	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	F-AC-DBL-007	08-07-2021	B
Dependencia	Aprobado	Pág.		
DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	SUBDIRECTOR ACADEMICO	1(126)		

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	Keila Susana García Fabra		
FACULTAD	INGENIERÍAS		
PLAN DE ESTUDIOS	INGENIERÍA CIVIL		
DIRECTOR	Haidee Yulady Jaramillo		
TÍTULO DE LA TESIS	Apoyo técnico y administrativo a la empresa CLS Ingeniería S.A.S mediante la supervisión de obras asignadas y la creación de una base de datos de análisis de costos bajo la metodología de análisis de precios unitarios (APU) para la región del Catatumbo.		
TITULO EN INGLES	Technical and administrative support to CLS Ingeniería S.A.S. through the supervision of assigned building works and the creation of a cost analysis database under the unit price analysis (UPA) methodology for the Catatumbo region.		
RESUMEN (70 palabras)			
Este documento desarrolla el plan de trabajo de pasantías que tuvo como propósito apoyar técnica, logística y normativamente en la construcción de un muro de contención en Rio de Oro, Cesar mediante seguimiento a procesos constructivos, cálculo de cantidades, verificación de calidad (dejando como aporte una cartilla pedagógica con el proceso constructivo de un muro de contención); y generar una base de datos del Catatumbo mediante la metodología de APU.			
RESUMEN EN INGLES			
This document develops the internship work plan that had the purpose of providing technical, logistical and regulatory support in the construction of a retaining wall in Rio de Oro, Cesar, through the monitoring of construction processes, calculation of quantities, quality verification (leaving as a contribution a pedagogical booklet with the construction process of a retaining wall); and generating a database of Catatumbo through the UPA methodology.			
PALABRAS CLAVES	Muro de contención, Diseño, Proceso constructivo, Verificación técnica, Rendimientos, Análisis de precio unitario.		
PALABRAS CLAVES EN INGLES	Retaining wall, Design, Construction process, Technical verification, Performance, Unit price analysis.		
CARACTERÍSTICAS			
PÁGINAS: 126	PLANOS:	ILUSTRACIONES: 33	CD-ROM:



Apoyo técnico y administrativo a la empresa CLS Ingeniería S.A.S mediante la supervisión de obras asignadas y la creación de una base de datos de análisis de costos bajo la metodología de análisis de precios unitarios (APU) para la región del Catatumbo

Keila Susana García Fabra

Facultad de Ingenierías, Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña

Ingeniería Civil

Mgtr. Haidee Yulady Jaramillo

24 de Agosto del 2023

Índice

Capítulo 1. Apoyo técnico y administrativo a la empresa CLS Ingeniería S.A.S mediante la supervisión de obras asignadas y la creación de una base de datos de análisis de costos bajo la metodología de análisis de precios unitarios (APU) para la región del Catatumbo	10
1.1 Descripción breve de la empresa	10
1.1.1 Misión	10
1.1.2 Visión.....	10
1.1.3 Objetivos de la empresa.....	11
1.1.4 Descripción de la estructura organizacional	11
1.1.5 Descripción de la dependencia y/o proyectos al que fue asignado.....	12
1.2 Diagnóstico inicial de la dependencia asignada.....	13
1.2.1 Planteamiento del problema.....	14
1.3 Objetivos de la pasantía	17
1.3.1 Objetivo general.....	17
1.3.2 Objetivos específicos	17
1.4 Descripción de las actividades a desarrollar	18
Capítulo 2. Enfoques referenciales	19
2.1 Enfoque conceptual.....	19
2.1.1 Muro de contención	19
2.1.2 Sistema de drenaje	20
2.1.3 Proceso constructivo	20
2.1.4 Programación de obra	20
2.1.5 Curva S.....	21
2.1.6 Cantidades de obra.....	21
2.1.7 Memoria de cálculo.....	21

2.1.8 Análisis de Precios Unitarios	21
2.1.9 Rendimientos de obra	22
2.1.10 Norma técnica	22
2.1.11 Listas de verificación	22
2.2 Enfoque legal	23
2.2.1 Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 (Ley 400 de 1997)	23
2.2.2 Norma de construcción NC-MN-OC07-08.....	23
2.2.3 Norma de construcción NC-MN-OC07-01	23
2.2.4 Norma de construcción NC-MN-OC07-02.....	24
2.2.5 Norma de construcción NC-MN-OC07-07.....	24
2.2.6 Norma de construcción NC-MN-OC04-01	24
2.2.7 Norma de construcción NC-MN-OC03-01	25
2.2.8 Norma de construcción NC-MN-OC08-11	25
Capítulo 3. Informe de cumplimiento de trabajo	26
3.1 Presentación de resultados	26
3.1.1 Apoyar técnica y logísticamente en la ejecución de las obras asignadas mediante seguimiento cercano a las mismas para cumplimiento de los estándares de calidad.....	26
3.1.1.1 Visitas de campo en las que se establezca el cumplimiento de actividades programadas.	26
3.1.1.2 Seguimiento a procesos constructivos.	31
3.1.1.3 Cálculo de cantidades de obra de actividades ejecutadas.	43
3.1.1.4 Control de insumos materiales mediante el uso de Excel.....	46
3.1.1.5 Control de calidad sobre materiales usados en obra.	51
3.1.2 Realizar verificación de calidad a la ejecución del muro de contención San Miguel I mediante el análisis de normas técnicas aplicables para la correcta construcción del muro	58

3.1.2.1 Búsqueda de normas técnicas aplicables a muros de contención.	58
3.1.2.2 Elaboración de listas de verificación.	59
3.1.2.3 Verificación de cumplimiento de las normas durante la construcción.	60
3.1.2.4 Verificación de cumplimiento de las normas en el producto final.	82
3.1.3 Implementar base de datos financieros y estadísticos mediante el análisis de costos de precios unitarios enfocado hacia el Catatumbo para mayor provecho económico de la empresa	85
3.1.3.1 Identificación de actividades más frecuentes en obras de la empresa.	85
3.1.3.2 Búsqueda de información sobre costos en el Catatumbo.....	88
3.1.3.3 Búsqueda de información sobre rendimientos en el Catatumbo.....	90
3.1.3.4 Elaboración de APUs.....	92
3.1.4 Elaborar una cartilla pedagógica con el proceso constructivo de muros de contención bajo condiciones de las vías secundarias del Municipio de Río de Oro, Cesar	102
3.1.4.1 Recopilación de información relacionada con el proceso constructivo de muros de contención.	102
3.1.4.2 Selección de la información.....	103
3.1.4.3 Identificación de factores diferenciales en vías secundarias de Río de Oro.	104
3.1.4.4 Diseño del documento.....	106
Capítulo 4. Diagnóstico final.....	107
Capítulo 5. Conclusiones	108
Capítulo 6. Recomendaciones	110
Referencias.....	111
Apéndices.....	115

Lista de Figuras

Figura 1 Estructura organizacional de la empresa	11
Figura 2 Matriz DOFA de la empresa.....	13
Figura 3 Estructura de un muro de contención	19
Figura 4 Preparación de mezcla de concreto en camión mixer	27
Figura 5 Depósito de material en camión mixer para mezcla de concreto	28
Figura 6 Registro de actividades semanales entregado por el contratista.....	29
Figura 7 Formato diligenciado de informa semanal	30
Figura 8 Excavación realizada por retroexcavadora	31
Figura 9 Empleo de martillo hidráulico para demolición de roca	32
Figura 10 Excavación manual para pilotes	33
Figura 11 Colocación de acero en excavaciones para pilotes.....	34
Figura 12 Fundición de pilotes	35
Figura 13 Parrilla de la zarpa	36
Figura 14 Acero empleado para el alzado del muro	36
Figura 15 Fundición de zarpa	37
Figura 16 Disposición de cinta sílica como junta de construcción.....	38
Figura 17 Esquema de colocación de cinta sílica	38
Figura 18 Fundición del alzado del muro	39
Figura 19 Construcción de filtro	40
Figura 20 Compactación de material seleccionado	41
Figura 21 Preparación para fundición de andenes	42
Figura 22 Antes y después de la Calle 1b Sur de Rio de Oro, Cesar.....	42
Figura 23 Formato de memoria de cálculo	43
Figura 24 Ejemplo de memoria de cálculo	45
Figura 25 Formato empleado para el registro de compra de materiales	48
Figura 26 Registro de entradas de viajes de arena y triturado al campamento.....	49
Figura 27 Registro de salidas de viajes de arena y triturado desde el campamento	50
Figura 28 Toma de muestras para ensayo de Resistencia a la compresión del concreto.....	56
Figura 29 Resultados del ensayo de Resistencia a la compresión del concreto.....	57

Figura 30 Formato de lista de verificación técnica.....	60
Figura 31 Formato de APU.....	92
Figura 32 APU para la actividad Concreto 21MPa	98
Figura 33 Calle 1b Sur del municipio de Rio de Oro, Cesar	104

Lista de Tablas

Tabla 1 Descripción de las actividades a realizar en la empresa CLS Ingeniería S.A.S	18
Tabla 2 Dosificación para concreto de 4000psi	26
Tabla 3 Consolidado de cantidades de obra calculadas	46
Tabla 4 Lista de materiales a ser comprados	47
Tabla 5 Control de calidad sobre materiales empleados para preparación de concreto	51
Tabla 6 Control de calidad sobre acero de refuerzo	53
Tabla 7 Control de calidad sobre Geotextil NT 1600	54
Tabla 8 Porcentaje de cumplimiento según control de calidad sobre materiales	55
Tabla 9 Requisitos a tener en cuenta durante la construcción según la NSR-10	61
Tabla 10 Requisitos a tener en cuenta durante la construcción según NC-MN-OC07-08	62
Tabla 11 Requisitos a tener en cuenta durante la construcción según NC-MN-OC07-01	65
Tabla 12 Requisitos a tener en cuenta durante la construcción según NC-MN-OC07-02	72
Tabla 13 Requisitos a tener en cuenta durante la construcción según NC-MN-OC07-07	74
Tabla 14 Requisitos a tener en cuenta durante la construcción según NC-MN-OC04-01	77
Tabla 15 Requisitos a tener en cuenta durante la construcción según NC-MN-OC03-01	80
Tabla 16 Requisitos a tener en cuenta durante la construcción según NC-MN-OC08-11	81
Tabla 17 Requisitos a tener en cuenta al finalizar la obra según NC-MN-OC07-08	82
Tabla 18 Requisitos a tener en cuenta al finalizar la obra según NC-MN-OC07-01	83
Tabla 19 Porcentajes de cumplimiento según verificación técnica realizada	84
Tabla 20 Proveedores en el Catatumbo	89
Tabla 21 Rendimientos para actividades de construcción de viviendas	90
Tabla 22 Estudio de mercado de equipos	93
Tabla 23 Estudio de mercado de materiales	94
Tabla 24 Cálculo del factor prestacional	96
Tabla 25 Remuneración de mano de obra	97
Tabla 26 Precios unitarios de actividades más frecuentes en obras de la empresa CLS Ingeniería S.A.S	99

Resumen

Este informe expone el desarrollo del plan de trabajo planteado para su ejecución durante el proceso de pasantías como trabajo de grado en la empresa CLS Ingeniería S.A.S.

Formaron parte de los objetivos de dicho plan de trabajo el apoyo técnico y logístico en la construcción de muros de contención en el municipio de Rio de Oro, Cesar; y la verificación de calidad mediante el empleo de normas técnicas aplicables a la obra construida. Objetivos alcanzados mediante el desarrollo de actividades como seguimiento a procesos constructivos, cálculo de cantidades de obra, realización de ensayos a mezclas de concreto y verificación técnica ejecutada con el apoyo de listas de verificación basadas en normas técnicas aplicables a muros de contención.

Por otra parte, un tercer objetivo planteado fue la creación de una base de datos financieros y estadísticos contextualizados en el Catatumbo, con el fin de dar apoyo administrativo a la empresa, cuya región de trabajo es ésta: el Catatumbo. Esta base de datos consistió en la creación de APU's de actividades identificadas como las más comunes en obras ejecutadas anteriormente por la empresa. El logro de este objetivo se alcanzó mediante actividades como búsqueda de información relacionada con costos de materiales en la construcción y con rendimientos de obra en la región del Catatumbo.

Introducción

El aspecto contractual en una empresa dedicada a la construcción de obras civiles exige la buena gestión en relación a programación de la obra, calidad de los materiales empleados, cantidad óptima de los mismos, continua revisión en aspectos constructivos, revisión de costos, entre otros. Su propósito es hacer entrega a la comunidad de obras que cumplan a cabalidad el fin con el que fueron planteadas como solución a cierta problemática.

Es allí donde este informe cobra sentido, dando a conocer la manera como se llevaron a cabo las actividades propuestas en el plan de trabajo a desarrollar durante la pasantía enfocadas hacia el alcance de dicho propósito.

El presente informe expone y desarrolla las actividades realizadas orientadas a proporcionar apoyo técnico y logístico a la empresa CLS Ingeniería S.A.S en su tarea de dar correcta finalización y posterior entrega a la comunidad de la construcción de muros de contención en el municipio de Rio de Oro, Cesar como respuesta al inminente riesgo de remoción de masas en la zona.

Adicionalmente, este informe también contempla la realización de una base de datos financieros y estadísticos traducidos en la creación de APU's útiles para la empresa en función de su desarrollo económico igualmente importante para el alcance del objetivo inicialmente expuesto.

Capítulo 1. Apoyo técnico y administrativo a la empresa CLS Ingeniería S.A.S mediante la supervisión de obras asignadas y la creación de una base de datos de análisis de costos bajo la metodología de análisis de precios unitarios (APU) para la región del Catatumbo

1.1 Descripción breve de la empresa

CLS Ingeniería S.A.S es una empresa ubicada en Ocaña - Norte de Santander, constituida legalmente en el 2018, dedicada a la construcción de obras civiles y conformada por profesionales idóneos y capacitados para brindar con eficacia los servicios que ofrece. Es una pequeña empresa que hace uso de la plataforma SECOP II para participar en procesos de contratación con el Estado, gracias a lo cual desarrolla su actividad económica.

1.1.1 Misión

Nuestra Misión es prestar servicios de ingeniería civil, interventorías, consultorías, suministros con altos estándares de calidad enmarcados dentro de un mejoramiento continuo y posicionamiento en el mercado, de la mano de un gran potencial humano que nos permite generar empleo y desarrollo en la región.

1.1.2 Visión

CLS Ingeniería S.A.S tiene como visión proyectarse en el 2025 como una empresa líder en la ingeniería civil con excelentes estándares de calidad, destacándose en el ámbito nacional con

un crecimiento continuo que garantice su posicionamiento en el mercado, permitiendo así la generación de empleo y el fortalecimiento empresarial.

1.1.3 Objetivos de la empresa

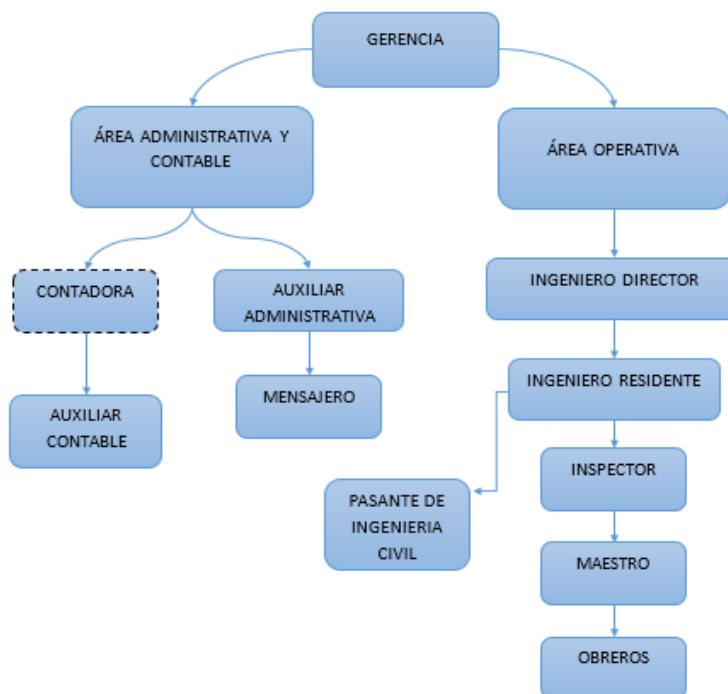
- Prestar servicios de ingeniería civil, interventorías, consultorías y suministros.
- Trabajar de la mano de un gran potencial humano.
- Generar empleo y desarrollo en la región.

1.1.4 Descripción de la estructura organizacional

A continuación, en la Figura 1 se muestra la estructura organizacional de la empresa.

Figura 1

Estructura organizacional de la empresa



Nota. La figura muestra la estructura organizacional de la empresa. (CLS Ingeniería S.A.S, 2022)

1.1.5 Descripción de la dependencia y/o proyectos al que fue asignado

Al área operativa de la empresa CLS Ingeniería S.A.S, dependencia a la que fue asignada la pasante, le corresponden funciones relacionadas directamente con el objeto de la empresa, como la ejecución y gestión de cada proyecto a cargo de esta. Es decir, esta dependencia se encarga de la formulación y evaluación de proyectos, cuando sea necesario, y la elaboración de presupuestos, planes de trabajo, programaciones de obra, planos y demás documentos y actividades necesarias para la correcta ejecución y gestión de proyectos a su cargo.

En el momento, la empresa tiene a su cargo cuatro proyectos, tres relacionados al mantenimiento de infraestructura del Estado en diferentes municipios de Norte de Santander y uno que consiste en la construcción de cinco muros de contención en distintos sectores del municipio de Rio de Oro, Cesar; específicamente ubicados en el Cerro de la Cruz, Colinas, Altos de Poblado y dos en San Miguel (San Miguel I y San Miguel II). De estos, únicamente uno está en su etapa inicial (ubicado en San Miguel), los cuatro restantes están en su fase final. A la pasante se le asignarán tareas de supervisión al muro San Miguel I. Igualmente, se le asignarán tareas en contratos que pueda iniciar la empresa durante el desarrollo de la pasantía.

Adicionalmente a esta labor, la pasante apoyará en la creación de una base de datos de análisis de costos de la región del Catatumbo con el propósito de ser implementada en las futuras obras de la empresa.

1.2 Diagnóstico inicial de la dependencia asignada

A través de la Matriz DOFA se realizó un diagnóstico y posibles estrategias que apoyen al desarrollo de la empresa, como se muestra en la Figura 2.

Figura 2

Matriz DOFA de la empresa

		FORTALEZAS	DEBILIDADES
		Personal con sentido de pertenencia por la empresa Profesionales capacitados cabalmente Empresa en la capacidad de concursar en licitaciones públicas Buen ambiente laboral	Falta de personal técnico o profesional que apoye el área operativa Carencia de análisis de costos específicos para la región que puedan ser implementados por la empresa Falta de una página web que dé a conocer la empresa Poca antigüedad en el sector
OPORTUNIDADES	Crecimiento en la demanda en la región de operación de la empresa Disponibilidad de softwares y herramientas tecnológicas Existencia de una plataforma que facilita la participación en procesos contractuales	Aprovechamiento del compromiso del personal para fortalecer a la empresa y garantizar buenos resultados Capacitación al personal para la implementación de softwares y herramientas tecnológicas Revisión continua de la plataforma SECOP II	Creación de vacantes para la contratación de personal calificado y capacitado en uso de softwares y herramientas tecnológicas Creación de una página web y uso de redes sociales que den a conocer la empresa y los servicios que ofrece
AMENAZAS	Competitividad creciente Volatilidad en los precios de materiales y maquinaria Imprevistos que retrasen la entrega final de proyectos La presentación de una propuesta no garantiza ganar una licitación	Aprovechamiento de la experiencia del personal existente para apoyo del área operativa Creación de planes que agilicen la elaboración de documentos requeridos para la participación en concursos	Realización de análisis de costos específico para la región del Catatumbo Contratación de personal idóneo en el seguimiento de obra para salvaguardar el cumplimiento de la programación y buena logística

Nota. La figura muestra el diagnóstico y estrategias formuladas mediante la Matriz DOFA.

(Autor, 2023)

1.2.1 Planteamiento del problema

Dentro de la organización de una sociedad es importante que se tenga en cuenta la identificación de necesidades relacionadas con la adecuación de espacios para su buen desarrollo y la formulación de soluciones a dichas necesidades. Es por esto que el Estado colombiano, en pro de materializar y agilizar lo mencionado, mediante la participación de empresas en procesos de contratación pública, selecciona al proveedor que esté en capacidad de ejecutar dichas soluciones (Morales & Contreras, 2019). Esta participación amplia y justa genera una competitividad que demanda a cualquier posible empresa proveedora demostrar su capacidad e idoneidad mediante la experiencia que va acumulado.

Por tanto, es preciso para una empresa delegar y distribuir cargas en función de las capacidades de su personal para su correcto funcionamiento con el fin de obtener buenos resultados y de esta forma acreditar una experiencia sólida para garantizar su competitividad (Bustamante et al., 2013). Es por esto que la empresa CLS Ingeniería S.A.S, en busca de darse cabida en procesos de contratación estatal (pues la mayor parte sus contratos es con el sector público) y garantizar buenos resultados al entregar el producto final, ha dividido sus funciones en dos áreas, una administrativa y contable, y otra operativa (encargada de la actividad principal de la empresa). Igualmente, para asegurar que esta división sea útil es importante que cada una de estas áreas cuente con el personal calificado en la cantidad adecuada; pues si existe personal altamente calificado, pero no se cuenta con la cantidad de profesionales o técnicos adecuada para un trabajo eficiente, o viceversa, no se verán los resultados esperados.

Es allí donde la vinculación de pasantes de Ingeniería Civil por parte de la empresa CLS Ingeniería S.A.S se convierte en una alternativa viable frente a la necesidad de personal capacitado para apoyar en el ejercicio de la actividad principal de la empresa. Específicamente, el pasante vinculado podrá apoyar en la supervisión técnica y logística de las obras a cargo de la empresa realizando seguimiento a procesos constructivos, cálculo de cantidades de obra, control de calidad de materiales, control de insumos materiales, entre otros.

Al mismo tiempo, un factor adicional para dar mayor certeza a la terminación oportuna de un contrato y asegurar buenos resultados en la entrega del producto final y en la utilidad económica que esta labor pueda dejar es el análisis de costos, pues de lo contrario habría cabida a incertidumbres y posibles fracasos (Muñoz Salamanca, 2019). Es mayor el provecho dado por este análisis si se realiza contextualizado en la región donde el proyecto es ejecutado. Sin embargo, teniendo en cuenta que la región de operación de CLS Ingeniería S.A.S es el Catatumbo, hay ausencia de este tipo de análisis para dicha región.

Es allí donde la pasante, por medio de la cercanía a la ejecución de obras, podrá apoyar en la creación de una base de datos de análisis de costos enfocados hacia la región del Catatumbo con el fin de brindar a la empresa información contextualizada en el territorio en el cual se desenvuelve.

Por otra parte, debido a que actualmente la empresa CLS Ingeniería S.A.S. fue la seleccionada para la construcción de cinco muros de contención en el municipio de Rio de Oro –

Cesar y no existe documentación técnica relacionada al proceso constructivo de muros de contención aplicada a Ocaña o municipios cercanos, es conveniente dar provecho a este contrato mediante la creación de una cartilla registrando el proceso constructivo de un muro de contención bajo las condiciones que se puedan presentar en Ocaña y sus alrededores.

1.3 Objetivos de la pasantía

1.3.1 Objetivo general

Apoyar técnica y administrativamente a la empresa CLS Ingeniería S.A.S mediante la supervisión de obras asignadas y la creación de una base de datos de análisis de costos bajo la metodología de análisis de precios unitarios (APU) para la región del Catatumbo.

1.3.2 Objetivos específicos

Apoyar técnica y logísticamente en la ejecución de las obras asignadas mediante seguimiento cercano a las mismas para cumplimiento de los estándares de calidad.

Realizar verificación de calidad a la ejecución del muro de contención San Miguel I mediante el análisis de normas técnicas aplicables para la correcta construcción del muro.

Implementar base de datos financieros y estadísticos mediante el análisis de costos de precios unitarios enfocado hacia el Catatumbo para mayor provecho económico de la empresa.

Elaborar una cartilla pedagógica con el proceso constructivo de muros de contención bajo condiciones de las vías secundarias del Municipio de Rio de Oro, Cesar.

1.4 Descripción de las actividades a desarrollar

Por medio de la Tabla 1 se hace una breve descripción de las actividades a desarrollar.

Tabla 1

Descripción de las actividades a realizar en la empresa CLS Ingeniería S.A.S

Objetivo general	Objetivos específicos	Actividades
<p>Apoyar técnica y administrativamente a la empresa CLS Ingeniería S.A.S mediante la supervisión de obras asignadas y la creación de una base de datos de análisis de costos bajo la metodología de análisis de precios unitarios (APU) para la región del Catatumbo</p>	<p>Apoyar técnica y logísticamente en la ejecución de las obras asignadas mediante seguimiento cercano a las mismas para cumplimiento de los estándares de calidad</p>	<p>Visitas de campo en las que se establezca el cumplimiento de actividades programadas</p> <hr/> <p>Seguimiento a procesos constructivos</p> <hr/> <p>Cálculo de cantidades de obra de actividades ejecutadas</p> <hr/> <p>Control de insumos materiales mediante el uso de Excel</p> <hr/> <p>Control de calidad sobre materiales usados en obra</p>
	<p>Realizar verificación de calidad a la ejecución del muro de contención San Miguel I mediante el análisis de normas técnicas aplicables para la correcta construcción del muro</p>	<p>Búsqueda de normas técnicas aplicables a muros de contención</p> <hr/> <p>Elaboración de listas de verificación</p> <hr/> <p>Verificación de cumplimiento de las normas durante la construcción</p> <hr/> <p>Verificación de cumplimiento de las normas en el producto final</p>
	<p>Implementar base de datos financieros y estadísticos mediante el análisis de costos de precios unitarios enfocado hacia el Catatumbo para mayor provecho económico de la empresa</p>	<p>Identificación de actividades más frecuentes en obras de la empresa</p> <hr/> <p>Búsqueda de información sobre costos en el Catatumbo</p> <hr/> <p>Búsqueda de información sobre rendimientos en el Catatumbo</p> <hr/> <p>Elaboración de APU</p>
	<p>Elaborar una cartilla pedagógica con el proceso constructivo de muros de contención bajo condiciones de las vías secundarias del Municipio de Rio de Oro, Cesar</p>	<p>Recopilación de información relacionada con el proceso constructivo de muros de contención</p> <hr/> <p>Selección de la información</p> <hr/> <p>Identificación de factores diferenciales en vías secundarias de Río de Oro</p> <hr/> <p>Diseño del documento</p>

Nota. La anterior tabla muestra una pequeña descripción del plan de trabajo. (Autor, 2023)

Capítulo 2. Enfoques referenciales

2.1 Enfoque conceptual

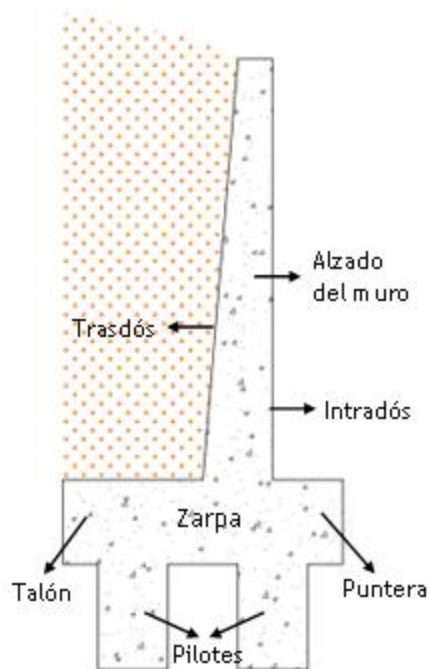
2.1.1 Muro de contención

Son estructuras que permiten salvar un desnivel en el terreno que éste, debido a la pendiente del desnivel, no es capaz de soportar por sí mismo. Su diseño dependerá de los empujes del suelo que deba soportar. (Empresas Públicas de Medellín EPM, norma NC-MN-OC07-08, 2017)

Con el fin de facilitar la comprensión de términos que se usarán a lo largo de este informe, mediante la Figura 3 se puede comprender cómo es la estructura de un muro de contención.

Figura 3

Estructura de un muro de contención



Nota. La figura expone las partes de un muro de contención. (Autor, 2023)

2.1.2 Sistema de drenaje

Sistema creado con el propósito de contrarrestar la presión provocada por el agua detrás del muro evacuándola hacia zonas previamente determinadas mediante distintos elementos como tuberías, filtros, etc. Este sistema debe diseñarse de manera que el agua no llegue a afectar la estructura del muro. (Suárez, 1998, p. 501)

2.1.3 Proceso constructivo

Proceso constructivo es el conjunto de pasos o etapas ordenadas que tienen como propósito la construcción de una edificación o estructura. La cantidad, características y actividades planteadas en cada paso dependerá del tipo de edificación o estructura que se quiera construir. (*Procesos constructivos*, s/f)

2.1.4 Programación de obra

Es el orden secuencial de las tareas necesarias para dar completa finalización a la obra, teniendo en cuenta la interdependencia entre estas y la disponibilidad de insumos materiales para su realización. Este orden se plantea para ser ejecutado en determinado plazo de tiempo. Esta programación ayuda como herramienta de control del tiempo en la duración aproximada de cada actividad, fecha de inicio y fin de cada actividad, actividades críticas y actividades que permiten flexibilidad en el tiempo. (Wilde & Forenza, s/f, p. 1)

2.1.5 Curva S

La curva S es una herramienta de gestión de proyectos que permite representar en un gráfico el avance real respecto al avance programado de un proyecto. La primera serie de datos se forma a partir del cronograma vigente, la segunda a partir de nuevas versiones del cronograma ajustado según imprevistos o cambios necesarios. Esta curva tiene el objetivo de identificar variaciones entre ambas series de datos para tener un control y, en caso necesario, tomar medidas para corregir desviaciones. (Yepes, 2014)

2.1.6 Cantidades de obra

El proceso de cálculo de cantidades de obra es aquel que permite revisar, controlar y modificar datos de una actividad cuando sea necesario. Este se realiza mediante métodos que permitan obtener la información de manera ordenada y ágil. (Pérez & Perdomo, 2020, p. 17)

2.1.7 Memoria de cálculo

Una memoria de cálculo es un documento, generalmente una hoja de cálculo, en el que se describe de manera detallada los datos obtenidos mediante diferentes métodos de medición con el fin de dimensionar elementos de una estructura. (Structuralia, s/f)

2.1.8 Análisis de Precios Unitarios

El análisis de precio unitario (APUs) es el examen detallado que se hace a una unidad de obra con la finalidad de conocer por separado, sus características constructivas y los

elementos de costos que lo componen para sacar conclusiones y establecer su precio previo a la construcción y demostrar lógicamente su valor monetario. El procedimiento se realiza conforme a las condiciones del contrato, los planos y especificaciones técnicas del proyecto y a las condiciones propias de la obra a construir. (*Los Análisis de Precios Unitarios*, s/f)

2.1.9 Rendimientos de obra

El rendimiento de mano de obra es la relación entre la cantidad de actividad de obra completamente ejecutada por una cuadrilla y el tiempo requerido por ésta para completar dicha cantidad de actividad. (Botero, 2002, p. 11)

2.1.10 Norma técnica

Una norma técnica es un documento que establece criterios, estándares, requisitos, especificaciones, etc. dirigidas a un producto, proceso o servicio con el propósito de llevarlo a un nivel adecuado para su uso. (Instituto Uruguayo de Normas Técnicas, s/f)

2.1.11 Listas de verificación

Una lista de verificación es un formato estándar que se emplea como herramienta de monitoreo y control para facilitar la aplicación de normas técnicas que se deben tener en cuenta para llevar al producto, proceso o servicio a un nivel adecuado para su uso. (Aceproject, s/f)

2.2 Enfoque legal

2.2.1 Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 (Ley 400 de 1997)

Este es el reglamento preparado para establecer criterios mínimos referentes al aspecto estructural de una edificación de manera que esta se vuelva sismo resistente.

A raíz del sismo de 1983 en Popayán se expidió el Decreto 1400 de 1984, primer documento legislativo relacionado a construcciones sismo resistentes. Sin embargo, se vio la necesidad de desarrollar más esta iniciativa, por lo que se creó la Ley 400 de 1997, de donde provino la NSR-98. El Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 es la actualización de este último.

2.2.2 Norma de construcción NC-MN-OC07-08

Esta es la Norma de construcción de EPM (Empresas Públicas de Medellín) que reglamenta la construcción de Muros de contención estableciendo requisitos técnicos que se deben cumplir en procesos constructivos. Esta norma es aplicable para Muros de contención que hacen parte de la cobertura de EPM, pero debido a la poca normativa nacional enforcada hacia la construcción de Muros de contención, se tomó como referencia en la verificación técnica realizada al Muro de contención construido en Rio de Oro, Cesar en el barrio San Miguel.

2.2.3 Norma de construcción NC-MN-OC07-01

Es la Norma de construcción de EPM referente al empleo de concreto. Es aplicable a cualquier estructura que emplee concreto y reglamenta la calidad de materiales necesarios y los

aspectos técnicos que se deben tener en cuenta durante los procesos constructivos que involucren concreto.

2.2.4 Norma de construcción NC-MN-OC07-02

Es la Norma de construcción de EPM relacionada a la construcción de cimentaciones en concreto simple, ciclópeo o reforzado. Establece criterios técnicos referentes a dimensiones, resistencia, características del concreto y del acero, y aquellos que se deben tener en cuenta en terrenos inclinados.

2.2.5 Norma de construcción NC-MN-OC07-07

Esta Norma de construcción de EPM regulariza las características que debe tener el acero de refuerzo empelado en cualquier estructura conformada por concreto reforzado, además de dar ciertos criterios técnicos a tener en cuenta relacionados al transporte, almacenamiento, corte y figurado, colocación y ensayos.

2.2.6 Norma de construcción NC-MN-OC04-01

Es la Norma de construcción de EPM relacionada a llenos compactados, aplicable a cualquier excavación que requiera llenos con material seleccionado o material de préstamo.

2.2.7 Norma de construcción NC-MN-OC03-01

Esta es la Norma de construcción de EPM que establece requisitos técnicos en relación a excavaciones ya sea para investigación del suelo o para construcción de estructuras. Imparte criterios en cuanto al método de excavación empleado, los cuidados a tener en cuenta durante el proceso de excavación, etc.

2.2.8 Norma de construcción NC-MN-OC08-11

Esta Norma de construcción de EPM reglamenta las características de geotextiles, aplicable a la construcción de filtros de muros de contención que empleen geotextil. Establece aspectos técnicos en cuanto al transporte, almacenamiento y recepción del geotextil.

Capítulo 3. Informe de cumplimiento de trabajo

3.1 Presentación de resultados

3.1.1 Apoyar técnica y logísticamente en la ejecución de las obras asignadas mediante seguimiento cercano a las mismas para cumplimiento de los estándares de calidad

3.1.1.1 Visitas de campo en las que se establezca el cumplimiento de actividades programadas. Durante el desarrollo de la pasantía se apoyó en etapas finales del contrato de obra N° 9677-PPAL001-1837-2021 con la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres UNGRD, que consistía en la construcción de cinco muros de contención en cuatro sectores del municipio de Rio de Oro, Cesar. De estos cinco muros la pasante realizó visitas de campo al sector San Miguel, donde se construía el muro San Miguel I, de 43m de longitud y apoyó en la redacción de informes mensuales que incluían el progreso en los cuatro sectores.

En dichas visitas de campo se realizó apoyo en obra y en oficina:

- Verificación de dosificaciones en preparación de mezclas de concreto de 4000psi o 28MPa para fundida de pilotes, zarpa y alzado del muro. Esto se realizó basándose en la siguiente dosificación entregada al inicio de la pasantía.

Tabla 2

Dosificación para concreto de 4000psi

Material	Unidad	Dosificación
Arena	m ³	0.45
Grava	m ³	0.45
Agua	lt	180

Cemento estructural	bulto de 42.5kg	9.5
---------------------	-----------------	-----

Nota. Datos entregados por el contratista. (CLS Ingeniería S.A.S, 2023)

Inicialmente, con la dosificación entregada por el contratista se determinaba la dosificación para la mezcla a preparar según la cantidad de concreto necesaria. A partir de esta dosificación se llevaba control mediante observación en las cantidades de arena, grava, agua y bultos de cemento estructural. La mezcla era preparada en un camión mixer como se muestra en la Figura 4.

Figura 4

Preparación de mezcla de concreto en camión mixer



Nota. La imagen muestra el proceso de preparación de una mezcla de concreto. (Autor, 2023)

La mezcla era preparada en el mismo lugar donde los materiales eran almacenados, de esta manera su transporte era más sencillo. Además, para dar agilidad a este proceso, el material era transportado y depositado en el camión mixer por un minicargador, como se muestra en la Figura 5.

Figura 5

Depósito de material en camión mixer para mezcla de concreto



Nota. La imagen muestra el transporte y depósito de grava en el camión mixer para preparación de mezcla de concreto. (Autor, 2023)

- Apoyo logístico en redacción de informes mensuales. Siguiendo el registro de actividades realizadas semanalmente, como se muestra en la Figura 6, se relacionaron las actividades

realizadas por mes y por sector de manera que la información se entregara de forma ordenada y comprensible.

Figura 6

Registro de actividades semanales entregado por el contratista

ACTIVIDADES REALIZADAS EN LA SEMANA
Se realiza acarreo de arena hacia el campamento.
Se aumenta disponibilidad de cemento en el campamento
En el sector de San Miguel I se realizaron las siguientes actividades:
Se realiza instalación y figuración de acero longitudinal en quinta sección de alma para aleta de cierre del costado derecho.
Se realiza ajuste y colocación de formaleta para la quinta sección de alma de la aleta de cierre del costado derecho.
Se lleva a cabo fundida de la quinta sección de alma con concreto de 4000 psi para aleta de cierre del costado derecho.
Se continúa con la conformación y compactación de relleno en módulos 3, 4, 5 y 6.
Se realizan acarreos de material mezclado desde el campamento hacia el sector.
Se mantiene plástico polietileno negro en la parte del talud.
Se realizan acarreos de formaletas y acero de refuerzo desde el sector hacia La Colina.
Se realiza construcción de filtro profundo en módulo 5, 6 y 7.
Se realiza corte de vástago de muro para sellos de junta de dilatación vertical.
Se realiza instalación de cordón y sello de juntas en las dilataciones.
En el sector de San Miguel II se realizaron las siguientes actividades:
Se realizan acarreos de material mezclado desde el campamento hacia el sector.
Se realiza replanteo y conformación de material para terraplén.
En el sector de Altos del Poblado se realizaron las siguientes actividades:
Se recibe gramilla para instalación y se dispone en el sector.
Se realiza la instalación de gramilla en el sector designado.
En el sector de La Colina se realizaron las siguientes actividades:
Se realiza instalación y figuración de acero longitudinal en secciones de alma para aleta de cierre del costado izquierdo.
Se realiza ajuste y colocación de formaleta en secciones de alma para aleta de cierre del costado izquierdo.
Se realiza compactación y adecuación del relleno para terraplén en módulos 1 y 2.
Se lleva a cabo fundida de primera y segunda sección de alma para aleta de cierre del costado izquierdo y se instala cinta silica PVC.
Se lleva a cabo fundida de tercera y cuarta sección de alma para aleta de cierre del costado izquierdo y se incrusta tubería galvanizada de 2" @2 m como proyección a futuro instalación de baranda de protección.
Se retira formaleta de la aleta de cierre del costado izquierdo
Se realiza acarreos de formaletas, gatos y demás del sector al campamento.
En el sector de Cerro de la Cruz se realizaron las siguientes actividades:
Se retiran escombros para posterior instalación de gramilla detrás de la aleta de cierre del costado derecho.
Se realiza la instalación de gramilla en el sector designado.
Se realiza la instalación de cilindros en concreto en parte superior de la gramilla.
Se realiza riego de gramilla en el sector.

Nota. La figura enlista actividades realizadas en la semana 60 del 26/04/2023 al 02/05/2023, entregada por el contratista. (CLS Ingeniería S.A.S, 2023)

Adicionalmente, con la información entregada en informes semanales, se llevó a cabo un registro del avance semanal con el fin de realizar la curva S para luego ser adjuntada en cada informe mensual. En el Apéndice A se adjunta el archivo Excel usado para crear la curva S. A continuación, en la Figura 7 se presenta el formato diligenciado de informes semanales de donde se obtenía la información para la realización de la curva S.

3.1.1.2 Seguimiento a procesos constructivos. Esta actividad; cuyo propósito práctico fue comprobar cumplimiento de normativa colombiana y llevar control en relación a cantidades de obra, y cuyo propósito académico fue relacionar conocimientos aprendidos durante la formación profesional con lo ejecutado en obra; se realizó paralelamente a las visitas de campo.

Esta labor permitió a la pasante establecer un orden de actividades según el presupuesto oficial y conocer el proceso constructivo de un muro de contención. Cabe aclarar que la construcción del muro de contención San Miguel I se realizó por módulos, es decir por segmentos de aproximadamente 6m de longitud hasta completar la longitud total del muro.

3.1.1.2.1 Excavación de la explanación, canales y préstamo, sin retiro de sobrantes.

Inicialmente, una retroexcavadora realizó el corte de talud hasta el nivel de la vía y posterior excavación hasta una profundidad de 1.3m, como se muestra en la Figura 8.

Figura 8

Excavación realizada por retroexcavadora



Nota. En la imagen se puede observar el proceso de excavación. (Autor, 2023)

Es evidente en la figura anterior que el suelo encontrado era en su mayoría rocoso, esto se convirtió en una dificultad puesto que atrasó el proceso de excavación y por lo tanto la construcción del muro. Hubo ocasiones en las fue necesario el empleo de un martillo hidráulico dado que las rocas encontradas eran de tal tamaño que para la retroexcavadora se hacía una tarea imposible continuar con la excavación. En la Figura 9 se puede observar esta situación.

Figura 9

Empleo de martillo hidráulico para demolición de roca



Nota. La imagen muestra la demolición de una roca encontrada durante la excavación que dificultó y atrasó dicho proceso. (Autor, 2023)

Al finalizar la excavación hasta una profundidad de 1.3m se procedía a realizar las excavaciones para pilotes de 1.5m de profundidad y 1m de diámetro, como se ve en la Figura 10.

Figura 10*Excavación manual para pilotes*

Nota. En la imagen se puede observar que esta excavación se realizaba de forma manual hasta una profundidad de 1.5m. (Autor, 2023)

En algunas ocasiones era necesaria la ayuda de un martillo demoleedor en la excavación para pilotes. Por módulo de 6m se excavaban 6 pilotes siguiendo los diseños estructurales.

3.1.1.2 Acero de refuerzo corrugado de 60000 psi para pilotes. El acero para pilotes era figurado en el campamento según los diseños y luego transportado a la obra. De esta manera se procedía a la colocación del acero en las excavaciones para pilotes, como se muestra en la Figura 11.

Figura 11

Colocación de acero en excavaciones para pilotes



Nota. La imagen muestra la disposición del acero para los pilotes, proceso realizado siguiendo los diseños estructurales. (Autor, 2023)

3.1.1.2.3 Concreto de 4000 psi para pilotes. La mezcla de este concreto se realizaba en el campamento con la ayuda de un camión mixer y era transportada hasta la obra a aproximadamente 500m. Luego de su recepción en obra eran fundidos los pilotes, como se muestra en la Figura 12.

Figura 12*Fundición de pilotes*

Nota. En la imagen se puede observar el proceso de fundición de pilotes, cuyo concreto era descargado desde el camión mixer. (Autor, 2023)

3.1.1.2.4 Concreto de 2500 psi para solado. Con el propósito de preparar la superficie para la zarpa del muro, se fundió un solado de 10cm luego de finalizar la fundición de pilotes. La preparación de mezcla era realizada en el campamento y transportada por un camión mixer.

3.1.1.2.5 Acero de refuerzo corrugado de 60000 psi para zarpa. El acero para la zarpa consistía en una parrilla doble con separaciones de 20cm, como se muestra en la Figura 13.

Figura 13

Parrilla de la zarpa



Nota. En la imagen se puede observar la disposición del acero para la zarpa. (Autor, 2023)

3.1.1.2.6 Acero de refuerzo corrugado de 60000 psi para alzado del muro. Antes de la fundición de la zarpa se iniciaba con la colocación de acero transversal (vertical) para el alzado del muro siguiendo las instrucciones del diseño estructural. Esto con el propósito de que este acero quedara embebido en la zarpa. En la Figura 14 se muestra este proceso. La colocación del acero longitudinal (horizontal) se inició luego de haber sido fundida la zarpa.

Figura 14

Acero empleado para el alzado del muro



Nota. La imagen muestra la disposición del acero transversal del alzado del muro. (Autor, 2023)

3.1.1.2.7 Concreto de 4000 psi para zarpa. Este era preparado en campamento y transportado hasta la obra aproximadamente a 500m en un camión mixer y descargado por el mismo en la excavación preparada previamente para la zarpa, como se muestra en la Figura 15.

Figura 15

Fundición de zarpa



Nota. La imagen muestra el proceso de fundición de zarpa desde el camión mixer. (Autor, 2023)

3.1.1.2.8 Suministro e instalación de sello de junta de construcción en cinta sílica 15 PVC. Antes de iniciar con la fundición del alzado del muro, se hacía la colocación de una cinta sílica a lo largo del muro, como se muestra en la Figura 16, con el propósito de empalmar el concreto de la zarpa y el concreto del alzado del muro.

Figura 16

Disposición de cinta sílica como junta de construcción

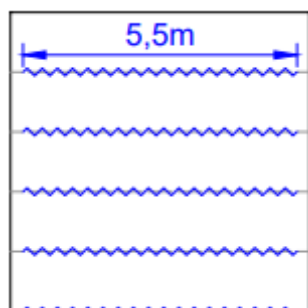


Nota. La imagen muestra la forma en la que era colocada esta junta de construcción de manera que cumpliera su función. (Autor, 2023)

Es importante aclarar que esta junta de construcción se colocaba no solo entre la zarpa y el inicio del alzado del muro, era colocada cada 1.2m del alzado del muro como se muestra en la Figura 17. Esto debido a que las formaletas usadas tenían un alto de 1.2m, lo que hacía que el proceso de fundición del alzado del muro se dividiera en secciones de 1.2m de alto.

Figura 17

Esquema de colocación de cinta sílica



Nota. El esquema explica la forma en la que fue colocada la cinta sílica. (Autor, 2023)

3.1.1.2.9 Instalación de lloraderos. Todos los muros de contención deben contar con un sistema de drenaje para evitar sobrecarga provocada por el empuje del agua que pueda filtrarse por el trasdós del muro, los lloraderos hacen parte de este sistema de drenaje. Son tubos de PVC que atraviesan el alzado del muro y se conectan con el filtro construido más adelante. Para el muro de contención San Miguel I se usaron tubos PVC de 2” de 1m de longitud.

3.1.1.2.10 Concreto de 4000 psi para alzado del muro. Como se mencionó anteriormente, este proceso se realizó por secciones de 1.2m de alto debido a las dimensiones de las formaletas, como se muestra en la Figura 18. Para alcanzar la totalidad de la altura del muro, se fundieron 5 secciones de 1.2m desencoformadas luego de 3 días de haber sido fundidas.

Figura 18

Fundición del alzado del muro



Nota. En la imagen se pueden notar las secciones de 1.2m de alto, esto debido a las dimensiones de las formaletas. (Autor, 2023)

Al igual que el concreto para los otros elementos del muro, este fue preparado en campamento y transportado por un camión mixer hasta la obra.

3.1.1.2.11 Construcción de filtro. Construido en el trasdós del muro cumpliendo con los diseños estructurales. Consistía en una caja forrada por el Geotextil NT 1600 y en su interior un tubo microperforado de 4" rodeado de triturado, como se muestra en la Figura 19. Este era construido a lo largo de todo el muro.

Figura 19

Construcción de filtro



Nota. En la imagen se pueden notar los materiales usados para la construcción del filtro. (CLS Ingeniería S.A.S, 2023)

3.1.1.2.12 Material granular, seleccionado y compactado al 95% del Proctor modificado tipo A INVIAS, para terraplén. La compactación del relleno se iniciaba luego de 28 días de haber sido fundida la totalidad del alzado del muro, esto cumpliendo con el tiempo para ser alcanzada la resistencia de diseño del concreto. La compactación se realizaba por capas de 30cm de espesor, como se muestra en la Figura 20, haciendo uso de un vibrocompactador.

Figura 20*Compactación de material seleccionado*

Nota. En la figura se puede observar la compactación realizada por capas y empleando un vibrocompactador. (CLS Ingeniería S.A.S, 2023)

3.1.1.2.13 Suministro e instalación de sello de junta de dilatación vertical en muro.

Estas juntas consistían en la colocación de un cordón elástico entre módulo y módulo y la aplicación del sello. Para colocar el cordón elástico se hacía un corte vertical en el muro de aproximadamente 3cm de profundidad con ayuda de una pulidora, luego se introducía el cordón elástico en el corte realizado y por último se aplicaba el sello.

3.1.1.2.14 Concreto de 3000 psi para andén lateral, costado de las vías. Como actividad final, se iniciaba con la construcción de andenes. Estos andenes tenían un ancho promedio de 1.16m y construidos a lo largo del pie del muro, como se muestra en la Figura 21.

Figura 21

Preparación para fundición de andenes



Nota. La imagen muestra como era la preparación del espacio para fundir andenes. (Autor, 2023)

De esta manera se dio final a la construcción del muro de contención San Miguel I en el municipio de Rio de Oro, Cesar. Observemos el antes y el después de la Calle 1b sur.

Figura 22

Antes y después de la Calle 1b Sur de Rio de Oro, Cesar



Nota. La figura muestra el antes y después del muro de contención San Miguel I. (Autor, 2023)

Las actividades a las que se le llevó control de cantidad de obra fueron las siguientes:

- Excavación de la explanación, canales y préstamo, sin retiro de sobrantes
- Material granular, seleccionado y compactado al 95% del Proctor modificado tipo A INVIAS, para terraplén
- Concreto de 4000 psi para muro, zarpa y pilotes
- Concreto de 3000 psi para andén lateral, costado de las vías
- Concreto de 2500 psi para solado
- Suministro e instalación de sello de junta de dilatación vertical en muro
- Suministro e instalación de sello de junta de construcción en cinta sílica 15 PVC
- Acero de refuerzo corrugado de 60000 psi
- Geotextil NT 3000 o similar para filtro

Cabe resaltar que para la construcción del filtro no se tuvieron en cuenta dos actividades a las que también se llevó registro de cantidades, estas fueron:

- Tubería PVC 2" para lloraderos
- Triturado 1" para filtro
- Tubería microperforada 4" para filtro

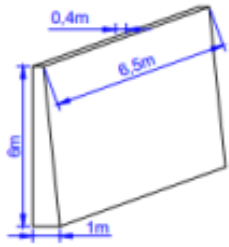
A continuación, se presenta el formato de memoria de cálculo diligenciado de una de las actividades presentado como ejemplo en este informe. La totalidad de memorias de cálculo por actividad se adjuntan como apéndice.

Figura 24*Ejemplo de memoria de cálculo***Memoria de cálculo No. 23****Contrato No. 9677-PPAL001-1837-2021**

Objeto del contrato: Realizar las obras de intervención correctiva requeridas para mitigar el riesgo por remoción en masa mediante la construcción de estructuras de contención en los barrios Cerro de la Cruz, El Poblado, Las Colinas y San Miguel, en el área urbana del municipio de Río de Oro, departamento del Cesar, en el marco de la declaratoria de calamidad pública decreto No. 093 de 2020 prorrogado mediante decreto No. 033 de 2021 y en desarrollo del Plan de Acción Específico (PAE)

Actividad: Concreto de 4000 psi para muro, zarpa y pilotes **Item:** 3.2 **Unidad:** m³

Cantidad ejecutada acumulada: 113,73

Esquema	Alto	Ancho	Área	Longitud	Cantidad	Total
	(m)	(m)	(m ²)	(m)	(Und)	
	6	0,7	4,2	6,5	1	27,3
Cantidad reportada en esta hoja:						27,3
Cantidad total ejecutada:						141,03

Nota. La figura muestra el formato empleado para cálculo de cantidades diligenciado con datos tomados en campo. (Autor, 2023)

Luego de llevar un registro de cantidades por módulo se pudo obtener la cantidad final de cada actividad a la que se le hizo seguimiento, como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3*Consolidado de cantidades de obra calculadas*

Ítem	Actividad	Unidad	Cantidad
1	Preliminares		
1.3	Excavación de la explanación, canales y préstamo, sin retiro de sobrantes	m ³	1482,96
2	Movimientos de tierra		
2.1	Material granular, seleccionado y compactado al 95% del Proctor modificado tipo A INVIAS, para terraplén	m ³	593,4
3	Estructura		
3.2	Concreto de 4000 psi para muro, zarpa y pilotes	m ³	458,43
3.3	Concreto de 3000 psi para andén lateral, costado de las vías	m ³	9,60944
3.4	Concreto de 2500 psi para solado	m ³	17,63
3.5	Suministro e instalación de sello de junta de dilatación vertical en muro	m	16,5
3.6	Suministro e instalación de sello de junta de construcción en cinta sílica 15 PVC	m	197,5
3.7	Acero de refuerzo corrugado de 60000 psi	kg	21808,803
3.8	Geotextil NT 3000 o similar para filtro	m ²	120,4
	Tubería PVC 2" para lloraderos	m	84
	Triturado 1" para filtro	m ³	16,78
	Tubería microperforada 4" para filtro	m	43

Nota. En la tabla se evidencian los resultados obtenidos al finalizar la obra por actividad

ejecutada. (Autor, 2023)

3.1.1.4 Control de insumos materiales mediante el uso de Excel. Esta actividad estuvo dividida en dos aspectos: el registro de compras de material y el control de viajes de arena y triturado de ¾" y 1" hacia el campamento y desde el campamento.

Para realizar el registro de compras de material inicialmente se realizó la lista de materiales que serían comprados, como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4

Lista de materiales a ser comprados

Código	Descripción	Unidad
1	Cemento estructural (bulto 45kg)	bulto
2	Piedra sin triturar	gr
3	Cinta sílica (rollo 15cmx30m)	rollo
4	Barra corr 3/8" 12m	und
5	Barra corr 1/2" 6m	und
6	Barra corr 1/2" 12m	und
7	Barra corr 5/8" 6m	und
8	Barra corr 5/8" 12m	und
9	Barra corr 3/4" 6m	und
10	Barra corr 3/4" 9m	und
11	Barra corr 1" 12m	und
12	Alambre recocido	kg

Nota. Datos entregados por el contratista. (CLS Ingeniería S.A.S, 2023)

Con la ayuda de Excel se registró la entrada de estos materiales diligenciando el formato que se muestra en la Figura 25. El archivo Excel se adjunta como apéndice.

Figura 25

Formato empleado para el registro de compra de materiales

ENTRADA DE MATERIALES						
CODIGC	DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO U	CANTIDAD	PRECIO	FECHA
2	Piedra sin triturar	gr	\$ 50.000,00	35,53	\$ 1.776.500,00	26/01/2023
2	Piedra sin triturar	gr	\$ 57.000,00	48,5	\$ 2.764.500,00	26/01/2023
9	Barra corr 3/4" 6m	und	\$ 52.773,00	250	\$ 13.193.250,00	26/01/2023
1	Cemento estructural (bulto 45kg)	bulto	\$ 23.361,40	800	\$ 18.689.120,00	26/01/2023
5	Barra corr 1/2" 6m	und	\$ 24.081,00	230	\$ 5.538.630,00	30/01/2023
9	Barra corr 3/4" 6m	und	\$ 54.182,00	405	\$ 21.943.710,00	30/01/2023
10	Barra corr 3/4" 9m	und	\$ 81.293,00	200	\$ 16.258.600,00	30/01/2023
12	Alambre recocido	kg	\$ 5.818,00	400	\$ 2.327.200,00	30/01/2023
6	Barra corr 1/2" 12m	und	\$ 48.202,00	315	\$ 15.183.630,00	30/01/2023
8	Barra corr 5/8" 12m	und	\$ 75.232,00	200	\$ 15.046.400,00	30/01/2023
1	Cemento estructural (bulto 45kg)	bulto	\$ 23.781,51	800	\$ 19.025.208,00	9/02/2023
1	Cemento estructural (bulto 45kg)	bulto	\$ 23.781,51	1600	\$ 38.050.416,00	15/02/2023
2	Piedra sin triturar	gr	\$ 50.000,00	65,5	\$ 3.275.000,00	24/02/2023
7	Barra corr 5/8" 6m	und	\$ 37.616,00	332	\$ 12.488.512,00	21/03/2023
9	Barra corr 3/4" 6m	und	\$ 54.182,00	201	\$ 10.890.582,00	21/03/2023
1	Cemento estructural (bulto 45kg)	bulto	\$ 24.369,70	1600	\$ 38.991.520,00	22/03/2023
2	Piedra sin triturar	gr	\$ 50.294,00	60	\$ 3.017.640,00	29/03/2023
2	Piedra sin triturar	gr	\$ 50.392,00	60	\$ 3.023.520,00	29/03/2023
3	Cinta sílica (rollo 15cmx30m)	rollo	\$ 977.850,00	2	\$ 1.955.700,00	30/03/2023
1	Cemento estructural (bulto 45kg)	bulto	\$ 23.781,51	800	\$ 19.025.208,00	4/04/2023
2	Piedra sin triturar	gr	\$ 50.613,00	139	\$ 7.035.207,00	9/05/2023

Nota. La figura muestra el formato empleado para el registro de compras (entradas) de los materiales enlistados anteriormente. (Autor, 2023)

El segundo aspecto, control de viajes de arena y triturado de ¾" y 1", se realizó mediante el registro de viajes de estos materiales anotando la fecha de viaje y la cantidad de m³ transportados y clasificándolos como entradas al campamento o salidas del campamento hacia los distintos sectores intervenidos según el contrato. Igualmente, para este registro se empleó la herramienta Excel como se puede ver en la Figura 26 (Entradas al campamento) y en la Figura 27 (Salidas del campamento). El archivo Excel se adjunta como apéndice.

Figura 26

Registro de entradas de viajes de arena y triturado al campamento

ENTRADA DE MATERIALES				
CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	FECHA
2	Triturado 3/4"	m3	7	13/01/2023
1	Arena	m3	21	13/01/2023
1	Arena	m3	7	14/01/2023
1	Arena	m3	21	17/01/2023
2	Triturado 3/4"	m3	14	17/01/2023
3	Triturado 1"	m3	14	17/01/2023
2	Triturado 3/4"	m3	14	18/01/2023
1	Arena	m3	14	18/01/2023
3	Triturado 1"	m3	7	19/01/2023
2	Triturado 3/4"	m3	14	20/01/2023
2	Triturado 3/4"	m3	14	23/01/2023
1	Arena	m3	7	28/01/2023
1	Arena	m3	14	6/02/2023
1	Arena	m3	7	7/02/2023
2	Triturado 3/4"	m3	21	7/02/2023
1	Arena	m3	7	8/02/2023
1	Arena	m3	7	9/02/2023
1	Arena	m3	7	10/02/2023
2	Triturado 3/4"	m3	7	18/02/2023
1	Arena	m3	14	20/02/2023
3	Triturado 1"	m3	7	22/02/2023
3	Triturado 1"	m3	7	23/02/2023
1	Arena	m3	28	23/02/2023
2	Triturado 3/4"	m3	14	24/02/2023
1	Arena	m3	14	27/02/2023
1	Arena	m3	7	2/03/2023
2	Triturado 3/4"	m3	7	2/03/2023
2	Triturado 3/4"	m3	7	6/03/2023
1	Arena	m3	14	6/03/2023
1	Arena	m3	7	9/03/2023
2	Triturado 3/4"	m3	7	9/03/2023
2	Triturado 3/4"	m3	14	10/03/2023
2	Triturado 3/4"	m3	7	13/03/2023
3	Triturado 1"	m3	7	13/03/2023
3	Triturado 1"	m3	7	14/03/2023
2	Triturado 3/4"	m3	7	14/03/2023
1	Arena	m3	14	14/03/2023
2	Triturado 3/4"	m3	7	16/03/2023
1	Arena	m3	7	16/03/2023
2	Triturado 3/4"	m3	7	17/03/2023
3	Triturado 1"	m3	14	17/03/2023
2	Triturado 3/4"	m3	7	21/03/2023
1	Arena	m3	28	21/03/2023
2	Triturado 3/4"	m3	7	22/03/2023
3	Triturado 1"	m3	7	23/03/2023
1	Arena	m3	14	23/03/2023
2	Triturado 3/4"	m3	7	24/03/2023
3	Triturado 1"	m3	7	24/03/2023
1	Arena	m3	14	28/03/2023
2	Triturado 3/4"	m3	7	29/03/2023
2	Triturado 3/4"	m3	7	30/03/2023
3	Triturado 1"	m3	7	30/03/2023
1	Arena	m3	7	30/03/2023
2	Triturado 3/4"	m3	7	31/03/2023
3	Triturado 1"	m3	7	31/03/2023
1	Arena	m3	7	03/04/2023
2	Triturado 3/4"	m3	14	04/04/2023
2	Triturado 3/4"	m3	7	11/04/2023
1	Arena	m3	7	11/04/2023
2	Triturado 3/4"	m3	7	13/04/2023
1	Arena	m3	7	13/04/2023
2	Triturado 3/4"	m3	21	14/04/2023
3	Triturado 1"	m3	14	14/04/2023
1	Arena	m3	28	15/04/2023
2	Triturado 3/4"	m3	14	18/04/2023
3	Triturado 1"	m3	7	18/04/2023
1	Arena	m3	7	28/04/2023
2	Triturado 3/4"	m3	14	02/05/2023
1	Arena	m3	7	17/05/2023

Nota. La figura enlista las entradas de viajes de arena y triturado al campamento. (Autor, 2023)

Figura 27

Registro de salidas de viajes de arena y triturado desde el campamento

SALIDA DE MATERIALES				
CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	FECHA
1	Arena	m3	7	18/01/2023
3	Triturado 1"	m3	7	18/01/2023
1	Arena	m3	7	31/01/2023
3	Triturado 1"	m3	7	1/02/2023
1	Arena	m3	7	3/02/2023
1	Arena	m3	49	6/02/2023
1	Arena	m3	77	7/02/2023
1	Arena	m3	21	8/02/2023
1	Arena	m3	84	20/03/2023
1	Arena	m3	49	21/03/2023
1	Arena	m3	112	22/03/2023
1	Arena	m3	14	29/03/2023
1	Arena	m3	42	30/03/2023
1	Arena	m3	14	31/03/2023
3	Triturado 1"	m3	7	20/04/2023
1	Arena	m3	28	26/04/2023

Nota. La figura enlista las salidas de viajes de arena y triturado desde el campamento. (Autor, 2023)

3.1.1.5 Control de calidad sobre materiales usados en obra. Este control se ejerció principalmente sobre los materiales usados para la preparación de concreto (cemento, agua, triturado y arena). Sin embargo, empleando normas de construcción y listas de verificación técnica también se realizó control de calidad sobre el acero y el geotextil utilizado para la construcción del filtro. A continuación, se enlistan los requisitos encontrados en las normas de construcción con las que se realizó control de calidad sobre: cemento, agua, triturado, arena, acero y geotextil.

Tabla 5

Control de calidad sobre materiales empleados para preparación de concreto

Requisito	Cumple	No cumple	No aplica	Observaciones
El cemento debe cumplir con las normas técnicas (NTC 121) y (NTC 321), debe corresponder con el mismo tipo de cemento especificado en los diseños de mezcla, no se permite realizar mezclas con varios tipos de cemento ya que estos tienen diferentes propiedades	x			Según diseño, cemento usado: cemento estructural
El cemento se debe almacenar sobre plataformas de madera mínimo 10cm por encima del nivel del piso y en sitios protegidos de los agentes atmosféricos, en depósitos o silos que eviten la humedad y los contaminantes	x			Almacenado bajo techo
El cemento debe estar empacado en sacos o bolsas de buena calidad y claramente identificados con la marca de fábrica, nombre del fabricante y peso neto	x			
Las pilas de almacenamiento no deben ser de más de 14 sacos y deben tener mínimo 50 cm cada 4 hileras de arrume	x			

No se debe colocar sacos directamente contra las paredes de cierre de la instalación temporal de almacenamiento, y el cemento no debe pasar más de 30 días almacenado	x		
No se permite el consumo de cementos que hayan iniciado un fraguado falso	x		
El cemento a granel se debe almacenar en tanques herméticos para prevenir su contaminación y el consumo se hace según las dosificaciones aprobadas			x
El almacenamiento del agua se debe hacer en tanques limpios que no permitan contaminación con aceites, sales, materia orgánica o sustancias nocivas para el concreto o el refuerzo, se deben cumplir las normas NTC 3459 (Agua para la elaboración de concreto)		x	Agua obtenida de pozo, contaminada con materia orgánica
Los agregados deben almacenarse en un lugar seco y libre de otro material de suelo que pueda contaminarlos, deben cubrirse con plástico u otro material para evitar la contaminación proveniente del aire, además, se debe arrumar tal que se evite la segregación del material		x	Materiales almacenados al aire libre sin protección y sobre terreno natural
No se debe permitir el tránsito de vehículos sobre el material	x		Materiales almacenados en lugar donde no existía tránsito de vehículos
En caso de usar otro material como colorantes, fibras u otro se puede usar si y solo si no afecta la durabilidad y resistencia del concreto y bajo aprobación previa de EPM			x

Nota. La tabla muestra criterios encontrados en la norma de construcción NC-MN-OC07-01

usados para realizar un control de calidad sobre cemento, agua, triturado y arena. (Autor, 2023)

Tabla 6*Control de calidad sobre acero de refuerzo*

Requisito	Cumple	No cumple	No aplica	Observaciones
Debe realizarse una evaluación y aceptación del acero de refuerzo conforme a lo estipulado en el numeral C.3.5.10 del reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10	x			Evaluación realizada y enviada por el proveedor
Verificar por medio del rotulado en las barras que la procedencia y grado del acero sea el requerido	x			
Verificar que la cantidad de barras, las longitudes y los diámetros sean los solicitados al proveedor según los cuadros de despiece	x			
Las barras de refuerzo deben estar libres de defectos, dobladuras y curvas	x			
El acero de refuerzo debe almacenarse en la obra encima de teleras, canes o elementos de madera	x			
En lo posible, el sitio de almacenamiento debe ser cubierto, y por razones de seguridad y control debe ser encerrado	x			Acero almacenado en campamento
Se debe organizar separando las barras por diámetro y longitud, o por paquetes debidamente rotulados si llega a la obra ya figurado de la planta	x			Acero almacenado por diámetro
Las mallas electrosoldadas se deben colocar sobre teleras separándolas de acuerdo a los distintos tipos	x			

Nota. La tabla muestra criterios encontrados en la norma de construcción NC-MN-OC07-07

usados para realizar un control de calidad sobre el acero de refuerzo. (Autor, 2023)

Tabla 7*Control de calidad sobre Geotextil NT 1600*

Requisito	Cumple	No cumple	No aplica	Observaciones
Se deben emplear geotextiles tejidos elaborados a partir de fibras sintéticas como el polipropileno, poliéster, polietileno, poliamida y poliacrílico	x			Geotextil NT 1600 (polipropileno)
No se permite que estos queden expuestos al sol por un lapso mayor de tres días. En caso de que se requiera dejarlos expuestos por condiciones de la obra, se debe consultar con el fabricante sobre las recomendaciones que se deben tener en cuenta para preservar las características del geotextil	x			
Los geotextiles deben ser suministrados en rollo o bobinas empacados y rotulados con la siguiente información: Material Datos del fabricante Fecha de fabricación Dimensiones del geotextil Espesor y peso	x			Suministrado en rollos
Se debe tener precauciones en el transporte, carga y descarga para evitar punzonamiento, corte o deterioro de las capas exteriores del geotextil	x			
En el caso de requerir un almacenamiento del geotextil por un período superior a 15 días, no se requieren precauciones especiales, sin embargo, para almacenamiento de mayor duración, se deben seguir las recomendaciones del fabricante. En cualquier caso, los geotextiles deben ser almacenados protegiéndolos de la acción de los rayos del sol			x	Almacenamiento aproximado de 15 días únicamente

La interventoría debe solicitar los certificados de calidad de los geotextiles, en los cuales se debe verificar el cumplimiento de los requisitos mecánicos, físicos e hidráulicos

x

Nota. La tabla muestra criterios encontrados en la norma de construcción NC-MN-OC08-11 usados para realizar un control de calidad sobre el Geotextil NT 1600. (Autor, 2023)

Fue a partir del análisis de estos criterios que se pudo establecer si el cemento, el agua, el triturado, la arena, el acero y el Geotextil NT 1600 estaban cumpliendo los criterios mínimos de calidad y algunos aspectos técnicos relacionados al almacenamiento de estos materiales. En la Tabla 8 se muestran los porcentajes de cumplimiento de los estándares de calidad que establecen las normas empleadas para este control.

Tabla 8

Porcentaje de cumplimiento según control de calidad sobre materiales

Material	Norma	Porcentaje de cumplimiento
Materiales para concreto	NC-MN-OC07-01	77,8%
Acero de refuerzo	NC-MN-OC07-07	100%
Geotextil NT 1600	NC-MN-OC08-11	80%

Nota. La tabla establece el porcentaje de cumplimiento de las normas empleadas para el control de calidad de algunos materiales empleados en obra. (Autor, 2023)

Adicionalmente, se apoyó a la empresa CLS Ingeniería S.A.S en el control de ensayos de resistencia a la compresión del concreto. Estas muestras eran tomadas por cada elemento del módulo, es decir, toma de muestra para los pilotes del primer módulo, para el solado del primer

módulo, para la zarpa del primer módulo y para el alzado del muro o alma del primer módulo; y así de esta manera para cada uno de los siete módulos construidos. La Figura 28 muestra el proceso de toma de estas muestras.

Figura 28

Toma de muestras para ensayo de Resistencia a la compresión del concreto



Nota. Las fotografías muestran el proceso de toma de muestras para el ensayo de Resistencia a la compresión del concreto. (Autor, 2023)

Los resultados fueron dados por el contratista luego de haber sido verificados por la interventoría. La Figura 29 muestra estos resultados.

Figura 29

Resultados del ensayo de Resistencia a la compresión del concreto

FUNDIDA	FECHA	UBICACIÓN	SECTOR	Resistencia PSI
93	14/02/2023	PILOTES A1, A2, A3, B1, B2, B3	SAN MIGUEL I	4000
94	14/02/2023	SOLADO MÓDULO 1	SAN MIGUEL I	2500
95	16/02/2023	ZARPA MÓDULO 1 Y PILOTES A4 y B4	SAN MIGUEL I	4000
97	21/02/2023	ALMA 2 MÓDULO 1 Y ALETA LADO IZQUIERDO, PILOTES A5, A6, B5 y B6, SOLADO MÓDULO 2	SAN MIGUEL I	4000
98	23/02/2023	ZARPA MÓDULO 2	SAN MIGUEL I	4000
101	28/02/2023	ALMA MÓDULO 2	SAN MIGUEL I	4000
104	06/03/2023	PILOTES A7, A9, B7, B8 y B9	SAN MIGUEL I	4000
105	06/03/2023	SOLADO MÓDULO 3	SAN MIGUEL I	2500
106	08/03/2023	ZARPA MÓDULO 3	SAN MIGUEL I	4000
109	13/03/2023	Alma Módulo 3	San Miguel I	4000
110	14/03/2023	Zarpa Módulo 4 – Pilotes A11 y B11	San Miguel I	4000
112	14/03/2023	Anden	Cerro de la Cruz	3000
114	16/03/2023	Anden	Altos del Poblado	3000
117	17/03/2023	Pilotes A12, A13, B12 y B13 – Solado Módulo 5	San Miguel I	4000
118	18/03/2023	Zarpa Módulo 5	San Miguel I	4000
121	23/03/2023	Pilotes A14, A15, B14 y B15	San Miguel I	4000
122.1	23/03/2023	Solado Módulo 6	San Miguel I	2500
122.2	23/03/2023	Anden	La Colina	3000
123	24/03/2023	Zarpa Módulo 6	San Miguel I	4000
124	28/03/2023	Alma Módulo 4 – Pilotes A16 y B16	San Miguel I	4000
127.1	30/03/2023	Alma Módulo 4 – Pilotes B17 y B18	San Miguel I	4000
127.2	30/03/2023	Solado Módulo 7	San Miguel I	2500
128	01/04/23	Zarpa Módulo 7	San Miguel I	4000
129	03/04/23	Alma Módulo 5 y 6	San Miguel I	4000
132	05/04/23	Pilotes A25 Y B25	La Colina	4000
133	05/04/23	Solado Aleta Izquierda	La Colina	2500

Nota. La figura muestra los resultados entregados por el contratista de los ensayos de resistencia a la compresión realizados al concreto. (CLS Ingeniería S.A.S, 2023)

De esta manera se pudo verificar que la calidad de los materiales empleados para la construcción del muro de contención San Miguel I estuviera dentro de los estándares mínimos con el propósito de garantizar a la comunidad un producto final de calidad.

3.1.2 Realizar verificación de calidad a la ejecución del muro de contención San Miguel I mediante el análisis de normas técnicas aplicables para la correcta construcción del muro

3.1.2.1 Búsqueda de normas técnicas aplicables a muros de contención. Mediante búsquedas en la web y en la NSR-10 se realizó la identificación de normas y secciones aplicables a la construcción de muros de contención. Se encontró que, aunque no hay un título exclusivamente dedicado a estructuras de contención en la NSR 10, si hay que dar mucho cuidado al cumplimiento del capítulo C.10 Flexión y cargas axiales, relacionado con el diseño estructural de un muro, y capítulo H.6 Estructuras de contención, relacionado con los empujes que debe resistir un muro y la capacidad necesaria para ello. También existen secciones de esta norma que reglamentan otros aspectos de los muros de contención, como la sección C.15.12 Muros y estructuras de contención y la sección H.8.3 Estructuras de contención.

Adicionalmente a estas secciones de la NSR-10 se encontró que no existe una norma dedicada únicamente a la construcción de muros de contención. Sin embargo, EPM (Empresas Públicas de Medellín) cuenta con la norma de construcción NC-MN-OC07-08, que dentro de su alcance están únicamente los muros de contención en los que interviene esta empresa, pero da una guía para la correcta construcción de cualquier muro de contención teniendo en cuenta, adicionalmente a los aspectos constructivos, requisitos técnicos relacionados con los profesionales idóneos para realizar estudios y diseños de muros de contención. Es por esto que, para la verificación técnica del muro al que fue asignada la pasante, se tuvo en cuenta esta norma y aquellas a las que hace referencia.

En conclusión, para la verificación técnica se tuvieron en cuenta las siguientes normas:

- NSR-10 En sus capítulos C.10 y H.6 y las secciones C.15.12 y H.8.3
- Norma de construcción NC-MN-OC07-08 Muros de contención
- Norma de construcción NC-MN-OC07-01 Concretos
- Norma de construcción NC-MN-OC07-02 Cimentaciones
- Norma de construcción NC-MN-OC07-07 Acero de refuerzo
- Norma de construcción NC-MN-OC04-01 Llenos compactados
- Norma de construcción NC-MN-OC03-01 Excavaciones
- Norma de construcción NC-MN-OC08-11 Geotextil para estructuras de contención

3.1.2.2 Elaboración de listas de verificación. Estas listas de verificación técnica se elaboraron teniendo en cuenta tres criterios: si cumple, no cumple y no aplica, dejando un espacio para observaciones cuando estas fueran necesarias. Adicionalmente, para cada norma se elaboró una lista de verificación técnica teniendo en cuenta cada aspecto que estas tratan. Para determinar el cumplimiento de la norma o no, se tuvo como criterio cumplir al menos con el 50% de los requisitos establecidos en la norma.

El formato utilizado para la creación de estas listas de verificación técnica se muestra a continuación en la Figura 30.

Figura 30

Formato de lista de verificación técnica

Nombre de la norma				
Proyecto:	Realizar las obras de intervención correctiva requeridas para mitigar el riesgo por remoción en masa mediante la construcción de estructuras de contención en los barrios Cerro de La Cruz, El Poblado, Las Colinas Y San Miguel, en el área urbana del municipio de Río de Oro, departamento del Cesar, en el marco de la declaratoria de calamidad pública decreto no. 093 de 2020 prorrogado mediante decreto no. 033 de 2021 y en desarrollo del Plan de Acción Específico (PAE)			
Verificación realizada por:				
Requisito	Cumple	No cumple	No aplica	Obsevaciones
Requisito 1				
Requisito 2				
Requisito 3				
Requisito 4				
Requisito 5				
Requisito 6				
Requisito 7				
Requisito 8				
Requisito 9				
Requisito 10				
Reconteo				
Evaluación final: Cumple / No cumple				
				Firma del verificador

Nota. La figura muestra el formato usado para la elaboración de listas de verificación técnica

(Autor, 2023)

3.1.2.3 Verificación de cumplimiento de las normas durante la construcción. Para esta verificación se determinaron aquellos requisitos en cada norma que debían tenerse en cuenta durante la construcción del muro de contención. En las tablas siguientes se muestran esos requisitos encontrados en cada lista de verificación técnica y su respectiva evaluación.

Tabla 9*Requisitos a tener en cuenta durante la construcción según la NSR-10*

Requisito	Cumple	No cumple
Los muros y elementos de contención de concreto reforzado deben diseñarse de acuerdo con los requisitos apropiados del presente Título C del Reglamento NSR-10	x	
En el diseño de estructuras de contención se deben tener en cuenta las condiciones externas a que puede estar sometida. También debe tenerse en cuenta el tiempo de servicio esperado de la estructura	x	
Estas estructuras deberán diseñarse de tal forma que no se rebasen los estados límite de falla	x	
La selección de los estados activos, en reposo o pasivos, actuantes sobre la estructura de contención debe quedar plenamente justificada	x	
Los empujes debidos al agua subterránea deben minimizarse en lo posible, mediante el empleo de obras adecuadas de drenaje y despresurización. Sin embargo, cuando esto no es posible, deben sumarse a los empujes de tierras	x	
Los muros de contención deberán siempre dotarse de un sistema de filtros y drenajes colocados atrás del muro	x	
Los rellenos no incluirán materiales degradables ni compresibles y deberán compactarse de modo que sus cambios volumétricos por peso propio, por saturación y por las acciones externas a que estarán sometidos, no causen daños intolerables a los pavimentos ni a las instalaciones estructurales alojadas en ellos o colocadas sobre los mismos	x	
Para control de rellenos, se recurrirá a la prueba Proctor estándar	x	
Los rellenos se compactarán con procedimientos que eviten el desarrollo de empujes superiores a los considerados en el diseño	x	
La base del muro deberá desplantarse cuando menos a 1 m bajo la superficie del terreno enfrente del muro y debajo de la zona de cambios volumétricos estacionales y de rellenos	x	
La estabilidad contra deslizamiento deberá ser garantizada sin tomar en cuenta el empuje pasivo que puede movilizarse frente al pie del muro	x	

La capacidad de carga en la base del muro se deberá revisar por los métodos indicados en las presentes Normas para cimentaciones superficiales	x	
Se deben incluir los empujes originados por efectos sísmicos	x	
Se deberá prever los cuidados necesarios para no inducir sobreesfuerzos que conlleven deformaciones sobre estas estructuras y que posteriormente puedan reducir la capacidad de soporte para la cual fueron diseñadas, bajo la condición de carga final de trabajo		x
Se debe incluir la secuencia completa de ejecución de actividades, de manera tal que se garantice que ni los suelos de cimentación ni aquellos que servirán de relleno a la estructura de contención, sufran variaciones importantes en su rigidez y resistencia, y de manera particular en la densidad del material a colocar en el trasdós del muro, toda vez que este factor puede inducir degradación prematura de la estructura de contención		x
Los sistemas de drenaje preventivo deberán diseñarse e instalarse en la forma adecuada para buscar la estabilidad de la estructura de contención y del material contenido, y la menor variación posible de las trayectorias de drenaje naturales	x	

Nota. La tabla enlista requisitos que deben tenerse en cuenta durante la construcción de un muro de contención según la NSR-10. (Autor, 2023)

Tabla 10

Requisitos a tener en cuenta durante la construcción según NC-MN-OC07-08

Requisito	Cumple	No cumple
El diseñador debe ser un ingeniero civil cuando se trate de diseños estructurales y estudios geotécnicos	x	
Las especificaciones en cuanto a mezclado, transporte, colocación y curado del concreto se deben hacer de acuerdo a lo definido en la norma de construcción NC-MN-OC07-01 “Concretos”	x	
Las características propias para los elementos que conforman el muro de contención como resistencia a compresión, fluidez, contenido de aditivos y demás particularidades deben ser las especificadas en el plano estructural propio de cada proyecto	x	

No se permite el uso de concreto mezclado manualmente para elementos estructurales salvo que las condiciones de obra así lo requieran y previa autorización de EPM	x	
Los recubrimientos libres del acero de refuerzo, los diámetros mínimos de doblaje de las barras, las longitudes de anclaje y de traslape y todos los detalles de figuración, se deben hacer de acuerdo con lo especificado en el plano estructural del muro de contención	x	
En la norma de construcción NC-MN-OC07-0 “acero de refuerzo”, se establecen las especificaciones técnicas que debe cumplir el acero de refuerzo	x	
Los distanciadores para garantizar el recubrimiento mínimo del acero deben ser bloques de mortero prefabricados con las mismas características del elemento a vaciar, tensores o silletas de acero, por ningún motivo se permite el uso de trozos de madera, piedras o escombros	x	
Las barras se deben fijar firmemente en su posición para evitar que se muevan cuando se esté vaciando y vibrando el concreto	x	
Se deben utilizar los amarres de alambre adecuados para fijar las barras ortogonales y los estribos en caso de que los haya	x	
El equipo de encofrado se debe almacenar en sitios cubiertos y secos, colocado verticalmente o ligeramente inclinado cuando se recuesten sobre un muro y levantados del piso		x
Las piezas o componentes defectuosos se deben reparar o reemplazar debida y oportunamente	x	
Antes de tender cualquier encofrado la cimbra debe estar impregnada con un lubricante para evitar que se adhiera al concreto	x	
Las juntas entre las tapas del encofrado deben evitar el excesivo escurrimiento del concreto	x	
Se deben armar los encofrados para darle la forma deseada al muro y apuntalarlos adecuadamente de manera que se resistan las cargas durante la construcción hasta que se alcance la resistencia propia de cada elemento	x	
Antes de quitar la formaleta se debe verificar, mediante el ensayo de cilindros testigos, que el concreto haya alcanzado la resistencia para soportar la carga correspondiente a la etapa de la construcción en que se encuentra	x	

El encofrado se debe retirar de tal manera que no afecte el funcionamiento de la estructura y de inmediato se le debe comenzar el curado	x
A partir del día siguiente del vaciado se debe curar el muro con agua durante una semana, mínimo tres veces al día	x
Se debe evitar el empleo de suelos arcillosos o limosos en el relleno del muro de contención, en caso de que sea requerido su uso, deben consultarse al ingeniero diseñador o al geotecnista para su aprobación en conjunto con EPM	x
La compactación del material del relleno del muro de contención debe hacerse con precaución, utilizando medios ligeros	x
Se deben seguir las indicaciones de los planos estructurales y si se requiere, se debe hacer un solado en un concreto simple o un mejoramiento del suelo de cimentación según las indicaciones del ingeniero geotecnista	x
En todos los muros de contención sin importar su tipo se debe proporcionar un drenaje adecuado mediante tubos perforados de drenaje o lloraderos, cuyos diámetros, distribución y separación deben ser construidos según lo indiquen los planos estructurales del muro de contención	x
Se debe instalar un material de filtrado detrás o alrededor de los mismos, usando geotextiles que sirvan para tal fin, y considerando las recomendaciones que se presenten en los planos estructurales del muro o por las indicaciones del ingeniero geotecnista	x
Para el uso del geotextil debe cumplirse lo establecido en la norma NECG-424-00 “geotextil para estructuras de contención”	x
El geotextil a usar debe contar con la totalidad de la dimensión requerida hasta completar el ultimo traslapeo y el sello impermeable	x
En las excavaciones previas a la construcción del muro de contención debe preverse los espacios requeridos para poder realizar las labores de armado del acero de refuerzo, encofrado y vaciado del concreto	x
Como mínimo se debe contar con una distancia de 0,50 m desde el borde del muro hasta el inicio del corte para tener espacio para las maniobras del personal en la construcción	x
Si se tiene en el diseño un muro con juntas de construcción o dilatación al momento del vaciado se debe contar con los elementos para el sellado del mismo	x

Si el vaciado del concreto se realiza por etapas a causa de su altura, se debe dejar una superficie lo más rugosa y limpia posible para la óptima adherencia del concreto	x
El refuerzo se debe colocar según los planos y las especificaciones de diseño y siguiendo la norma de construcción NC-MN-OC07-07 “acero de refuerzo”	x
La distancia de separación del refuerzo respecto a la formaleta o terreno debe ser la indicada por la NSR-10	x

Nota. La tabla enlista requisitos que deben tenerse en cuenta durante la construcción de un muro de contención según la NC-MN-OC07-08. (Autor, 2023)

Tabla 11

Requisitos a tener en cuenta durante la construcción según NC-MN-OC07-01

Requisito	Cumple	No cumple
El cemento debe cumplir con las normas técnicas (NTC 121) y (NTC 321), debe corresponder con el mismo tipo de cemento especificado en los diseños de mezcla, no se permite realizar mezclas con varios tipos de cemento ya que estos tienen diferentes propiedades	x	
El concreto se debe almacenar sobre plataformas de madera mínimo 10cm por encima del nivel del piso y en sitios protegidos de los agentes atmosféricos, en depósitos o silos que eviten la humedad y los contaminantes	x	
El cemento debe estar empacado en sacos o bolsas de buena calidad y claramente identificados con la marca de fábrica, nombre del fabricante y peso neto	x	
Las pilas de almacenamiento no deben ser de más de 14 sacos y deben tener mínimo 50 cm cada 4 hileras de arrume	x	
No se debe colocar sacos directamente contra las paredes de cierre de la instalación temporal de almacenamiento, y el cemento no debe pasar más de 30 días almacenado	x	
No se permite el consumo de cementos que hayan iniciado un fraguado falso	x	

El almacenamiento del agua se debe hacer en tanques limpios que no permitan contaminación con aceites, sales, materia orgánica o sustancias nocivas para el concreto o el refuerzo, se deben cumplir las normas NTC 3459 (Agua para la elaboración de concreto)	x
Los agregados deben almacenarse en un lugar seco y libre de otro material de suelo que pueda contaminarlos, deben cubrirse con plástico u otro material para evitar la contaminación proveniente del aire, además, se debe arrumar tal que se evite la segregación del material	x
No se debe permitir el tránsito de vehículos sobre el material	x
El diseño de la mezcla de concreto debe ser el indicado en los planos, especificaciones o el indicado por el ingeniero estructura	x
Debe cumplir con la prueba de asentamiento según lo indicado en la norma técnica colombiana NTC 396	x
Para comprobar el diseño de mezcla se debe realizar las pruebas de resistencia en laboratorio, las cuales deben estar máximo un 20% por encima de las resistencias obtenidas en obra	x
Sólo el responsable del diseño estructural puede ordenar, por escrito, variaciones en la mezcla o en las resistencias, de acuerdo con el tipo de la estructura y las condiciones de la obra o del terreno	x
En las mezclas sólo se aceptan dosificaciones proporcionales al peso	x
Todos los concretos producidos en obra deben ser mezclados mecánicamente. El equipo debe ser capaz de combinar los componentes para producir una mezcla uniforme, dentro del tiempo y a la velocidad especificada, y descargar la mezcla del equipo sin que se produzca segregación de materiales	x
Se debe tener como mínimo una mezcladora de reserva para garantizar que la programación en el vaciado sea continua	x
La mezcladora debe girar a velocidad uniforme, y no puede ser operada a velocidades mayores o en exceso de la capacidad recomendadas por el fabricante	x
El contenido de la mezcladora se debe vaciar completamente antes de iniciar un nuevo mezclado	x
Bajo ninguna circunstancia se permite la preparación o almacenamiento de la mezcla directamente sobre pavimento	x
Cuando se utilicen concretos preparados y mezclados en planta, estos deben cumplir todos los requisitos exigidos	x

Por ningún motivo se permite el uso de mezclas que tengan más de 30 minutos de haber sido preparadas, salvo aquellas que por efectos de diseño incluyan algún tipo de aditivo que retarde el fraguado o que dicha espera se dé dentro de un vehículo mezclador que permanezca agitando el concreto debidamente	x	
La cantidad de agua contenida en los agregados debe ser determinada periódicamente	x	
No se permite la adición de agua al concreto cuando, después de producido, haya permanecido más de 30 minutos almacenado o en el medio de transporte y haya iniciado su fraguado	x	
El transporte del concreto se debe hacer lo más pronto posible, con los equipos adecuados y mediante procedimientos que garanticen la homogeneidad del concreto, se debe evitar pérdidas de material, segregación y contaminación de la mezcla	x	
Se deben garantizar las condiciones de acceso a todos los frentes de la obra, permitiendo el adecuado vaciado del concreto, éste debe ser almacenado o mezclado lo más cerca posible del sitio de vaciado final	x	
Si el transporte del concreto se realiza bajo condiciones climáticas extremas, se debe usar una protección adecuada, que garantice las condiciones iniciales del concreto	x	
Al momento de comenzar el vaciado deben estar limpios los equipos de transporte, el refuerzo libre de óxidos o grasas, los encofrados recubiertos con desmoldante, además no puede haber estancamientos de agua y en caso de tener superficies de concreto colocado anteriormente que vayan a estar en contacto directo con el concreto nuevo deben haber recibido el tratamiento de juntas específico	x	
No se debe colocar concreto sobre lodo, aceites, tierra o llenos que no hayan sido compactados a la densidad requerida	x	
En cimentaciones sobre tierra, esta debe estar limpia, húmeda sin empozamiento y preferiblemente protegida con un solado o concreto pobre	x	
El concreto debe alcanzar una consistencia tal que permita su colocación en todas las esquinas o ángulos de las formaletas, alrededor del refuerzo, y de cualquier otro elemento embebido, sin que haya segregación	x	
No se debe dejar caer concreto verticalmente desde una altura mayor de 1,20 m, excepto cuando la descarga se haga dentro de moldes de altura apreciable, como las de columnas, muros, y similares, en cuyo caso la altura libre de caída puede ser hasta de 3,00 m, siempre y cuando se utilice un aditivo que evite la segregación de los materiales y no se afecten las condiciones iniciales de la mezcla	x	x

Las rampas o canales utilizados para la colocación del concreto deben tener una pendiente mayor de 1:2, y estar construidas adecuadamente para evitar la segregación	x	
El concreto debe depositarse cerca a su posición final en la formaleta, de modo que no haya que moverlo más de dos 2,00 m dentro de la misma	x	
La colocación del concreto se debe hacer en forma continua en capas horizontales con un espesor no mayor a 45 cm, hasta llegar a la junta indicada en los planos, o la aceptada por EPM		x
La velocidad de colocación debe ser tal que no permita que las superficies de concreto hayan endurecido cuando se coloque la siguiente capa	x	
La velocidad de colocación debe ser tal que no llegue a producir movimientos en las formaletas, o desplazamientos y distorsiones en las varillas de refuerzo	x	
Después de vaciado el concreto las barras de acero de refuerzo que se encuentren embebidas total o parcialmente no pueden doblarse o figurarse	x	
Para mezclas que requieran ser vaciadas mediante bombeo debe tenerse en cuenta su granulometría especial dada en la Norma ASTM C33, además es recomendable el uso de aditivos reductores de agua, superfluidificantes que mejoran la viscosidad y la cohesión del concreto	x	
Para vaciados en las noches o lugares oscuros, se debe tener la iluminación suficiente para ejecutar todas las labores de control y garantizar la seguridad industrial	x	
El material de las formaletas debe ser el indicado en los planos o especificaciones de construcción o el aprobado por EPM. Éstas deben garantizar unidades de concretos iguales en forma, líneas y dimensiones a los elementos mostrados en los planos	x	
Las formaletas deben ser sólidas, adecuadamente arriostradas y amarradas	x	
En el momento de colocar el concreto, la superficie de la formaleta debe estar libre de incrustaciones de mortero, óxidos o de cualquier otro material, y no debe tener perforaciones, imperfecciones, deformaciones o uniones defectuosas	x	
Se debe cubrir la superficie de la formaleta que vaya a estar en contacto con el concreto con una capa de desmoldante, aceite mineral, aceite de hígado de bacalao o parafina. Se prohíbe la utilización de aceite quemado para lubricación de las formaletas	x	

Los tensores para la fijación de las formaletas deben tener un diseño tal que los agujeros que queden sean tan pequeños como sea posible, que garanticen el alineamiento de la formaleta y constituidos por pernos provistos de rosca y tuerca	x	
Todo hueco dejado por los tensores debe ser resanado con mortero de consistencia seca inmediatamente después de que se retire la formaleta	x	
Las abrazaderas deben ser de tal forma que la porción que permanezca embebida en el concreto esté por lo menos a 5 cm por dentro de las superficies terminadas y permitan retirar los extremos exteriores de las mismas, sin producir daños en las caras del concreto	x	
El desencofrado debe realizarse sin movimientos bruscos, choques o destrucción de las esquinas o superficie del concreto	x	
Los tiempos mínimos de retiro de las formaletas son los siguientes: Muros y columnas (2) dos días. Losas hasta de 10 cm de espesor (7) siete días. Losas de más de 10 cm de espesor (15) quince días. Losas que soporten cimbras (28) veintiocho días.	x	
Inmediatamente se retiren las formaletas se harán las reparaciones necesarias en las superficies del concreto y se iniciará el proceso de curado que corresponda	x	
Bajo ninguna circunstancia se permite el vibrado del concreto con maderos u algún otro objeto diferente a un vibrador	x	
La selección del vibrador se debe hacer por parte del contratista y debe ser aprobado por EPM	x	
El equipo de vibración debe ser accionado por electricidad o aire comprimido, y ser del tipo interno que opere por lo menos entre 7 000 a 10 000 rpm cuando se sumerja en el concreto	x	
Fuera de los vibradores necesarios para el vaciado, se debe tener mínimo dos vibradores de reserva		x
Los vibradores se deben aplicar directamente dentro de la masa de concreto, en posición vertical y en ningún caso se deben usar para transportar concreto dentro de la formaleta	x	
La intensidad de la vibración y la duración de la operación de vibrado, deben ser las necesarias y suficientes para que el concreto fluya y envuelva totalmente el refuerzo, alcanzando la consolidación requerida sin que se produzca la segregación de los agregados	x	

El tiempo de vibrado puede variar entre 5 y 15 segundos, para concretos con asentamiento entre 25 mm y 75 mm. En general, para la mayoría de los casos, 10 segundos son suficientes para lograr la densificación del concreto	x	
El vibrador debe penetrar en la capa colocada previamente para que las dos capas se ligen adecuadamente, pero no llegar hasta las capas más bajas que ya han obtenido su fraguado inicial, o en concreto que no muestre plasticidad durante el vibrado, o en sitios donde la vibración pueda afectar la posición del refuerzo o de materiales embebidos	x	
La vibración debe complementarse golpeando exteriormente con martillo neumático, o usando varillas en las esquinas y ángulos de las formaletas, mientras el concreto esté todavía plástico y manejable	x	
Se debe hacer con agua limpia cubriendo totalmente todas las superficies expuestas con lienzos permanentemente saturados, o manteniéndolas mojadas por un sistema de tuberías perforadas, de regadores mecánicos u otro método apropiado, que las mantenga continuamente húmedas		x
Se deben construir en los sitios y con las dimensiones que se muestran en los planos	x	
En general, el refuerzo o cualquier otro elemento, excepción hecha de los sellos de impermeabilización, no debe cruzar estas juntas	x	
Todas las juntas de expansión deben llevar material premoldeable adecuado para las condiciones a las que va estar expuesto. El material se aplica según las recomendaciones del fabricante.	x	
Las superficies donde se debe aplicar el imprimante o el material premoldeable deben estar limpias y secas antes de la colocación	x	
Los sellos se deben instalar de manera tal que formen un diafragma impermeable continuo en la junta, tal como se indica en la norma NC-MN-OC07-06	x	
No se permite el uso de aditivos que afecten desfavorablemente la resistencia de la mezcla, o las propiedades del acero	x	
Se prohíbe completamente el uso de los aditivos a base de cloruro de calcio	x	
Para las superficies de concreto a la vista las formaletas se deben construir con madera fina machihembrada y pulida, triplex, lámina de acero o similares, con espesores de acuerdo con los diseños presentados para las mismas y aprobadas por EPM		x

Las fundaciones para columnas, muros, y similares que lleven refuerzo, se deben realizar sobre un solado de concreto pobre de 5 centímetros de espesor, con una resistencia mínima de 7 MPa	x	
Las pruebas de asentamiento se deben hacer por cada 5 metros cúbicos de concreto a vaciar y deben ser efectuados con el consistímetro de Kelly según la norma ASTM-C360 o con el cono de Abrams según la norma técnica colombiana NTC 396		x
Los asentamientos máximos para las mezclas proyectadas deben ser los indicados al respecto para cada tipo, de acuerdo con la geometría del elemento a vaciar y con la separación del refuerzo	x	
Las muestras deben ser tomadas y curadas de acuerdo con las normas técnicas colombianas NTC 550 y NTC 454 y los ensayos se deben realizar teniendo en cuenta las normas técnicas colombianas NTC 504 y NTC 673	x	
Para efectos de confrontación se debe llevar un registro indicador de los sitios de la obra donde se usaron los concretos probados, la fecha de vaciado y el asentamiento	x	
Se debe hacer una prueba de resistencia a la compresión por cada 10 m ³ de mezcla a colocar por cada tipo de concreto	x	
Si el volumen de algún tipo de mezcla a vaciar en 1 día, es menor de 10 m ³ , se debe tomar una muestra para ensayo de resistencia a la compresión, o una muestra por elemento estructural	x	
Debe considerarse que una muestra consta 7 cilindros para fallar, parejas, a los 7, 14 y 28 días, más uno de comprobación posterior (testigo)		x
Las pruebas deben ser tomadas separadamente de cada mezcladora o tipo de concreto y sus resultados se consideran también separadamente	x	
La resistencia promedio de todos los cilindros debe ser igual o mayor a las resistencias especificadas, y por lo menos el 90% de todos los ensayos deben tener una resistencia igual o mayor a esa resistencia	x	
Corresponde a las superficies formaleteadas que van a estar cubiertas por llenos. No necesitan tratamiento especial después de retirar las formaletas, con excepción de la reparación de concretos que presenten acabados defectuosos	x	
La corrección de las irregularidades superficiales se hace únicamente en las depresiones mayores de 2 cm	x	

Nota. La tabla enlista requisitos que deben tenerse en cuenta durante la construcción de un muro

de contención según la NC-MN-OC07-01. (Autor, 2023)

Tabla 12

Requisitos a tener en cuenta durante la construcción según NC-MN-OC07-02

Requisito	Cumple	No cumple
El diseñador debe ser un ingeniero civil cuando se trate de diseños estructurales y estudios geotécnicos	x	
Se deben construir bases para la cimentación superficial, ejecutadas en capas de material seleccionado con el espesor de reemplazo indicado en los planos o en las recomendaciones geotécnicas, debidamente niveladas y compactadas, en capas de suelo-cemento con relación 1:10 o un concreto ciclópeo de resistencia mínima 14MPa		x
En todos los casos, los fondos para las bases y para las cimentaciones mismas deben estar limpios de barro, agua o materiales extraños, se debe utilizar un solado con una base de concreto con una resistencia mínima de $f'c = 7\text{MPa}$, con un espesor de 5 cm o en material base de 10cm de espesor	x	
La geometría de la cimentación debe ser consistente con lo establecido en los planos estructurales	x	
Las especificaciones en cuanto a mezclado, transporte, colocación y curado del concreto se deben hacer a conformidad de la norma de construcción NC-MN-OC07-01 “concretos”	x	
No se permite el uso de concreto mezclado manualmente para elementos estructurales salvo que las condiciones de obra así lo requieran y previa autorización de EPM	x	
Los recubrimientos libres del acero de refuerzo, los diámetros mínimos de doblaje de las barras, las longitudes de anclaje y de traslape y todos los detalles de figuración, se deben hacer de acuerdo con lo especificado en el plano estructural de la cimentación	x	
Los distanciadores para garantizar el recubrimiento mínimo del acero deben ser bloques de mortero prefabricados con las mismas características del elemento a vaciar, tensores o silletas de acero, por ningún motivo se permite el uso de trozos de madera, piedras o escombros	x	
Las barras se deben fijar firmemente en su posición para evitar que se muevan cuando se esté vaciando y vibrando el concreto	x	
Se deben utilizar los amarres de alambre adecuados para fijar las barras ortogonales y los estribos en caso de que los haya	x	

Se debe tener especial cuidado con los elementos de columnas o muros estructurales que inician embebidos en las cimentaciones, garantizando traslapeo, longitud, diámetro y demás características del elemento que no será vaciado junto a las cimentaciones	x	
Las cimentaciones siempre deben ser horizontales o lo más horizontal posible, no se permite la implementación de una cimentación siguiendo un terreno inclinado; de ser necesario contemplar cimentaciones con cierto nivel de inclinación éstas deben ser aprobadas previamente por EPM	x	
Las cimentaciones deben contar con juntas de contracción, expansión o aislamiento		x
El fondo debe estar limpio de barro, agua o materiales extraños, se debe usar solado con base de concreto con una resistencia mínima de $f'c = 7\text{MPa}$, con un espesor de 5 cm o en material base de 10cm		x
Tan pronto como el concreto de solado haya fraguado, se deben colocar las varillas de refuerzo de acuerdo con las dimensiones, diámetros y figuración indicados en los planos estructurales		x
La resistencia de la mezcla debe ser de mínimo 21MPa a menos que en los planos se indique una diferente	x	
Las excavaciones, llenos y disposición de materiales se deben realizar en conformidad con las normas de construcción NC-MN-OC03-01 “excavaciones” y NEGC-204-00 “llenos compactados”	x	
Las dimensiones, clases de concretos, refuerzos y demás detalles se consignan en los documentos particulares de cada obra o en los planos estructurales	x	
Perforación de profundidad y sección requerida	x	
Una vez terminada la perforación y antes de vaciar el concreto es necesario verificar que se encuentre limpia, libre de material suelto y la pared interior esté sana y no haya fluido hacia adentro	x	
La excavación se debe realizar a conformidad de la norma de construcción NC-MN-OC03-01 “excavaciones”	x	

Nota. La tabla enlista requisitos que deben tenerse en cuenta durante la construcción de un muro de contención según la NC-MN-OC07-02. (Autor, 2023)

Tabla 13

Requisitos a tener en cuenta durante la construcción según NC-MN-OC07-07

Requisito	Cumple	No cumple
Debe realizarse una evaluación y aceptación del acero de refuerzo conforme a lo estipulado en el numeral C.3.5.10 del reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10	x	
Verificar por medio del rotulado en las barras que la procedencia y grado del acero sea el requerido	x	
Verificar que la cantidad de barras, las longitudes y los diámetros sean los solicitados al proveedor según los cuadros de despiece	x	
Las barras de refuerzo deben estar libres de defectos, dobladuras y curvas	x	
Fuera de la obra el acero de refuerzo debe ser transportado en camiones adecuados para llevar varillas largas. Se deben usar las correspondientes señales de precaución de “Carga Larga”		x
Si el acero se lleva a la obra ya figurado, este debe de ir en paquetes o atados debidamente rotulados. Si se transportan barras rectas, estas deben ir separadas por diámetros y longitudes		x
Las barras de acero deben ser transportadas dentro de la obra por medio de torre grúas o malacates en caso de tener obras en donde se presenten desniveles considerables. En el caso de que el acero se transporte manualmente, se deben tener rutas correctamente demarcadas para que el personal pueda transportarlo de manera segura, además se debe tener ubicado siempre el sitio en el cual se descarga el acero		x
El acero de refuerzo debe almacenarse en la obra encima de teleras, canes o elementos de madera	x	
En lo posible, el sitio de almacenamiento debe ser cubierto, y por razones de seguridad y control debe ser encerrado	x	
Se debe organizar separando las barras por diámetro y longitud, o por paquetes debidamente rotulados si llega a la obra ya figurado de la planta	x	
Las mallas electrosoldadas se deben colocar sobre teleras separándolas de acuerdo a los distintos tipos	x	
Se deben estudiar detalladamente los planos y las especificaciones propias del proyecto observando los tipos de acero a utilizar	x	

Se debe contar con el despiece de todos los tipos de barras requeridas, donde se indique su diámetro, longitud y la cantidad de barras de cada tipo	x	
Se deben utilizar barras redondas corrugadas con esfuerzo de cedencia de 420 MPa (grado 60), o de acuerdo a lo que indiquen los planos estructurales	x	
Se debe doblar y colocar el refuerzo en forma correcta de acuerdo con los planos de diseño	x	
Solicitud del certificado de calidad que especifique la composición química y las características mecánicas de los lotes que conforman el pedido	x	
En el caso que las barras no lleguen figuradas a la obra, se debe adecuar un sitio con fácil acceso de los vehículos que llevan los materiales, con instalaciones adecuadas para su almacenamiento, con los equipos de transporte y figuración concordantes con las cantidades de acero a manejarse	x	
Se debe contar con las herramientas y el banco de figuración	x	
El banco de figuración debe estar conformado por mesas firmemente ancladas al suelo, sobre cuya superficie de trabajo se fija una platina de figuración con pines verticales que sirven de guías para doblar las barras con la ayuda de una palanca o tubo metálico de longitud apropiada al diámetro a doblar		x
Las barras de refuerzo se deben doblar en frío, de acuerdo con los detalles y dimensiones mostrados en los planos	x	
No se permite doblar acero en la obra cuando estén parcialmente embebidas en el concreto	x	
Para barras de refuerzo principal	x	
• Barras No. 3 a No. 8, 6 diámetros de la barra		
• Barras No. 9 a No. 11, 8 diámetros de la barra		
De acuerdo con la norma NSR 10, los ganchos estándar deben ser:	x	
• Doblez de 180° más una extensión de 4 diámetros de la barra, pero no menor de 65 mm en el extremo libre de la barra.		
• Doblez de 90° más una extensión de 12 diámetros de la barra, en el extremo libre de la barra.		
Todo el acero de refuerzo se debe colocar en la posición exacta mostrada en los planos, y debe asegurarse firmemente para impedir su desplazamiento durante la colocación y vibrado del concreto	x	

El acero de refuerzo al ser colocado en su disposición final, debe estar libre de polvo, escamas de óxido, rebabas de concreto, pintura, grasa o cualquier otro tipo de material	x
Los recubrimientos libres del acero de refuerzo, los diámetros mínimos de doblaje de las barras, las longitudes de anclaje y traslapo y todos los detalles de figuración se deben hacer de acuerdo con lo estipulado en los planos estructurales	x
Las barras de acero se deben asegurar adecuadamente para evitar que se muevan al vaciar o vibrar el concreto	x
Este se debe asegurar en las intersecciones con alambre dúctil utilizando un amarrador o la herramienta adecuada	x
La distancia del acero a las formaletas se debe mantener por medio de bloques de mortero prefabricados con las mismas características del elemento a vaciar, tensores, silletas de acero, clip de sujeción, ruedas de plástico, puentes plásticos, fundas protectoras u otros dispositivos aprobados por EPM. Por ningún motivo se acepta el uso de otro elemento, como trozos de madera, material de suelo, rocas etc	x
Durante el vaciado del concreto, se debe vigilar en todo momento que se conserven inalteradas las distancias entre las barras y el recubrimiento libre entre el acero de refuerzo y las caras internas de la formaleta	x
No se permite el uso de ningún elemento metálico o de cualquier otro material que aflore de las superficies del concreto acabado, distinto a lo indicado expresamente en los planos, o en las especificaciones adicionales que ellos contengan	x
El recubrimiento mínimo para el acero de refuerzo debe ser el indicado en los planos y especificaciones	x
En general se debe tener en cuenta los siguientes recubrimientos para el acero de refuerzo:• Cuando el concreto se coloque directamente sobre el terreno, en contacto con el suelo: 75 mm• En superficies que han de quedar expuestas a la intemperie o en contacto con suelos de rellenos: Barras No. 6 a No. 18: 50 mm Barras No. 5 y menores: 40 mm• Concreto no expuesto a la intemperie, ni en contacto con el suelo: En losas, muros y viguetas para barras No. 11 y menores: 20 mm En vigas y columnas, refuerzo principal, estribos y espirales: 40 mm	x
Los traslapos para las barras de acero deben ser los indicados en los planos estructurales y especificaciones	x
Las barras traslapadas deber quedar colocadas en contacto, se deben amarrar con alambre	x
Los traslapos de refuerzo en vigas, losas y muros, se deben alternar a lado y lado de la sección	x

Las barras de refuerzo y las mallas electrosoldadas deben ser sometidas a ensayos en la fábrica x

Nota. La tabla enlista requisitos que deben tenerse en cuenta durante la construcción de un muro de contención según la NC-MN-OC07-07. (Autor, 2023)

Tabla 14

Requisitos a tener en cuenta durante la construcción según NC-MN-OC04-01

Requisito	Cumple	No cumple
Se le debe notificar a EPM y a la Interventoría con suficiente antelación el comienzo de la ejecución de los llenos	x	
El lleno puede ser realizado por métodos mecánicos o manuales, el material suelto debe disponerse en capas de máximo 15 cm de espesor, de acuerdo con el tipo de trabajo, pero se debe garantizar la estabilidad e integridad de las instalaciones existentes y de las que se están construyendo		x
Los equipos de compactación deben cumplir con las características adecuadas según las condiciones particulares del trabajo	x	
En el proceso de compactación se debe obtener una densidad seca igual o mayor al 95% de la densidad seca máxima obtenida mediante el ensayo Proctor Modificado para llenos en vías o en proyectos donde no se especifique este valor desde el diseño, o mayor al 90% cuando el lleno se realice fuera de vías construidas, para cada una de las medidas	x	
Se deben rechazar como materiales de lleno, aquellos con contenido orgánico, arcillas expansivas, material granular mayor de 75 mm, basuras, suelos con límite líquido mayor a 45 y humedad natural por fuera del rango establecido para obtener el grado de compactación especificado para el lleno	x	
En caso de encontrar llenos antrópicos, suelos orgánicos o arcillas cuyo límite líquido sea mayor que 45 a la profundidad proyectada del lleno, dichos materiales deben ser removidos y reemplazados por material seleccionado de la excavación, limo, arenilla, suelo-cemento o base granular y deben ser compactados	x	
Si el lleno se debe colocar contra o sobre una estructura de concreto, solo puede realizarse después de catorce (14) días del vaciado del concreto, o hasta que este haya alcanzado el 50% de su resistencia	x	

El terreno base del lleno, debe estar libre de vegetación, tierra orgánica, materiales de desecho de construcción u otros materiales objetables	x
Los materiales del lleno deben extenderse en capas horizontales y espesor uniforme de tal forma que permita obtener el grado de compactación requerido	x
Los llenos al respaldo de estribos, muros y otras estructuras, se deben ejecutar de manera tal que no se pongan en peligro su integridad y estabilidad	x
Si no se requieren capas filtrantes al respaldo de las estructuras, se debe colocar grava en las cercanías de los orificios de drenaje, para evitar presiones excesivas y segregación del material de lleno	x
La superficie de las diferentes capas debe tener una pendiente transversal adecuada que garantice la evacuación de las aguas superficiales sin peligro de erosión	x
El contenido óptimo de humedad se debe determinar en la obra, a la vista de los equipos disponibles y conforme a los resultados que se obtengan en los ensayos realizados	x
Los materiales usados para la construcción de llenos deben ser sometidos a ensayos de laboratorio, que permitan determinar inequívocamente sus características físicas y mecánicas	x
Para los llenos no se permiten materiales con características expansivas o colapsables, además el material debe estar libre de sustancias deletéreas, materia orgánica, raíces y demás elementos que puedan resultar perjudiciales	x
El espécimen para el índice de colapso se debe fabricar con la densidad mínima exigida en la especificación y con la humedad correspondiente en el lado seco de la curva de compactación	x
La humedad de los materiales debe corresponder a la humedad óptima de compactación, determinada en el ensayo Proctor Modificado, con una desviación aceptable del 2%	x
Se debe seleccionar, cargar, transportar, almacenar, proteger, colocar y compactar los materiales aptos para llenos, que se obtengan como resultado de las excavaciones	x
Si se va a utilizar el material seleccionado de excavación para la ejecución de los llenos, se debe suministrar a la Interventoría los resultados de los ensayos de laboratorio correspondientes a la densidad seca máxima y humedad óptima	x
El material debe tener una densidad seca mayor o igual al 95% de la densidad seca máxima obtenida mediante el ensayo Proctor Modificado	x

Se debe cumplir con los lineamientos de la resolución 0472 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en cuanto a la gestión integral de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD), el Programa de Manejo Ambiental (PMA de RCD), las obligaciones de los generadores de RCD y las prohibiciones dispuestas en dicha resolución	x	
Estos materiales pueden ser limos, arenillas u otros que al ser compactados tengan una densidad seca mayor o igual al 95% de la densidad seca máxima obtenida mediante el ensayo Proctor Modificado	x	
Se deben presentar los resultados de los ensayos necesarios: Proctor modificado, CBR, límites de consistencia, gradación por mallas, lavado sobre malla N°200, contenido de material orgánico y otros que se consideren necesarios	x	
No se aceptan como material de lleno aquellos suelos con contenido orgánico, arcillas expansivas, material granular mayor a 75 mm (3”), escombros, basuras, suelos con límite líquido mayor a 45, y humedad natural fuera del rango establecido para obtener el grado de compactación especificado	x	
Para el material a utilizar en todo tipo de lleno, se deben presentar los resultados de los siguientes ensayos: <ul style="list-style-type: none"> • Compactación mediante Proctor Modificado • Límites de consistencia • Granulometría • Lavado sobre malla No. 200 (75 µm) • Contenido de materia orgánica • Límite líquido • Humedad óptima • CBR (Californian Bearing Ratio), para obras en vías, cuyo valor debe ser mayor a 5 • Otros ensayos que se consideren necesarios 	x	
Se deben efectuar ensayos de densidad en campo	x	
Se deben hacer al menos cada 0,75 m de espesor del lleno compactado		x
La frecuencia de los ensayos para el material se muestra en la Tabla 3 de la norma		x

Nota. La tabla enlista requisitos que deben tenerse en cuenta durante la construcción de un muro de contención según la NC-MN-OC04-01. (Autor, 2023)

Tabla 15

Requisitos a tener en cuenta durante la construcción según NC-MN-OC03-01

Requisito	Cumple	No cumple
Antes de iniciar las actividades de excavación se deben investigar los sitios por donde cruzan las redes existentes de servicios, y hacer un estudio de las estructuras adyacentes al sitio del proyecto	x	
Se debe ejecutar una nivelación y contra-nivelación del terreno, para determinar los cortes indicados en los planos	x	
Las excavaciones deben ejecutarse con el mayor cuidado en la vecindad de estructuras u obras existentes	x	
El diseñador debe ser un arquitecto, ingeniero civil o mecánico en el caso de diseño de elementos no estructurales	x	
No se debe iniciar la ejecución de las excavaciones en vías públicas, mientras no se hayan obtenido los permisos de rotura del pavimento y cierre de vía correspondientes	x	
Las excavaciones con peligro de derrumbe deben ser entibadas, apuntaladas o soportadas		x
Se deben inspeccionar las excavaciones después de interrupciones prolongadas del trabajo, lluvias, desprendimiento de tierras o cualquier fenómeno que puede aumentar el peligro de accidentes	x	
Las excavaciones deben ejecutarse por métodos manuales o mecánicos	x	
Para excavaciones hasta 2,0 m de profundidad, a cada lado de la zanja, se debe dejar una faja mínima de 0,60 m de ancho libre de tierra excavada, escombros, tubos u otros materiales. Para profundidades mayores de 2,0 m, esta faja debe ser mínimo de 1,0 m de ancho	x	
No se deben usar sistemas que puedan dañar el terreno adyacente	x	
Se deben tomar las precauciones necesarias para no disminuir la resistencia o estabilidad de los terrenos aledaños, en especial, se deben tener en cuenta las características estructurales del entorno y las alteraciones de su drenaje, y se deben adoptar las medidas necesarias para asegurar la estabilidad de los taludes del proyecto y de los terrenos aledaños	x	
Si el material encontrado contiene materia orgánica, este debe ser removido hasta una profundidad de 1,0m o hasta que el contenido de materia orgánica este por debajo del 2%. Estas sobreexcavaciones deben ser rellenadas y conformadas con material que cumpla las características apropiadas para terraplenes	x	

El fondo de las excavaciones no debe presentar depresiones y hundimientos que afecten el normal escurrimiento de las aguas superficiales	x	
El fondo y los taludes de la excavación deben realizarse de acuerdo con las líneas y pendientes establecidas en los planos	x	
Sólo se permite el uso de equipos pesados, tales como tractores o palas mecánicas, hasta una cota de 0,3 m por encima de las líneas de fondo de las excavaciones; estos últimos 0,3 m se excavarán por métodos manuales	x	
Inmediatamente después de que se termine la excavación manual, se vaciará una capa de mortero o concreto pobre con espesor mínimo de 0,05 m. El Contratista deberá proteger el suelo de fundación con un sistema previamente aprobado por EPM, hasta que pueda vaciarse esta capa. Si es el caso, se dejarán los últimos 0,1 m sin excavar hasta el momento en el que se vaya a vaciar la capa de mortero o concreto pobre	x	
Los drenajes superficiales deben captar el agua de escorrentía y desviarla del sitio de las obras	x	
Las aguas lluvias que caigan directamente sobre la superficie de las excavaciones debe ser evacuada lo más rápido posible mediante sistemas de bombeo	x	
Es importante usar un filtro alrededor de los puntos de succión en arena gruesa o grava		x
Si el suelo está compuesto de arcilla o roca firme, se recomienda el uso de sumideros y bombas	x	

Nota. La tabla enlista requisitos que deben tenerse en cuenta durante la construcción de un muro de contención según la NC-MN-OC03-01. (Autor, 2023)

Tabla 16

Requisitos a tener en cuenta durante la construcción según NC-MN-OC08-11

Requisito	Cumple	No cumple
Se deben emplear geotextiles tejidos elaborados a partir de fibras sintéticas como el polipropileno, poliéster, polietileno, poliamida y poliacrílico	x	

No se permite que estos queden expuestos al sol por un lapso mayor de tres días. En caso de que se requiera dejarlos expuestos por condiciones de la obra, se debe consultar con el fabricante sobre las recomendaciones que se deben tener en cuenta para preservar las características del geotextil	x	
Los geotextiles deben ser suministrados en rollo o bobinas empacados y rotulados con la siguiente información: Material Datos del fabricante Fecha de fabricación Dimensiones del geotextil Espesor y peso	x	
Se debe tener precauciones en el transporte, carga y descarga para evitar punzonamiento, corte o deterioro de las capas exteriores del geotextil	x	
La interventoría debe solicitar los certificados de calidad de los geotextiles, en los cuales se debe verificar el cumplimiento de los requisitos mecánicos, físicos e hidráulicos		x

Nota. La tabla enlista requisitos que deben tenerse en cuenta durante la construcción de un muro de contención según la NC-MN-OC08-11. (Autor, 2023)

3.1.2.4 Verificación de cumplimiento de las normas en el producto final. Para esta verificación se determinaron aquellos requisitos en cada norma que se evaluaban al final del proceso de construcción del muro de contención. En las tablas siguientes se muestran esos requisitos encontrados en cada lista de verificación técnica y su respectiva evaluación.

Tabla 17

Requisitos a tener en cuenta al finalizar la obra según NC-MN-OC07-08

Requisito	Cumple	No cumple
La geometría del muro de contención debe ser coherente con lo establecido en los planos estructurales	x	

Los muros deben contar con juntas de contracción, expansión o aislamiento (según lo que indiquen los planos estructurales) para compensar los esfuerzos y deformaciones resultantes por cambios volumétricos y de geometría causados por la retracción de fraguado, las variaciones en la temperatura, y los asentamientos diferenciales	x
Deben existir juntas de construcción según lo indiquen los planos con las separaciones y detalles allí presentados y dichas juntas deben cumplir el proceso constructivo especificado en la norma de construcción NC-MN-OC07-01 “concretos”	x
Los muros en voladizo y los muros con contrafuertes deben ser en concreto reforzado, los espesores, la resistencia a la compresión, y las especificaciones del concreto del muro deben ser las especificadas en los planos estructurales	x

Nota. La tabla enlista requisitos que deben tenerse en cuenta sobre el producto final según la NC-MN-OC07-08. (Autor, 2023)

Tabla 18

Requisitos a tener en cuenta al finalizar la obra según NC-MN-OC07-01

Requisito	Cumple	No cumple
El acabado de todas las superficies debe ser ejecutado por personal técnico experto y se debe hacer bajo la vigilancia de EPM, se deben revisar las irregularidades de las superficies para determinar si están dentro de los límites aquí especificados		x
Las reparaciones de la superficie del concreto se deben hacer únicamente con personal experto	x	
Se debe corregir todas las imperfecciones que se encuentren para que las superficies del concreto se ajusten a los requisitos exigidos por estas normas	x	
Todas las reparaciones de la superficie del concreto se deben realizar antes de 24 horas, contadas a partir del momento en que se retiren las formaletas	x	
El concreto utilizado para las reparaciones debe ser de las mismas características del concreto de la estructura a reparar	x	

Todas las superficies reparadas se deben someter a curado, como lo especifica esta norma x

Nota. La tabla enlista requisitos que deben tenerse en cuenta sobre el producto final según la NC-MN-OC07-01. (Autor, 2023)

Al realizar la verificación técnica del muro San Miguel I conforme a las normas mencionadas anteriormente se pudo determinar el porcentaje de cumplimiento de cada una, como se muestra en la Tabla 19.

Tabla 19

Porcentajes de cumplimiento según verificación técnica realizada

Norma	Porcentaje de cumplimiento	Cumple/No cumple
NSR-10	87.5%	Cumple
NC-MN-OC07-08	97.4%	Cumple
NC-MN-OC07-01	88.2%	Cumple
NC-MN-OC07-02	83.3%	Cumple
NC-MN-OC07-07	89.2%	Cumple
NC-MN-OC04-01	89.3%	Cumple
NC-MN-OC03-01	90.0%	Cumple
NC-MN-OC08-11	80.0%	Cumple

Nota. La tabla muestra los resultados obtenidos luego de la verificación técnica realizada a procesos constructivos del muro de contención construido en Rio de Oro, Cesar. (Autor, 2023)

De esta manera se pudo determinar que los procesos constructivos ejecutados en la construcción del muro de contención San Miguel I en el municipio de Rio de Oro, Cesar cumplieron con los aspectos técnicos y de diseño que demandan las normas colombianas.

- Localización y replanteo
- Relleno compactado manualmente
- Excavación manual
- Retiro de escombros
- Suministro e instalación de tubería sanitaria PVC de 2" y 4"
- Mortero 1:4
- Solado 1700psi y 2850psi
- Vigas de cimentación, vigas aéreas y columnas en concreto 21MPa
- Antepiso e=5cm
- Losa maciza h=10cm
- Muro sencillo en ladrillo macizo
- Pañete normal, estuco plástico y pintura de muros
- Mesón en concreto
- Bordillo en concreto 10x10
- Suministro e instalación de tubería presión PVC ½"
- Suministro e instalación de bajante aguas lluvias PVC 4"
- Suministro e instalación de punto hidráulico de ½"
- Suministro e instalación de punta sanitario de 2" y 4"
- Suministro e instalación de tomacorriente doble
- Suministro e instalación de luminaria LED circular
- Enchape pisos
- Suministro e instalación de puerta metálica
- Suministro e instalación de aparatos sanitarios

3.1.3.1.2 Espacios públicos. Actividades más frecuentes en obras de la empresa:

- Pintura
- Localización y replanteo
- Excavación manual
- Relleno compactado manualmente
- Retiro de escombros
- Solado 16MPa
- Bordillo en concreto 20x20
- Vigas de cimentación, vigas aéreas y columnas en concreto 21MPa
- Losa en concreto 21MPa
- Antepiso
- Baldosa en cemento para exteriores
- Suministro e instalación de banca de madera
- Suministro e instalación de canecas
- Concreto 21MPa
- Suministro e instalación de grama sintética
- Suministro e instalación de reflectores

3.1.3.1.3 Redes hidrosanitarias. Actividades más frecuentes en obras de la empresa:

- Localización y replanteo
- Excavación manual
- Relleno compactado manualmente

- Mortero 1:4
- Concreto de saneamiento 14MPa
- Concreto 21MPa y 24.5MPa
- Suministro e instalación de punto sanitario de 2" y 4"
- Suministro e instalación de punta hidráulico de ½"
- Suministro e instalación de tubería sanitaria PVC de 3", 4", 6", 8" y 10"

3.1.3.1.4 Infraestructura vial. Actividades más frecuentes de la empresa:

- Desmonte y limpieza
- Demolición de estructuras en concreto
- Excavación manual
- Concreto 21MPa
- Relleno compactado manualmente
- Cuneta en concreto 21MPa
- Mejoramiento de la subrasante

3.1.3.2 Búsqueda de información sobre costos en el Catatumbo. Debido a que el área de trabajo de la empresa CLS Ingeniería S.A.S se concentra en la región del Catatumbo, se realizó la búsqueda de información sobre costos de materiales y maquinaria en dicha región.

Esta delimitación geográfica se realizó con el propósito de que la creación de la base de datos estadísticos y financieros estuviera enmarcada en condiciones más específicas.

El primer paso para lograr esta actividad fue contactar ferreterías, ladrilleras, trituradoras y empresas dedicadas al alquiler de maquinarias ubicadas en el Catatumbo. Las empresas contactadas se muestran en la Tabla 20.

Tabla 20

Proveedores en el Catatumbo

	Empresa	Municipio	Teléfono
Ferreterías	Ferretería Catatumbo SAS	Tibú	314 270 2432
	Ferreplast Santa Clara	Ocaña	318 366 3046
	Ferretodo La Unión	Ocaña	320 452 9331
	Ferretería Construaréz	Ocaña	322 446 9951
Trituradoras	Trituradora El Guayabal SAS	Ocaña	313 609 1468
	Acosta Ferretería	Ocaña	313 460 2668 607 569 4349
Ladrilleras	Distribuciones Josué	Ocaña	312 376 2727 310 211 2347
	Acosta Ferretería	Ocaña	313 460 2668 607 569 4349
Alquiler de maquinaria y equipos	Renta Construcciones	Ocaña	316 471 3258
	Taller Alianza	Ocaña	316 471 3256 607 592 2642
	Freddy Benavides Santiago / Servicio de volqueta	Ocaña	315 885 6206
	Juan de Dios Ortiz / Contratista de obra	Ocaña	320 402 9560

Nota. La tabla enlista posibles proveedores para la empresa CLS Ingeniería S.A.S. (Autor, 2023)

Cada una de estas empresas contactadas realizaron la cotización de materiales y maquinaria necesarios para las actividades más frecuentes en obras de la empresa CLS Ingeniería S.A.S. Dichas cotizaciones se adjuntas en los apéndices como evidencia de la actividad desarrollada en este ítem.

3.1.3.3 Búsqueda de información sobre rendimientos en el Catatumbo. Siguiendo la idea de realizar la base de datos estadísticos y financieros enmarcados en el Catatumbo, región de trabajo de la empresa CLS Ingeniería S.A.S, se realizó la búsqueda de rendimientos de mano de obra para esta región.

Se encontró un trabajo de investigación de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña enfocado hacia actividades de construcción de viviendas. A continuación, se presenta en la Tabla 21 los rendimientos calculados en dicho trabajo para el municipio de Ocaña, Norte de Santander.

Tabla 21

Rendimientos para actividades de construcción de viviendas

Actividad	Unidad	Rendimiento
Replanteo	m ² /hH	62.23
Desmonte manual sin retiro	m ² /hH	2.56
Excavación manual sin clasificar	m ³ /hH	0.31
Concreto de saneamiento e=0.05	m ² /hH	1.09
Viga de cimentación 30x30	ml/hH	0.54
Compactación de relleno manualmente	m ³ /hH	0.48
Columna de confinamiento con refuerzo 12x25	ml/hH	0.23
Viga 12x25 con refuerzo	ml/hH	0.35
Placa maciza h=0.10	m ² /hH	0.246
Mesón en concreto	m ² /hH	0.36
Bordillo poceta ducha	ml/hH	0.75

Muro ladrillo de obra e=0.12	m2/hH	0.66
Pañete rústico muro 1:5	m2/hH	1.14
Tubería agua a presión	ml/hH	2.70
Punto hidráulico ½"	und/hH	0.65
Tubería aguas servidas d=4"	ml/hH	3.03
Punto desagüe PVC 3"	und/hH	0.94
Lavamanos de colgar	und/hH	1.00
Aparato sanitario	und/hH	1.85
Ducha sencilla	und/hH	1.79
Papelera	und/hH	5.40
Jabonera	und/hH	7.92
Toallero	und/hH	9.18
Cepillera	und/hH	7.73
Lavaplatos en acero	und/hH	0.50
Antepiso en concreto e=0.05	m2/hH	2.19
Estuco	m2/hH	2.67
Pintura vinilo sobre estuco (2 manos)	m2/hH	2.86
Hoja puerta 1.0x2.0	und/hH	3.46
Concreto 21.0 MPa	m3/hH	0.33
Mortero 1:5	m3/hH	0.39
Mortero 1:4	m3/hH	0.37

Nota. Datos tomados de (Rojas & Jimenez, 2017)

Igualmente, para otras actividades se encontró la base de datos de APUs de INVIAS para Norte de Santander, de donde se obtuvo información para rendimientos de mano de obra en relación a actividades de construcción de espacios públicos y de infraestructura vial.

Aquellas actividades que no fueron encontradas en dentro del trabajo de investigación de la UFPSO y los APUs de INVIAS para Norte de Santander, fueron tomados de la lista de APUs de Camacol y de la investigación realizada por el Arquitecto constructor Luis Fernando Botero Botero, docente del departamento de Ingeniería civil de la Universidad EAFIT de Medellín, Antioquia (Análisis de Rendimientos y consumos de mano de obra en actividades de construcción).

3.1.3.4 Elaboración de APUs. Para iniciar la creación de APUs, en primer lugar, se creó un formato de APU que tuviera en cuenta costos directos de cada actividad, es decir equipos, materiales y mano de obra. El formato se muestra a continuación en la Figura 31.

Figura 31

Formato de APU

Análisis de Precio Unitario						
Actividad						Unidad
1. Equipo						
Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Rendimiento	Valor	Valor-Parcial	
Herramienta menor (10% M de O)				\$ -	\$ -	
2. Materiales						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio-Unit.	Valor	Valor-Parcial	
				\$ -		
				\$ -		
				\$ -		
				\$ -		
				\$ -	\$ -	
3. Mano de obra						
Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Rendimiento	Valor	Valor-Parcial	
					\$ -	
Costo directo total					\$ -	

Nota. La figura muestra el formato usado para la creación de APUs. (Autor, 2023)

3.1.3.4.1 Equipos y Materiales. Ya habiendo establecido aquellas actividades a las que se les realizaría el Análisis de Precio Unitario y equipos y materiales necesarios para cada una de estas actividades, adicionalmente teniendo cotizaciones de equipos y materiales, se realizó el estudio de mercado de equipos y estudio de mercado de materiales, siguiendo la fórmula de la distribución beta, que se presenta a continuación.

$$\text{Costo para APU} = \frac{\text{Costo optimista} + 4(\text{Costo normal}) + \text{Costo pesimista}}{6}$$

De esta manera se presentas los resultados obtenidos en el estudio de mercado de equipos en la Tabla 22.

Tabla 22

Estudio de mercado de equipos

Descripción	Und	Coptimista	Cnormal	Cpesimista	Costo A.P.U
Equipo topográfico	dM	\$ 66.700,00	\$ 75.000,00	\$ 116.000,00	\$ 80.450,00
Mezcladora	dM	\$ 70.000,00	\$ 80.000,00	\$ 80.000,00	\$ 78.333,00
Cizalla	dM	\$ 30.000,00	\$ 30.000,00	\$ 30.000,00	\$ 30.000,00
Volqueta	dM	\$ 350.000,00	\$ 425.000,00	\$ 500.000,00	\$ 425.000,00
Vibrador	dM	\$ 50.000,00	\$ 80.000,00	\$ 100.000,00	\$ 78.333,00
Formaleta metálica	dM	\$ 5.000,00	\$ 12.500,00	\$ 20.000,00	\$ 12.500,00
Paral metálico 4m	dM	\$ 300,00	\$ 400,00	\$ 3.000,00	\$ 817,00
Formaleta 2,5x0,25	dM	\$ 15.000,00	\$ 26.000,00	\$ 30.000,00	\$ 24.833,00
Cargador	hM	\$ 120.000,00	\$ 120.000,00	\$ 150.000,00	\$ 125.000,00
Martillo demoledor	dM	\$ 60.000,00	\$ 80.000,00	\$ 90.000,00	\$ 78.333,00
Retroexcavadora	hM	\$ 150.000,00	\$ 155.000,00	\$ 160.000,00	\$ 155.000,00
Vibrocompactador	dM	\$ 80.000,00	\$ 80.000,00	\$ 80.000,00	\$ 80.000,00
Motoniveladora	hM	\$ 120.000,00	\$ 160.000,00	\$ 160.000,00	\$ 153.333,00

Nota. La tabla muestra el estudio de mercado realizado a los equipos necesarios para la creación de APUs siguiendo la distribución Beta. (Autor, 2023)

De la misma manera, habiendo computado las cotizaciones realizadas en cada empresa contactada, se realizó el estudio de mercado de materiales, como se muestra en la Tabla 23.

Tabla 23*Estudio de mercado de materiales*

Descripción	Und	Coptimista	Cnormal	Cpesimista	Costo A.P.U
Puntilla 2"	g	\$ 8,75	\$ 9,20	\$ 9,50	\$ 9,18
Hilo carpa	m	\$ 30,30	\$ 30,30	\$ 42,42	\$ 32,32
Receba	m ³	\$ 18.571,43	\$ 35.000,00	\$ 70.000,00	\$ 38.095,24
Arena	m ³	\$ 54.285,71	\$ 70.000,00	\$ 70.000,00	\$ 67.380,95
Cemento	kg	\$ 600,00	\$ 600,00	\$ 620,00	\$ 603,33
Triturado	m ³	\$ 85.000,00	\$ 107.142,86	\$ 120.000,00	\$ 105.595,24
Agua	lt	\$ 1,32	\$ 1,39	\$ 1,46	\$ 1,39
Alambre negro C18	kg	\$ 7.500,00	\$ 8.000,00	\$ 8.500,00	\$ 8.000,00
Varilla No. 2 420MPa	m	\$ 833,33	\$ 1.500,00	\$ 1.500,00	\$ 1.388,89
Varilla No. 3 420MPa	m	\$ 2.250,00	\$ 2.958,33	\$ 3.333,33	\$ 2.902,78
Varilla No. 4 420MPa	m	\$ 4.666,67	\$ 4.758,33	\$ 5.000,00	\$ 4.783,33
Varilla No. 5 420MPa	m	\$ 7.500,00	\$ 7.666,67	\$ 8.000,00	\$ 7.694,44
Varilla No. 6 420MPa	m	\$ 11.000,00	\$ 11.083,33	\$ 11.166,67	\$ 11.083,33
Tubería PVC sanitaria 2"	m	\$ 4.666,67	\$ 5.083,33	\$ 6.666,67	\$ 5.277,78
Codo 90 PVC sanitario 2"	und	\$ 2.500,00	\$ 2.500,00	\$ 3.000,00	\$ 2.583,33
Tubería PVC sanitaria 3"	m	\$ 7.500,00	\$ 7.500,00	\$ 8.500,00	\$ 7.666,67
Codo 90 PVC sanitario 3"	und	\$ 5.100,00	\$ 5.750,00	\$ 6.000,00	\$ 5.683,33
Soldadura solvente para PVC	lt	\$ 74.152,54	\$ 84.038,05	\$ 84.566,60	\$ 82.478,56
Tubería PVC presión 1/2"	m	\$ 1.666,67	\$ 2.208,33	\$ 2.833,33	\$ 2.222,22
Codo 90 PVC presión 1/2"	und	\$ 500,00	\$ 600,00	\$ 800,00	\$ 616,67
Tapón PVC presión 1/2"	und	\$ 500,00	\$ 550,00	\$ 800,00	\$ 583,33
Tubería PVC sanitaria 4"	m	\$ 8.000,00	\$ 11.916,67	\$ 14.250,00	\$ 11.652,78
Unión PVC sanitaria 4"	und	\$ 4.500,00	\$ 5.250,00	\$ 5.600,00	\$ 5.183,33
Codo 90 PVC sanitario 4"	und	\$ 9.000,00	\$ 9.500,00	\$ 10.600,00	\$ 9.600,00
Tubería PVC sanitaria 6"	m	\$ 20.000,00	\$ 26.250,00	\$ 30.000,00	\$ 25.833,33
Codo 90 PVC sanitario 6"	und	\$ 45.000,00	\$ 48.500,00	\$ 50.000,00	\$ 48.166,67
Tubería PVC sanitaria 8"	m	\$ 44.000,00	\$ 45.333,33	\$ 46.666,67	\$ 45.333,33
Codo 90 PVC sanitario 8"	und	\$ 170.508,00	\$ 175.000,00	\$ 232.900,00	\$ 183.901,33
Tubería PVC sanitaria 10"	m	\$ 53.333,33	\$ 53.333,33	\$ 53.333,33	\$ 53.333,33
Codo 90 PVC sanitario 10"	und	\$ 364.005,00	\$ 581.658,00	\$ 828.900,00	\$ 586.589,50

Ladrillo macizo 20X10X6	und	\$ 600,00	\$ 650,00	\$ 800,00	\$ 666,67
Tubo cuadrado 5X5	m	\$ 13.666,67	\$ 17.991,67	\$ 22.316,67	\$ 17.991,67
Puerta metálica	und	\$ 699.900,00	\$ 699.900,00	\$ 699.900,00	\$ 699.900,00
Teja ondulada 1,8m No. 6	und	\$ 38.000,00	\$ 38.000,00	\$ 38.000,00	\$ 38.000,00
Lija No. 80	und	\$ 1.500,00	\$ 1.550,00	\$ 1.800,00	\$ 1.583,33
Estuco plástico	lt	\$ 5.496,83	\$ 6.251,60	\$ 7.006,37	\$ 6.251,60
Limpiador PVC	g	\$ 67,65	\$ 72,06	\$ 73,53	\$ 71,57
Alambre eléctrico #12	m	\$ 2.230,00	\$ 2.300,00	\$ 2.700,00	\$ 2.355,00
Caja plástica PVC 2x4	und	\$ 600,00	\$ 600,00	\$ 800,00	\$ 633,33
Cinta aislante	m	\$ 266,67	\$ 320,00	\$ 422,22	\$ 328,15
Tomacorriente doble blanco	und	\$ 4.500,00	\$ 4.600,00	\$ 7.500,00	\$ 5.066,67
Panel LED circular 18W	und	\$ 13.500,00	\$ 17.500,00	\$ 18.000,00	\$ 16.916,67
Cerámica 20x20 blanca	m ²	\$ 43.035,00	\$ 44.425,00	\$ 45.815,00	\$ 44.425,00
Pegador interiores 25kg	kg	\$ 520,00	\$ 760,00	\$ 1.000,00	\$ 760,00
Boquilla para juntas	kg	\$ 5.600,00	\$ 5.800,00	\$ 6.000,00	\$ 5.800,00
Bisagras 3"	und	\$ 1.700,00	\$ 4.000,00	\$ 7.000,00	\$ 4.116,67
Cemento blanco 5kg	kg	\$ 2.500,00	\$ 2.750,00	\$ 3.000,00	\$ 2.750,00
Set accesorios para baño	und	\$ 55.000,00	\$ 74.000,00	\$ 93.000,00	\$ 74.000,00
Sanitario blanco	und	\$ 167.500,00	\$ 180.500,00	\$ 185.000,00	\$ 179.083,33
Lavamanos sin pedestal	und	\$ 167.500,00	\$ 180.500,00	\$ 185.000,00	\$ 179.083,33
Lavaplatos simple en acero	und	\$ 62.000,00	\$ 76.250,00	\$ 90.500,00	\$ 76.250,00
Grifería lavaplatos monocontrol	und	\$ 28.000,00	\$ 38.000,00	\$ 65.000,00	\$ 40.833,33
Acople plástico sanitario 1/2"	und	\$ 4.000,00	\$ 4.100,00	\$ 4.200,00	\$ 4.100,00
Teflón	m	\$ 125,00	\$ 300,00	\$ 333,33	\$ 276,39
Sellador silicona SIKA	ml	\$ 129,41	\$ 129,41	\$ 129,41	\$ 129,41
Kit grifería ducha sencilla	und	\$ 47.000,00	\$ 48.000,00	\$ 53.500,00	\$ 48.750,00
Pintura blanca tipo 1	lt	\$ 10.696,65	\$ 14.097,64	\$ 18.102,03	\$ 14.198,21
Pintura blanca para exteriores	lt	\$ 11.793,75	\$ 12.890,84	\$ 13.987,93	\$ 12.890,84
Loseta de cemento 40x40	und	\$ 40.000,00	\$ 40.000,00	\$ 40.000,00	\$ 40.000,00
Banca de madera exteriores	und	\$ 460.000,00	\$ 495.000,00	\$ 526.000,00	\$ 494.333,33
Caneca exteriores en acero	und	\$ 53.000,00	\$ 53.000,00	\$ 53.000,00	\$ 53.000,00
Gramma sintética	m ²	\$ 27.500,00	\$ 27.500,00	\$ 27.500,00	\$ 27.500,00
Pegante grama	lt	\$ 25.000,00	\$ 25.000,00	\$ 25.000,00	\$ 25.000,00
Reflector LED 150W	und	\$ 150.000,00	\$ 165.000,00	\$ 230.000,00	\$ 173.333,33

Nota. La tabla muestra el estudio de mercado realizado a los materiales necesarios para la

creación de APU's siguiendo la distribución Beta. (Autor, 2023)

3.1.3.4.2 Mano de obra. Con el fin de determinar costos de la mano de obra, inicialmente se determinó el factor prestacional como se muestra en la Tabla 24.

Tabla 24

Cálculo del factor prestacional

Concepto	Porcentaje	Valor parcial	Acumulado
Valor mensual jornada ordinaria diurna		\$ 1.160.000,00	
Auxilio de transporte		\$ 140.000,00	
Salario base para liquidar algunas prestaciones			\$ 1.300.000,00
Prestaciones sociales legales directas			
Cesantías (mensual)	8,33%	\$ 108.290,00	
Prima de servicios (mensual)	8,33%	\$ 108.290,00	
Intereses de cesantías (mensual)	1,00%	\$ 13.000,00	
Dotación (mensual)	7,00%	\$ 91.000,00	
Vacaciones (mensual)	4,17%	\$ 48.372,00	
Total prestaciones legales directas		\$ 368.952,00	\$ 1.668.952,00
Prestaciones sociales legales indirectas			
SENA	2,00%	\$ 23.200,00	
ICBF	3,00%	\$ 34.800,00	
Caja de compensación familiar	4,00%	\$ 46.400,00	
FIC	2,50%	\$ 29.000,00	
Total prestaciones legales indirectas		\$ 133.400,00	\$ 1.802.352,00
Transferencias			
Fondo de pensiones	12,00%	\$ 139.200,00	
Salud EPS (Entidad promotora de salud)	8,50%	\$ 98.600,00	
ARL (Administradora de riesgos laborales)	6,96%	\$ 80.736,00	
Total transferencias		\$ 318.536,00	\$ 2.120.888,00
Factor prestacional	1,828		
Porcentaje prestacional	82,84%		

Nota. La tabla muestra el proceso de cálculo del factor prestacional. (Autor, 2023)

Obtenido el factor prestacional se procedió con el cálculo del salario por mes, día y hora de cada tipo de trabajador teniendo en cuenta prestaciones sociales, como se muestra en la Tabla 25.

Tabla 25

Remuneración de mano de obra

<i>Tipo</i>	<i>S.M.L.V</i>	<i>Salario con prestaciones sociales mensual</i>	<i>Salario con prestaciones sociales día</i>	<i>Salario con prestaciones sociales hora</i>
Ayudante de albañilería	1,0	\$ 2.120.888,00	\$ 70.696,27	\$ 8.837,03
Ayudante con especialidad	1,2	\$ 2.545.065,60	\$ 84.835,52	\$ 10.604,44
Oficial de albañilería	1,5	\$ 3.181.332,00	\$ 106.044,40	\$ 13.255,55
Oficial con especialidad	2,0	\$ 4.241.776,00	\$ 141.392,53	\$ 17.674,07
Técnico	2,5	\$ 5.302.220,00	\$ 176.740,67	\$ 22.092,58
Maestro	3,0	\$ 6.362.664,00	\$ 212.088,80	\$ 26.511,10

Nota. La tabla muestra los valores correspondientes de salario para cada tipo de trabajador.

(Autor, 2023)

Con la información obtenida se logró calcular el costo de cada cuadrilla de trabajo según su distribución.

Ahora bien, teniendo costos de equipos, materiales y mano de obra se pudo seguir con la creación de APUs para cada actividad establecida. En la Figura 32 se presenta como ejemplo el formato de APU diligenciado para la actividad Concreto 21MPa.

Figura 32*APU para la actividad Concreto 21MPa*

Análisis de Precio Unitario					
Actividad	Concreto 21MPa	Ítem	1.16	Unidad	m3
1. Equipo					
Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Rendimiento	Valor	Valor-Parcial
Mezcladora	dM	\$ 78.333,00	1,8	\$ 43.518,33	
Herramienta menor (10% M de O)				\$ 2.945,68	
					\$ 46.464,01
2. Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio-Unit.	Valor	Valor-Parcial
Arena	m3	0,52	\$ 67.380,95	\$ 35.038,10	
Cemento	kg	320	\$ 603,33	\$ 193.066,67	
Triturado	m3	0,9	\$ 105.595,24	\$ 95.035,71	
Agua	lt	170	\$ 1,39	\$ 236,66	
					\$ 323.377,13
3. Mano de obra					
Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Rendimiento	Valor	Valor-Parcial
1:4	hC	\$ 48.603,68	1,65	\$ 29.456,78	
					\$ 29.456,78
Costo directo total					\$ 399.297,92

Nota. La figura muestra la forma de diligenciamiento del formato de APU para determinar costos directos de cada actividad. (Autor, 2023)

Las cantidades de cada material en este APU fueron obtenidas de la dosificación para un concreto de 21MPa. Cabe resaltar que, para las actividades que requerían el cálculo de cantidad de cada material, su proceso de cálculo se adjunta como apéndice.

Es así que, luego de la creación del APU para cada actividad mencionada anteriormente se obtuvieron los precios unitarios enlistados a continuación.

Tabla 26

Precios unitarios de actividades más frecuentes en obras de la empresa CLS Ingeniería S.A.S

Ítem	Descripción	Und	Precio
1	Edificaciones		
1.1	Campamento de 18m2	gbl	\$ 4.410.135,30
1.2	Demolición manual de muros	m ²	\$ 24.301,84
1.3	Demolición de vigas y columnas	m ³	\$ 59.808,03
1.4	Desmonte de puertas	und	\$ 40.503,07
1.5	Desmonte de ventanas	und	\$ 54.004,09
1.6	Localización y replanteo	m ²	\$ 12.592,30
1.7	Relleno compactado manualmente	m ³	\$ 73.965,82
1.8	Excavación manual	m ³	\$ 31.357,22
1.9	Retiro de escombros	m ³	\$ 63.850,01
1.10	Suministro e instalación de tubería sanitaria PVC de 2"	ml	\$ 11.160,07
1.11	Suministro e instalación de tubería sanitaria PVC de 4"	ml	\$ 19.990,91
1.12	Mortero 1:4	m ³	\$ 354.759,09
1.13	Solado 1700psi	m ³	\$ 276.160,85
1.14	Solado 2850psi	m ³	\$ 316.904,56
1.15	Concreto 17,5MPa	m ³	\$ 369.608,35
1.16	Concreto 21MPa	m ³	\$ 399.297,92
1.17	Vigas de cimentación 30x30 en concreto 21MPa	ml	\$ 88.818,44
1.18	Vigas aéreas 12x25 en concreto 21MPa	ml	\$ 103.183,56
1.19	Columnas 12x25 en concreto 21MPa	ml	\$ 115.304,12
1.20	Antepiso e=5cm	m ²	\$ 24.028,78
1.21	Losa maciza h=10cm	m ²	\$ 298.891,41
1.22	Muro sencillo en ladrillo macizo	m ²	\$ 70.149,48

1.23	Pañete normal	m ²	\$	13.827,75
1.24	Estuco plástico	m ²	\$	16.745,61
1.25	Mesón en concreto	m ²	\$	225.256,49
1.26	Bordillo en concreto 10x10	ml	\$	20.214,22
1.27	Suministro e instalación de tubería presión PVC 1/2"	ml	\$	9.073,91
1.28	Suministro e instalación de bajante aguas lluvias PVC 4"	ml	\$	26.969,65
1.29	Suministro e instalación de punto hidráulico de 1/2"	und	\$	24.281,39
1.30	Suministro e instalación de punto sanitario de 2"	und	\$	28.029,87
1.31	Suministro e instalación de punto sanitario de 4"	und	\$	38.838,20
1.32	Suministro e instalación de tomacorriente doble	und	\$	9.066,07
1.33	Suministro e instalación de luminaria LED circular	und	\$	25.674,09
1.34	Enchape pisos	m ²	\$	70.360,27
1.35	Suministro e instalación de puerta metálica	und	\$	710.066,82
1.36	Suministro e instalación de accesorios de baño	gbl	\$	86.204,57
1.37	Suministro e instalación de sanitario	und	\$	197.090,46
1.38	Suministro e instalación de lavamanos	und	\$	204.236,51
1.39	Suministro e instalación de lavaplatos metálico	und	\$	171.839,65
1.40	Suministro e instalación de ducha	und	\$	55.404,89
1.41	Pintura muros	m ²	\$	6.378,30
2	Espacios públicos			
2.1	Pintura	m ²	\$	8.364,32
2.2	Localización y replanteo	m ²	\$	12.592,30
2.3	Excavación manual	m ³	\$	31.357,22
2.4	Relleno compactado manualmente	m ³	\$	73.965,82
2.5	Retiro de escombros	m ³	\$	63.850,01
2.6	Solado 16MPa	m ³	\$	292.891,29
2.7	Bordillo en concreto 20x20	ml	\$	16.390,22
2.8	Vigas de cimentación 30x30 en concreto 21MPa	ml	\$	88.818,44
2.9	Vigas aéreas 12x25 en concreto 21MPa	ml	\$	103.183,56
2.10	Columnas 12x25 en concreto 21MPa	ml	\$	99.887,87
2.11	Losa en concreto 21MPa	m ²	\$	298.891,41
2.12	Antepiso	m ³	\$	24.028,78
2.13	Baldosa de cemento para exteriores	m ²	\$	270.699,41
2.14	Suministro e instalación de bancas de madera	und	\$	638.342,98
2.15	Suministro e instalación de canecas	und	\$	197.009,65
2.16	Concreto 21MPa	m ³	\$	399.297,92
2.17	Suministro e instalación de grama sintética	m ²	\$	42.990,24
2.18	Suministro e instalación de reflectores	und	\$	297.758,76
3	Redes hidrosanitarias			
3.1	Localización y replanteo	m ²	\$	12.592,30

3.2	Excavación manual	m ³	\$	31.357,22
3.3	Relleno compactado manualmente	m ³	\$	73.965,82
3.4	Mortero 1:4	m ³	\$	354.759,09
3.5	Concreto de saneamiento 14MPa	m ³	\$	351.415,09
3.6	Concreto 21MPa	m ³	\$	399.297,92
3.7	Concreto 24,5MPa	m ³	\$	426.118,99
3.8	Suministro e instalación de punto sanitario de 2"	und	\$	28.029,87
3.9	Suministro e instalación de punto sanitario de 4"	und	\$	38.838,20
3.10	Suministro e instalación de punto hidráulico de 1/2"	und	\$	24.281,39
3.11	Suministro e instalación de tubería sanitaria PVC de 3"	ml	\$	13.930,13
3.12	Suministro e instalación de tubería sanitaria PVC de 4"	ml	\$	19.287,07
3.13	Suministro e instalación de tubería sanitaria PVC de 6"	ml	\$	48.458,87
3.14	Suministro e instalación de tubería sanitaria PVC de 8"	ml	\$	115.789,48
3.15	Suministro e instalación de tubería sanitaria PVC de 10"	ml	\$	266.003,31
4	Infraestructura vial			
4.1	Desmante y limpieza	m ²	\$	479,42
4.2	Demolición de estructuras en concreto	m ³	\$	62.694,16
4.3	Excavación manual	m ³	\$	31.357,22
4.4	Concreto 21MPa	m ³	\$	399.297,92
4.5	Relleno compactado manualmente	m ³	\$	73.965,82
4.6	Cuneta en concreto 21MPa	ml	\$	533.266,04
4.7	Mejoramiento de la subrasante	m ²	\$	1.318,39

Nota. La tabla enlista los precios unitarios por actividad obtenidos siguiendo el proceso descrito anteriormente. (Autor, 2023)

La base de datos estadísticos y financieros se programó en la herramienta Excel, por lo que se adjunta dicho archivo de Excel como apéndice.

3.1.4 Elaborar una cartilla pedagógica con el proceso constructivo de muros de contención bajo condiciones de las vías secundarias del Municipio de Rio de Oro, Cesar

3.1.4.1 Recopilación de información relacionada con el proceso constructivo de muros de contención. Mediante las visitas de campo realizadas a la obra que consistía en la construcción de un muro de contención de 43m de largo en el municipio de Rio de Oro, Cesar, se logró recopilar información relacionada al proceso constructivo de un muro de contención. De esta manera se determinó dicho proceso en los siguientes pasos ya descritos previamente en el ítem 3.1.1.2:

1. Corte de talud y excavaciones
2. Colocación del acero para la cimentación
3. Fundición de la cimentación
4. Solado para la zarpa
5. Colocación del acero para la zarpa
6. Colocación del acero transversal para el alzado del muro
7. Fundición de la zarpa
8. Colocación de junta de construcción entre zarpa y alzado del muro
9. Colocación del acero longitudinal para el alzado del muro
10. Instalación de lloraderos
11. Inicio de la fundida del alzado del muro
12. Colocación de junta de construcción entre sección y sección del alzado del muro
13. Terminación de la fundida del alzado del muro
14. Construcción del filtro en el trasdós del muro
15. Compactación del relleno seleccionado
16. Construcción de juntas de dilatación
17. Construcción de andenes

De la misma manera se encontró que las normas aplicadas a la construcción del muro de contención San Miguel I mediante la verificación técnica, eran documentos a tener en cuenta en el proceso de creación de la cartilla pedagógica.

Es de resaltar también que se encontraron textos académicos que desarrollan el tema de estructuras de contención. Entre ellos están:

- Obras de contención: Manual técnico del doctor Pérsio Leister
- Muros de contención y muros de sótano del doctor José Calavera
- Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales del profesor Jaime Suarez

3.1.4.2 Selección de la información. Ya que la totalidad de la información recolectada durante las visitas del campo a la construcción del muro de contención San Miguel I está directamente relacionada con la construcción de muros de contención en el municipio de Rio de Oro, Cesar, se tendrá en cuenta dicha información para la creación de la cartilla pedagógica.

La información contenida en las normas empleadas para la verificación técnica realizada al muro de contención San Miguel I, igualmente será tenida en cuenta en la creación de la cartilla pedagógica con el fin de que ésta alcance cierta integridad en relación al tema tratado.

Adicionalmente a los textos académicos mencionados anteriormente, también se tendrá como guía del formato de una cartilla pedagógica la cartilla pedagógica del SENA Construcción autogestionada: Muros A.

3.1.4.3 Identificación de factores diferenciales en vías secundarias de Río de Oro.

Para la identificación de estos factores se tomó como referencia la Calle 1b Sur del municipio de Río de Oro, Cesar. La Figura 33 muestra dicha vía.

Figura 33

Calle 1b Sur del municipio de Río de Oro, Cesar



Nota. En las imágenes se pueden observar las características de una vía secundaria del municipio de Río de Oro, Cesar. (CLS Ingeniería S.A.S, 2022)

Las principales características diferenciales de la vía mencionada son los siguientes:

- Pendientes longitudinales mayores. El relieve de la región hace que las vías del municipio de Rio de Oro, Cesar cuenten con pendientes longitudinales elevadas.
- Trayectoria curva de la vía. Influidas por el relieve de la zona, la trayectoria de las vías en el municipio de Rio de Oro no son rectas, más bien con trayectorias curvas definidas por el relieve.
- Riesgo de derrumbes en la vía. Igualmente, debido al relieve y a la geografía de la zona, las vías del municipio de Rio de Oro, Cesar están propensas a derrumbes o remoción de masas, factor que afecta en el diseño estructural de estructuras de contención.

Otro factor encontrado, no directamente relacionado con las características de las vías en el municipio de Rio de Oro, Cesar, pero si relacionado directamente con la construcción de estructuras de contención como respuesta al riesgo de derrumbes en la vía es el tipo de suelo encontrado durante la construcción del muro de contención San Miguel I, en el que predominó suelo rocoso, factor que dificultó y atrasó el proceso de excavación.

En conclusión, los principales factores diferenciales identificados fueron pendientes geometría de la vía, relieve de la zona y predominio de suelo rocoso como factor desfavorable en la construcción de muros de contención.

3.1.4.4 Diseño del documento. Gracias a la recolección de información relacionada a muros de contención y a las visitas de campo realizadas a la construcción del muro de contención San Miguel I, se pudo dar inicio a la creación de una cartilla pedagógica cuyo diseño se basó en la cartilla pedagógica del SENA Construcción autogestionada: Muros A. Es por esto que, siguiendo dicha guía, se estableció el siguiente contenido para la cartilla pedagógica:

1. Introducción
2. Marco contextual
3. Marco conceptual
4. Marco legal
5. Usos y ubicaciones
6. Factores diferenciales de vías secundarias de Rio de Oro, Cesar
7. Proceso constructivo de un muro de contención
8. Preguntas de evaluación
9. Respuestas

Continuando con esta orden de ideas se diseñó la cartilla pedagógica Muros de contención en vías secundarias de Rio de Oro, Cesar, documento que se presenta como producto final y se adjunta como evidencia en los apéndices.

Capítulo 4. Diagnóstico final

Gracias al seguimiento del plan de trabajo planteado al inicio de la pasantía, se logró el cumplimiento de las actividades establecidas de manera ordenada. Como resultado se pudo dar cumplimiento a los objetivos propuestos.

La pasantía se definió en tres enfoques: el seguimiento en obra, la verificación técnica a la construcción y la creación de una base de datos financieros y estadísticos. Dos de estos enfoques se desarrollaron por el acercamiento a la construcción del muro de contención San Miguel I en el municipio de Rio de Oro, Cesar. El tercer enfoque tuvo como objeto de trabajo el Análisis de Precios Unitarios (APU) contextualizado en el Catatumbo, región de trabajo de la empresa CLS Ingeniería S.A.S. Adicionalmente cabe resaltar que, aprovechado la cercanía a la construcción de un muro de contención, se planteó un cuarto objetivo más bien académico que diera como resultado poder compartir con estudiantes de Ingeniería Civil los conocimientos aprendidos durante la pasantía, el producto final fue la creación de una cartilla pedagógica.

En efecto, en cada uno de estos enfoques se pudo dar apoyo técnico y administrativo a la empresa CLS Ingeniería S.A.S cumpliendo tareas como cálculo de cantidades de obra, seguimiento a proceso constructivo, el velar por el cumplimiento de la normativa colombiana en la construcción de muros de contención y la recopilación de datos financieros y estadísticos del Catatumbo; convirtiéndose así la pasante en instrumento útil para la empresa en su necesidad de vincular profesionales de la ingeniería a falta de personal suficiente.

Capítulo 5. Conclusiones

Se apoyó técnica y logísticamente en la construcción del muro de contención San Miguel I en el municipio de Rio de Oro, Cesar. Objetivo que se alcanzó mediante visitas recurrentes a la obra estando a disposición de las tareas asignadas por el ingeniero residente como cálculo de cantidades de obra, control de insumos materiales, apoyo en realización de informes mensuales. En consecuencia, la pasante no solamente fue útil para la empresa CLS Ingeniería S.A.S en el proceso constructivo del muro, también pudo poner en práctica las enseñanzas recibidas durante su formación académica.

Se comprobó el cumplimiento de la normativa colombiana aplicable a la construcción de muros de contención mediante una verificación de calidad que tuviera en cuenta dicha normativa encontrada. Esto con el propósito de que el producto final entregado a la comunidad cumpliera con los estándares mínimos de calidad y garantizara una solución eficaz a la problemática encontrada. Gracias a dicha verificación técnica se puede confirmar que la construcción del muro de contención San Miguel I en el municipio de Rio de Oro, Cesar cumple con los estándares mínimos de calidad y está en condiciones de desempeñar su función eficazmente.

Se logró la creación de una base de datos financieros y estadísticos del Catatumbo mediante la implementación de Análisis de Precios Unitarios. Se puede concluir que dicha base de datos servirá a la empresa CLS Ingeniería S.A.S como herramienta en su actividad económica dado que los datos financieros y estadísticos empleados están contextualizados en su región de trabajo.

Se consiguió la redacción y diseño de una cartilla pedagógica que explicara el proceso constructivo de un muro de contención en vías secundarias de Rio de Oro, Cesar con el propósito de ser material de apoyo para estudiantes de Ingeniería Civil. Gracias a este logro la pasante pudo adquirir conocimientos que, aunque en su formación académica estudió, en la práctica pudo comprender.

Capítulo 6. Recomendaciones

Se recomienda a futuros ingenieros civiles tener total conocimiento del proyecto al que serán asignados, realizando investigaciones previas sobre el tema, teniendo un buen panorama del proyecto, mostrando total compromiso y responsabilidad con la correcta terminación del proyecto.

Se recomienda al gremio de la construcción en general ser consciente de la importancia de las normas de construcción y su cumplimiento en cualquier proceso constructivo, ya que esto determinará la calidad de un producto entregado a nuestra sociedad.

Se recomienda a las empresas dedicadas a la construcción realizar continua revisión sobre los datos financieros y estadísticos relacionados a la construcción que emplee en formulación, ejecución y gestión de proyectos; que estos datos estén contextualizados en su área de trabajo y que sean vigentes.

Se recomienda a la academia profundizar en la estimación de rendimientos de mano de obra en la región del Catatumbo en varias áreas de la construcción (construcción de viviendas, construcción de redes hidrosanitarias, construcción de infraestructura vial).

Referencias

- Aceproject. (s/f). *Listas de Verificación*. <https://aceproject.org/main/espanol/po/poc01b.htm>
- Botero, L. F. (2002). Análisis de Rendimientos y consumos de mano de obra en actividades de construcción. *Revista Universidad EAFIT*, 128, 9-21.
<https://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/revista-universidad-eafit/article/view/843/751>
- Bustamante, L. F., Porto, I. A., & Hernández, F. (2013). Gestión estratégica de las áreas funcionales de la empresa: Una perspectiva competitiva internacional. *Revista de Investigación Desarrollo e Innovación: RIDI*, 4(1 (Julio-Diciembre)), 56–68.
https://revistas.uptc.edu.co/index.php/investigacion_duitama/article/view/2607/2423
- Calavera, J. (1989). Muros de contención y muros de sótano (2a ed.). Intemac
- Congreso de la República de Colombia. (1997). Ley 400 de 1997. Por el cual se adoptan normas sobre Construcciones Sismo Resistentes. Diario Oficial No. 52.418 de 6 de junio de 2023. http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0400_1997.html
- Data Construcción. *Los Análisis de Precios Unitarios*. (s/f).
<https://www.dataconstruccion.com/blog/analisis-de-precios-unitarios-apus>
- Empresas públicas de Medellín. (2019). Norma de construcción acero de refuerzo.
https://cu.epm.com.co/Portals/proveedores_y_contratistas/proveedores-y-contratistas/normas-tecnicas/NC_MN_OC07_07_Acero_de_refuerzo_compressed.pdf?ver=qHjouawJatPykibcHBRIog%3D%3D

Empresas públicas de Medellín. (2016). Norma de construcción de cimentaciones.

<https://www.epm.com.co/site/Portals/3/documentos/2017/NC-MN-OC07-02%20Cimentaciones.pdf>

Empresas públicas de Medellín. (2016). Norma de construcción de concretos.

<https://www.epm.com.co/site/Portals/3/documentos/2017/NC-MN-OC07-01%20Concretos.pdf>

Empresas públicas de Medellín. (2017). Norma de construcción excavaciones.

<https://www.epm.com.co/site/Portals/3/documentos/2017/NC-MN-OC03-01%20Excavaciones.pdf>

Empresas públicas de Medellín. (2018). Norma de construcción llenos compactados.

https://cu.epm.com.co/Portals/proveedores_y_contratistas/proveedores-y-contratistas/normas-tecnicas/NC_MN_OC04_01_Llenos_compactados_compressed.pdf?ver=6oIX4BejKyz7KJBgxB2xHg%3D%3D

Empresas públicas de Medellín. (2017). Norma de construcción muros de contención.

<https://www.epm.com.co/site/Portals/3/documentos/2017/NC-MN-OC07-08%20Muros%20de%20contenci%C3%B3n.pdf>

Empresas públicas de Medellín. (2017). Norma de construcción refuerzo y separación de suelos

con geotextiles. https://cu.epm.com.co/Portals/proveedores_y_contratistas/proveedores-y-contratistas/normas-tecnicas/NC_MN_OC08_11_Refuerzo_y_separacion_de_suelos_con_geotextiles_compressed.pdf?ver=eIskP4JZCpNQaaR2hEudpg%3D%3D

- Ferrovial. *Procesos constructivos*. (s/f). <https://www.ferrovial.com/es/stem/procesos-constructivos/>
- Instituto Uruguayo de Normas Técnicas. (s/f). *¿Qué es una norma?*
https://www.unit.org.uy/normalizacion/norma_que/
- Morales, F., & Contreras, M. A. (2019). *La Contratación Estatal en la Agencia Nacional de Contratación Pública – Colombia Compra Eficiente*. [Tesis de especialización, Universidad La Gran Colombia]. Repositorio Institucional UGC.
https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/5363/Contratación_Colombia_Compra_Eficiente.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Muñoz, E. A. (2019). *Análisis y Factibilidad de costos en proyectos de construcción sostenible*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio institucional UNAL.
<https://repository.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/78362/1032378738.2020.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Pérez, D. A., & Perdomo, E. A. (2020). *Establecer las cantidades de obra, presupuesto y programación en Project 2019 de la vivienda modelo del proyecto Altos de las Camelias en el municipio de Tesalia, departamento del Huila*. [Tesis de pregrado, Universidad Cooperativa de Colombia]. Repositorio Institucional UCC.
<https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/9d900c39-c472-4801-8894-6e443a322189/content>
- Quintero, A. J., & Plata, S. M. (2017). *Estudio de rendimientos de mano de obra en viviendas de interés social para la creación de una base de datos real del municipio de Ocaña Norte de Santander*. [Tesis de pregrado, Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña].

Repositorio Institucional UFPSO.

<http://repositorio.ufpso.edu.co/bitstream/123456789/898/1/30114.pdf>

Structuralia. (s/f). *Memoria de cálculo estructural: Contenidos y estructura.*

<https://blog.structuralia.com/memoria-calculo-estructural>

Suárez, J. (1998). *Deslizamiento y estabilidad de taludes en zonas tropicales.* Publicaciones UIS.

[https://recordcenter.sgc.gov.co/B23/662_19MemExPI_373_Las_Acacias/Documento/pdf/Anexo1_InveRecoBibl/Suárez%20\(1998\).%20Deslizamientos%20y%20estabilidad%20de%20taludes%20en%20zonas%20tropicales.pdf](https://recordcenter.sgc.gov.co/B23/662_19MemExPI_373_Las_Acacias/Documento/pdf/Anexo1_InveRecoBibl/Suárez%20(1998).%20Deslizamientos%20y%20estabilidad%20de%20taludes%20en%20zonas%20tropicales.pdf)

Wilde, S. J., & Forenza, L. (s/f). *Programación de obras.* Universidad Nacional de Tucuman.

<https://www.studocu.com/pe/document/universidad-nacional-del-altiplano-de-puno/construcciones-1/programacion-de-obras/35956551>

Yepes, V. (2014, diciembre 16). *¿Qué es la curva S en la estimación de costes en proyectos?*

PoliBlogs (Universidad Politécnica de Valencia).

<https://victoryepes.blogs.upv.es/2014/12/16/que-es-la-curva-s-en-la-estimacion-de-costes-en-proyectos/>

Apéndices

Apéndice A. Archivo de Excel para creación de Curva S.

[Ver archivo adjunto](#)

Apéndice B. Memorias de cálculo de cantidades.

[Ver archivo adjunto](#)

Apéndice C. Control de entradas de insumos materiales.

[Ver archivo adjunto](#)

Apéndice D. Control de viajes de arena y triturado hacia y desde el campamento.

[Ver archivo adjunto](#)

Apéndice E. Listas de verificación técnica.

[Ver archivo adjunto](#)

Apéndice F. Cotizaciones.

[Ver archivo adjunto](#)

Apéndice G. Proceso de cálculo de cantidades para APUs.

[Ver archivo adjunto](#)

Apéndice H. Base de datos financieros y estadísticos contextualizados en el Catatumbo.

[Ver archivo adjunto](#)

Apéndice I. Cartilla pedagógica: Muros de contención en vías secundarias de Rio de Oro, Cesar.

[Ver archivo adjunto](#)

Apéndice J. Oficio de entrega de informe final a la empresa CLS Ingeniería S.A.S.

[Ver archivo adjunto](#)