CONTRATO 163 – 28 DE JUNIO 2023

INTERVENTORÍA A LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN Y ESTABILIZACIÓN EN LOS SECTORES LA GLORIA, NAZARETH Y PABLO VI DEL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.

REVISIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS ADICIONALES SECTORES LA GLORIA Y NAZARETH CARRERA 10 ENTRE CALLES 15 Y 16

COMPONENTE GEOTÉCNICO

PRESENTADO POR:

CONSORCIO TALUDES SGD

JORGE IVAN VALENCIA CARVAJAL

ESPECIALISTA EN GEOTÉCNIA AMBIENTAL

MP 68202-261090std

PRESENTADO A:

ALCALDÍA DE BUCARAMANGA

BUCARAMANGA, SANTANDER

MAYO DE 2024

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN....6
2. OBJETIVOS....6
2.1 OBJETIVO GENERAL....6
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS....6
3. ANTECEDENTES....7
3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO....7
3.2 LOCALIZACIÓN....7
3.3 ANTECEDENTES....10
3.4 REVISIÓN DE AJUSTE DE ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL PROYECTO ORIGINAL....10
3.5 SEGUIMIENTO Y CONTROL A LA EJECUCIÓN DE ESTUDIOS ADICIONALES ENTRE LOS SECTORES LA GLORIA Y NAZARETH MUNICIPIO DE BUCARAMANGA . 11
3.5.3 Geología y geomorfología....12
3.5.4 Uso y cobertura vegetal....13
3.5.5 Parámetros NSR 10....13
3.5.6 Exploración Geotécnica complementaria....14
Imagen de zonas pendientes por intervención....14
3.5.7 Valores de SPT 18
3.5.8 Valores de SPT CORREGIDOS....19
3.5.9 Sección típica de cunetas de coronación....19
3.5.10 Información de revisión base para los modelos de estabilidad....23
3.5.11 NUEVO TALUD DE LA CARRERA 10 ENTRE CALLES 15 Y 16....24
3.5.12 VERIFICACIÓN DE LONGITUD DE ANCLAJES SECTOR NUEVO TALUD DE LA CARRERA 10 ENTRE CALLES 15 Y 16....27
Comprobación de la tensión admisible del acero....27
Comprobación de la seguridad frente al deslizamiento del tirante en la lechada....30
3. CONCLUSIONES....32
4. RECOMENDACIONES....33

5. LIMITACIONES 39
6. ANEXOS.....40
FIRMA DEL ESPECIALISTA 40

TABLA DE IMÁGENES

Ilustración 1. Localización general del proyecto 8
Ilustración 2. Localización detallada del proyecto.....8
Ilustración 7. Localización del área de estudio adicional 12
Ilustración 8. Perfil Geológico Bucaramanga.....12
Ilustración 9. Zonas inestables y erosionadas sectores evaluados 13
Ilustración 10. Localización exploración geotécnica adicional.....14
Ilustración 25. Imagen aérea de Sector faltante por intervención uniendo sectores Nazareth_la gloria.....15
Ilustración 11. Sección típica de cunetas de coronación 19
Ilustración 12. Registro fotográfico de capo de toma de muestras.....20
Ilustración 13. Angulo de fricción y cohesión.....20
Ilustración 14. Relación entre la potencial de licuación y los valores de NSPT para diferentes profundidades 22
Ilustración 15. Parámetros geotécnicos utilizados en el tramo de Nazareth 23
Ilustración 16. Parámetros geotécnicos utilizados en el tramo de La Gloria 24
Ilustración 17. Localización de exploración geotécnica sector de nuevo estudio La gloria Nazareth 24
Ilustración 18. Parámetros geotécnicos utilizados en el tramo de enlace La Gloria-Nazaret 25
Ilustración 19. **Escenario 1**.Condición estática sin obras tramo de enlace la gloria-Nazaret 26
Ilustración 20. **Escenario 2**.Condición pseudo-estática sin obras tramo de enlace la gloria-Nazaret 26
Ilustración 21. **Escenario 3**.Condición pseudo-estática con obras tramo de enlace la gloria-Nazaret 27
Ilustración 22. Figuras Adherencia límite en arcillas y limos, adherencia límite en arcillas y limos 31

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 7. Valor de Aa y de Av para el municipio de Bucaramanga 13

Tabla 8. Valores del coeficiente Fa 14
Tabla 9. Tabla Resumen de ensayos de laboratorio (clasificaciones) 16
Tabla 10. Resumen de ensayos de laboratorio (clasificaciones) continuación 17
Tabla 11. Tabla Resumen de ensayos de corte directo 18
Tabla 12. Tabla Registro de numero de goles sondeos a percusión 18
Tabla 13. Modelo Tabla Registro de Calculo SPT corregido.....19
Tabla 14. Verificación de cálculos de capacidad portante.....21
Tabla 15. Verificación de asentamientos.....22
Tabla 16. Principales características mecánicas de los aceros (mpa).....28
Tabla 17. Requerimientos mecánicos y limites de fluencia de los torones 1x7.....28
Tabla 18. Comprobación de la tensión admisible del acero.....29
Tabla 19. Coeficiente F3 en función del tipo de anclaje 31
Tabla 20. Adherencia límite en roca (alteración ≤ grado iii, según isrm).....31
Tabla 27. Tabla Resumen para control de de anclajes construidos.....37
Tabla 28. Tabla Resumen para control de inyección de anclajes construidos.....37

1. INTRODUCCIÓN.

El presente informe del especialidad en Geotecnia , hace parte de integral del informe de revisión por parte de esta interventoría.que tiene como objeto la realización de obras de intervención correctiva para mitigar el riesgo por deslizamientos y movimientos en masa en los sectores de La Gloria, Nazareth sector carrera 10 entre calles 15 y 16 , barrios ubicados en cercanías a la escarpa occidental del municipio de Bucaramanga en el marco de la atención a la calamidad pública declarada mediante decreto No. 0398 del 11 de noviembre de 2020 en desarrollo del plan de acción específico.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Ejecutar el seguimiento y control a la ejecución de estudios y diseños referentes al componente GEOTÉCNICO del proyecto CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN Y ESTABILIZACIÓN EN LOS SECTORES LA GLORIA, NAZARETH SECTOR CARRERA 10 ENTRE CALLES 15 Y 16 DEL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, DEPARTAMENTO DE SANTANDER .

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar el proceso de las actividades de diseño de obras de estabilización.
- Realizar el acompañamiento técnico en las actividades propias del componente geotécnico.
- Verificar la interpretación en la ejecución de los diseños establecidos para el proyecto de la referencia .
- Realizar las recomendaciones técnicas con el fin de apoyar la ejecución de las obras.
- Hacer seguimiento y control a las actividades complementarias la diseño de las obras.

3. ANTECEDENTES

3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La formulación del de proyectos en estabilización y obras de mitigación ,obedece a una necesidad inmediata de proteger la vida , la infraestructura y los bienes de la comunidad por medio de recursos del estado , el municipio de Bucaramanga , capital del Departamento de Santander principal municipio del Área Metropolitana junto con los municipios de Floridablanca Girón y Piedecuesta. Pertenece a la Provincia de Soto.

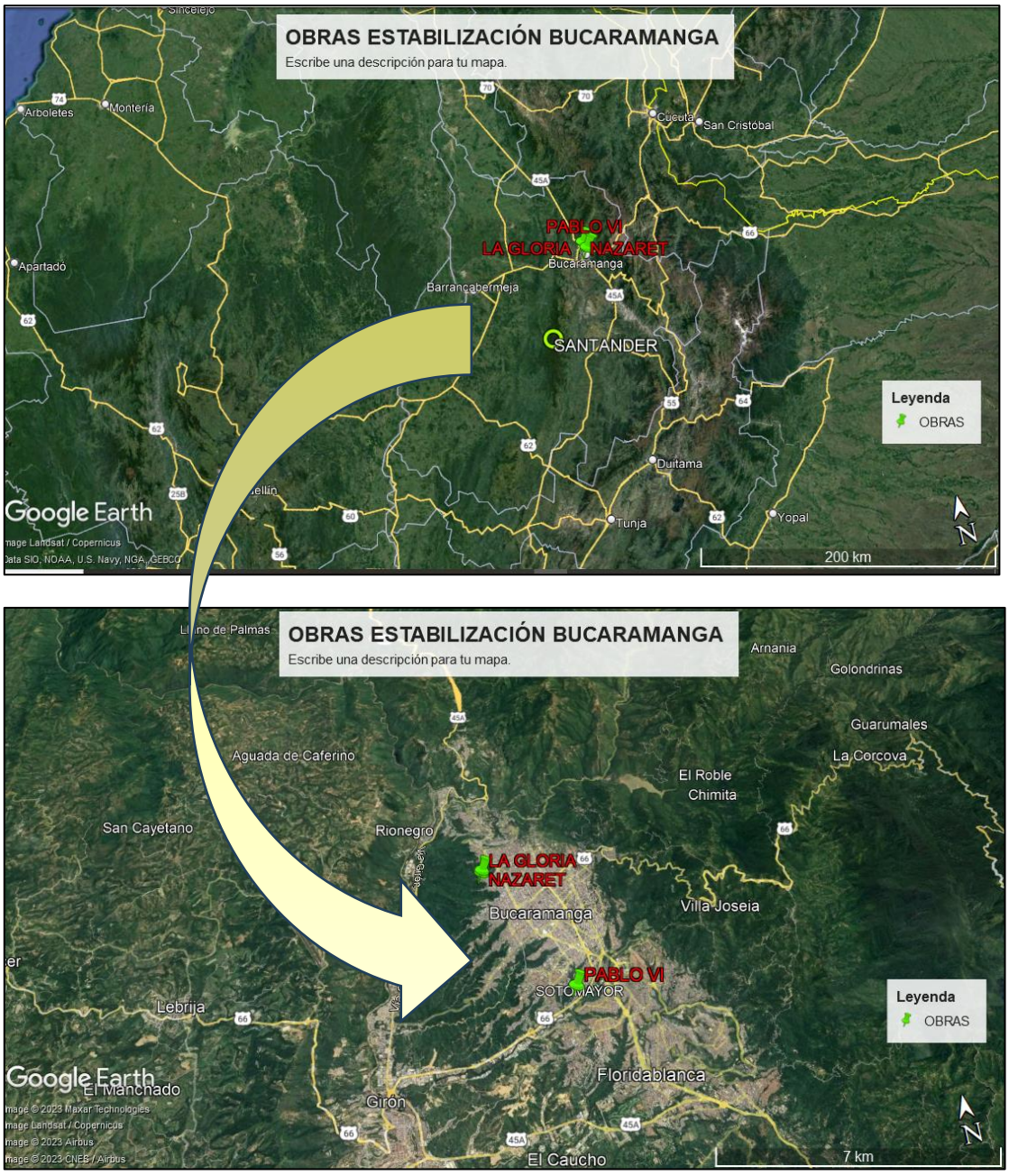
Con el fin de mejorar la condiciones de la población de los sectores vulnerables de los barrios de la COMUNA 4 Gaitán, La gloria , Nazareth y COMUNA 8 Pablo VI ubicado en la en inicios de la vía que conduce al barrio Nuevo girón y por la cual se conduce también hacia el municipio de Zapatoca Santander .

El proyecto consta principalmente de la construcción de obras de estabilización de taludes , obras de contención , canalización , de las áreas evaluadas para el proyecto entre otros bajo el decreto 034 de 10 de marzo de 2022 "POR EL CUAL SE DECLARA EL RETORNO A LA NORMALIDAD DE LA CALAMIDAD PÚBLICA DEL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA EN SIETE ZONAS MICRO-ZONIFICADAS DEL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, EMITIDA MEDIANTE DECRETO 398 DEL 11 DE NOVIEMBRE DE 2020 Y PRORROGADA MEDIANTE EL DECRETO 061 DEL 11 DE MAYO DE 2021".

3.2 LOCALIZACIÓN

La localización de las obras de estabilización se encuentran en los sectores de los barrios de la COMUNA 4 denominados Gaitán, La gloria , Nazareth y del área metropolitana de Bucaramanga , Provincia de Soto ,departamento de Santander .

Ilustración 1. Localización general del proyecto .



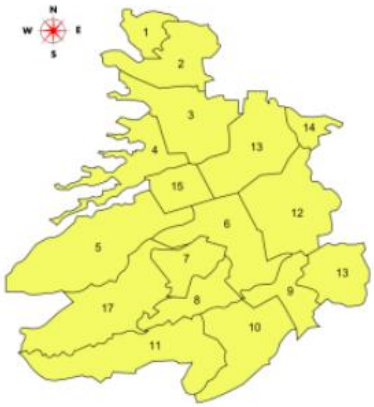
FUENTE: AUTOR-MODIFICADO GOOGLE EARTH

Ilustración 2. Localización detallada del proyecto.





COMUNAS B/GA



FUENTE: AUTOR-MODIFICADO GOOGLE EARTH

3.3 ANTECEDENTES

El proyecto consta de tres sectores ubicados en le aérea metropolitana de Bucaramanga definidos para la construcción de obras de estabilización según el contrato de obra No. 104 de 2023 cuyo objeto es CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN Y ESTABILIZACIÓN EN LOS SECTORES LA GLORIA, NAZARETH Y PABLO VI DEL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, DEPARTAMENTO DE SANTANDER, según las áreas establecidas en los estudios y diseños entregados por la alcaldía de Bucaramanga .

Para atender las necesidades de los sectores de mencionados , lugar donde se desarrollaran las obras correspondientes obras de estabilización y / o mitigación así como las obras complementarias requeridas .

Los antecedentes específicos del proyecto están consignados en el Informe mensual de geotecnia N°1 INFORME MENSUAL 01 GEOTECNIA pág. 8-15

3.4 REVISIÓN DE AJUSTE DE ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL PROYECTO ORIGINAL

Para el proyecto de la referencia , apoyados en el informe inicial de interventoría respecto a la revisión inicial los estudios y diseños existentes , los cuales fueron entregados por el municipio de Bucaramanga, recomienda un actualización de acuerdo las recomendaciones de cada uno de los especialistas , previa visita al sitio de ejecución de las obras en cada uno de los sectores .

De acuerdo a esta revisión se realiza un ajuste a los estudios y diseños existentes del cual se emite un concepto de los profesionales especialistas en el Informe de Interventoría N° 2 a través del documento soporte.

Informe mensual de geotecnia N°2 REVISIÓN TÉCNICA PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN EN LOS SECTORES LA GLORIA, NAZARETH Y PABLO VI DEL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.pag.1-29

3.5 SEGUIMIENTO Y CONTROL A LA EJECUCIÓN DE ESTUDIOS ADICIONALES ENTRE LOS SECTORES LA GLORIA Y NAZARETH MUNICIPIO DE BUCARAMANGA .

Por recomendaciones técnicas en conjunto tanto con los especialistas de obra , interventoría , así como de la propia supervisión de territorio se socializó la necesidad de realizar la inclusión de estudios y diseños adicionales con el fin de integrar los sectores La Gloria y Nazareth, basados principalmente en condiciones técnicas observadas durante proceso constructivo así como la conservación y la estabilidad global de las obras en ejecución en los dos sectores,

En este informe se continua con la revisión N° 1 del documento denominado INFORME DE REVISIÓN Y AMPLIACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS DE ESTABILIZACIÓN para evaluación y análisis por parte del equipo de interventoría y supervisión que incluyen antecedentes, justificación diseño propuesto y finalmente cantidades de obra especificaciones técnicas y programación .

El proyecto de ampliación de obras de estabilización , en su esencia busca integrar los sectores de Nazareth y la Gloria incluyendo una importante zona de estabilización que no fue contemplada inicialmente en la formulación original de los estudios y diseños contractuales y ajustados ; que durante la construcción , han podido observarse condiciones adversas en este sector evaluado y que hacen necesaria una intervención para garantizar la conservación y estabilidad de las obras en los dos sectores ya intervenidos .

Continuando con el seguimiento realizado durante el presente periodo , las características generales del contenido de los documentos evaluados durante su ejecución por parte profesional de obra especialista de geotecnia Ingeniero Edwin Fernando Valencia Pinzón , están distribuidas de la siguiente manera:

3.5.1 Antecedentes :

El documento mención la trazabilidad de los estudios y diseños realizados en los sectores , **ESTUDIOS INICIALES - AÑO 2017** denominados ESTUDIO GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO -HIDROLÓGICO Y DISEÑO DE OBRAS DE MITIGACIÓN SECTOR NAZARETH-TRES ESTRELLAS, ESCARPA SUR ENTRE CARRERAS 8 Y 9 DEL AÑO 2016 Y ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA SECTOR LA GLORIA - NORTE DEL AÑO 2017. **- AÑO 2023 - AJUSTE DE ESTUDIOS Y DISEÑOS al CONTRATO 163 – 28 DE JUNIO 2023** cuyo objeto es CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN Y ESTABILIZACIÓN EN LOS SECTORES LA GLORIA, NAZARETH

Y PABLO VI DEL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, DEPARTAMENTO DE SANTANDER y finalmente AÑO **2024 ESTUDIOS ADICIONALES** INFORME DE REVISIÓN Y AMPLIACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS DE ESTABILIZACIÓN al **CONTRATO 163 – 28 DE JUNIO 2023**

3.5.2 Localización :

Los diseños de las obras adicionales se plantean en sector La gloria ubicada sobre la carrera 10 entre calles 15 y 16 ,en el sector de NAZARETH-TRES ESTRELLAS ESCARPA SUR ENTRE CARRERAS 8 Y 9 , sector de LA GLORIA – COSTADO NORTE y en el NUEVO TALUD DE LA CARRERA 10 ENTRE CALLES 15 Y 16 .

Ilustración 3. Localización del área de estudio adicional



FUENTE CONSORCIO GESA Modificado le autor

3.5.3 Geología y geomorfología

Ilustración 4. Perfil Geológico Bucaramanga



Fuente : INGEOMINAS

Las condiciones geológicas y geomorfológicas evaluadas son similares a las evaluadas en el ajuste de estudios y diseños al proyecto realizado en 2023.

- Se presenta el mapa de unidades geológicas superficiales complementario.
- Se presenta Unidades morfométricas y mapa de morfometría.

Se presentan dos tipos de erosiones en el sector :

- Erosión Laminar
- Erosión por surcos

Ilustración 5. Zonas inestables y erosionadas sectores evaluados



FUENTE CONSORCIO GESA - Modificado le autor

3.5.4 Uso y cobertura vegetal

Se presentan dos clases 2 clases de cobertura del suelo de las 5 establecidas, Territorios Artificiados y Bosques , Áreas Semi-Naturales.

3.5.5 Parámetros NSR 10

Tabla 1. Valor de Aa y de Av para el municipio de Bucaramanga

A_a =	0.25
A_V =	0.25
Zona de amenaza Sísmica	ALTA

- Fuente NSR-10

- Perfil del Suelo : D

Tabla 2. Valores del coeficiente Fa

F_a =	1.3
F_V =	1.9
Zona de amenaza Sísmica	ALTA

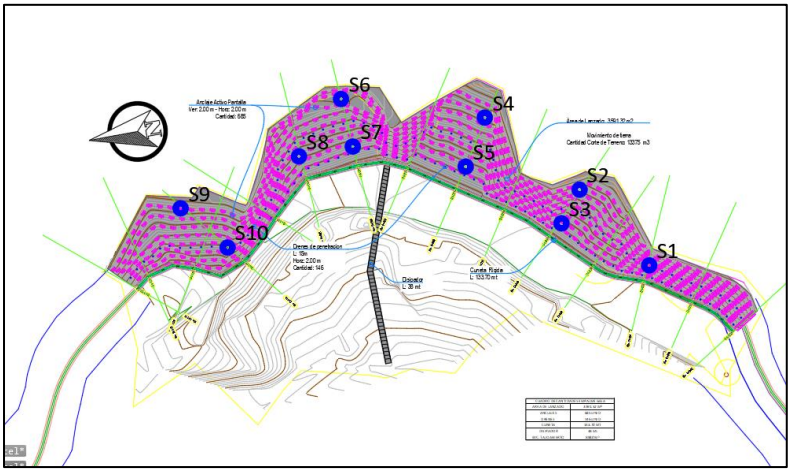
Fuente NSR-10

- Coeficiente de Importancia, I

3.5.6 Exploración Geotécnica complementaria .

Se realizaron 10 sondeos en el talud, con equipo de percusión en el sector en estudio, su localización se presenta a continuación:

Ilustración 6. Localización exploración geotécnica adicional



Fuente : el consultor :CONSORCIO GESA

Imagen de zonas pendientes por intervención.

Las áreas mostradas en la fotografía aérea delineada, corresponden a las áreas de estudio de diseños adicionales realizados por los especialistas de geotecnia y estructuras y verificado por los pares de especialistas de la interventoría

Ilustración 7. Imagen aérea de Sector faltante por intervención uniendo sectores Nazareth_la gloria



Fuente : el autor

Tabla 3. Tabla Resumen de ensayos de laboratorio (clasificaciones)

RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO									
ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN									
Sondeo	Muestra No	Prof. (metros)	W%	% Finos	% L.L.	% L.P.	% I.P.	Clasificación S.U.C.S.	Tipo de suelo
S-1	S01/M1	0,00-1.00	4.1	26.4	N.L	N.P	-	SM	D
	S01/M2	1,00-2,00	3.6	19.3	N.L	N.P	-	GM	D
	S01/M3	2,00-3,00	3.6	19.3	N.L	N.P	-	SM	D
	S01/M4	3,00-4,00	3.6	19.3	N.L	N.P	-	SM	D
	S01/M5	4,00-5,00	12.66	29.6	N.L	N.P	-	SM	D
	S01/M6	5,00-6,00	12.6	29.6	N.L	N.P	-	SM	D
S-2	S02/M1	0,00-1.00	14.1	34.5	N.L	N.P	-	SM	D
	S02/M2	1,00-2,00	13	40.3	N.L	N.P	-	SM	D
	S02/M3	2,00-3,00	12.7	40.4	N.L	N.P	-	SM	D
	S02/M4	3,00-4,00	12.3	24.1	N.L	N.P	-	SM	D
	S02/M5	4,00-5,00	11.2	37.5	N.L	N.P	-	SM	D
	S02/M6	5,00-6,00	10.4	35.2	N.L	N.P	-	SM	D
S-3	S03/M1	0,00-1.00	7.6	21.6	N.L	N.P	-	SM	D
	S03/M2	1,00-2,00	7.6	21.6	N.L	N.P	-	SM	D
	S03/M3	2,00-3,00	5.3	24.3	N.L	N.P	-	GM	D
	S03/M4	3,00-4,00	5.3	24.3	N.L	N.P	-	SM	D
	S03/M5	4,00-5,00	6.5	20	N.L	N.P	-	SM	D
	S03/M6	5,00-6,00	6.5	20	N.L	N.P	-	SM	D
S-4	S04/M1	0,00-1.00	9.5	29.3	N.L	N.P	-	SM	D
	S04/M2	1,00-2,00	10.2	31.6	N.L	N.P	-	SM	D
	S04/M3	2,00-3,00	10.2	31.6	N.L	N.P	-	GM	D
	S04/M4	3,00-4,00	12	41.7	N.L	N.P	-	SM	D
	S04/M5	4,00-5,00	6.6	19.2	N.L	N.P	-	GM	D
	S04/M6	5,00-6,00	9.2	45.8	N.L	N.P	-	SM	D
S-5	S05M1	0,00-1.00	8.9	36.4	N.L	N.P	-	SM	D
	S05/M2	1,00-2,00	11.6	24.3	N.L	N.P	-	SM	D
	S05/M3	2,00-3,00	12.1	45.4	N.L	N.P	-	SM	D
	S05/M4	3,00-4,00	12	38.4	N.L	N.P	-	SM	D
	S05/M5	4,00-5,00	12	38.4	N.L	N.P	-	SM	D
	S05/M6	5,00-6,00	17.2	36	N.L	N.P	-	SM	D

Fuente El autor -Consorcio GESA

Tabla 4. Resumen de ensayos de laboratorio (clasificaciones) continuación

RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO									
ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN									
Sondeo	Muestra No	Prof. (metros)	W%	% Finos	% L.L.	% L.P.	% I.P.	Clasificación S.U.C.S.	Tipo de suelo
S-6	S06M1	0,00-1.00	11.8	26.5	N.L	N.P	-	SM	D
	S06/M2	1,00-2,00	4.5	12.9	N.L	N.P	-	SM	D
	S06/M3	2,00-3,00	7.7	20.8	N.L	N.P	-	SM	D
	S06/M4	3,00-4,00	7.7	20.8	N.L	N.P	-	SM	D
	S06/M5	4,00-5,00	6.6	17.3	N.L	N.P	-	GM	D
	S06/M6	5,00-6,00	6.6	17.3	N.L	N.P	-	GM	D
S-7	S07/M1	0,00-1.00	6.9	31.5	N.L	N.P	-	SM	D
	S07/M2	1,00-2,00	6.1	21.9	N.L	N.P	-	SM	D
	S07/M3	2,00-3,00	13.4	27.1	N.L	N.P	-	SM	D
	S07/M4	3,00-4,00	4.9	28.5	N.L	N.P	-	GM	D
	S07/M5	4,00-5,00	4	21	N.L	N.P	-	GM	D
	S07/M6	5,00-6,00	4	21	N.L	N.P	-	GM	D
S-8	S08/M1	0,00-1.00	6.4	35.6	N.L	N.P	-	SM	D
	S08/M2	1,00-2,00	10	40.6	N.L	N.P	-	SM	D
	S08/M3	2,00-3,00	10	40.6	N.L	N.P	-	SM	D
	S08/M4	3,00-4,00	12	24	N.L	N.P	-	GM	D
	S08/M5	4,00-5,00	12	24	N.L	N.P	-	GM	D
	S08/M6	5,00-6,00	12.4	45.1	N.L	N.P	-	SM	D
S-9	S09/M1	0,00-1.00	5.6	28.6	N.L	N.P	-	SM	D
	S09/M2	1,00-2,00	5.6	28.6	N.L	N.P	-	SM	D
	S09/M3	2,00-3,00	5.8	34.2	N.L	N.P	-	SM	D
	S09/M4	3,00-4,00	5.8	34.2	N.L	N.P	-	SM	D
	S09/M5	4,00-5,00	5.8	34.2	N.L	N.P	-	SM	D
	S09/M6	5,00-6,00	5.8	34.2	N.L	N.P	-	SM	D
S-10	S10/M1	0,00-1.00	5	26.2	N.L	N.P	-	GM	D
	S10/M2	1,00-2,00	8.9	33.2	N.L	N.P	-	GM	D
	S10/M3	2,00-3,00	8.1	29.1	N.L	N.P	-	GM	D
	S10/M4	3,00-4,00	5.8	29.2	N.L	N.P	-	SM	D
	S10/M5	4,00-5,00	10.9	28.5	N.L	N.P	-	SM	D
	S10/M6	5,00-6,00	9.5	36.4	N.L	N.P	-	SM	D
	S1R/M7	12,00-15,00	16.4	18.9	N.L	N.P	-	GM	D

Fuente El autor -Consorcio GESA

Tabla 5. Tabla Resumen de ensayos de corte directo

ENSAYOS DE CORTE DIRECTO			
SONDEO	Profundidad (metros)	Angulo de Fricción	Cohesión (kg/cm2)
S2	1.5	37°	0.1
S5	1	29°	0.1
S7	1.5	36°	0.16
S10	1	31°	0.16

Fuente El autor -Consorcio GESA

3.5.7 Valores de SPT .

Tabla 6. Tabla Registro de numero de goles sondeos a percusión

			SONDEO 1			SONDEO 2			SONDEO 3			SONDEO 4			SONDEO 5		
PROFUNDIDAD (m)			NÚMERO DE GOLPES (N)			NÚMERO DE GOLPES (N)			NÚMERO DE GOLPES (N)			NÚMERO DE GOLPES (N)			NÚMERO DE GOLPES (N)		
Inicio	Fin	Media															
0,00	0,5	0,25	12	12	10	12	12	14	14	16	16	14	12	12	8	5	5
0,50	1	0,75	10	8	8	16	17	12	24	36	30	16	16	15	6	6	6
1,00	1,5	1,25	8	10	5	12	12	14	25	25	25	12	12	10	5	8	12
1,50	2	1,75	5	5	9	16	16	16	28	28	28	10	10	13	12	10	10
2,00	2,5	2,25	16	8	8	19	21	23	30	35	35	13	15	16	10	10	8
2,50	3	2,75	14	14	12	26	26	21	36	34	37	21	21	25	8	10	14
3,00	3,5	3,25	12	30	36	21	24	31	36	35	30	14	19	19	16	18	20
3,50	4	3,75	47	48	45	36	34	35	38	40	41	31	36	36	25	33	37
4,00	4,5	4,25	44	45	47	33	38	40	40	44	42	34	32	28	35	33	35
4,50	5	4,75	49	47	47	39	38	44	43	39	48	35	40	45	38	40	40
5,00	5,5	5,25	45	49	47	45	44	43	44	48	45	44	48	47	42	43	45
5,50	6	5,75	46	44	50	44	48	50	50	50	50	45	48	50	47	45	50

			SONDEO 6			SONDEO 7			SONDEO 8			SONDEO 9			SONDEO 10		
PROFUNDIDAD (m)			NÚMERO DE GOLPES (N)			NÚM			NÚM			NÚM			NÚM		
Inicio	Fin	Media															
0,00	0,5	0,25	6	5	7	14	15	17	14	16	16	17	19	19	14	16	16
0,50	1	0,75	9	10	13	17	19	21	12	12	12	19	26	25	12	12	12
1,00	1,5	1,25	14	14	10	27	27	35	10	10	8	24	27	25	10	10	8
1,50	2	1,75	10	8	8	40	40	40	8	10	14	20	20	27	8	10	14
2,00	2,5	2,25	8	9	9	40	35	38	16	18	22	29	25	27	16	18	22
2,50	3	2,75	16	12	8	38	40	40	26	24	27	26	24	30	26	24	27
3,00	3,5	3,25	16	19	22	35	42	40	24	36	32	32	34	33	24	36	32
3,50	4	3,75	26	23	27	43	43	47	31	35	37	35	38	34	31	35	37
4,00	4,5	4,25	25	30	27	39	44	41	33	36	39	39	42	41	33	36	39
4,50	5	4,75	33	37	41	39	40	45	42	44	44	39	39	44	42	44	44
5,00	5,5	5,25	39	45	45	47	47	46	46	48	48	41	38	47	46	48	48
5,50	6	5,75	47	43	50	46	44	50	47	48	50	45	43	50	47	48	50

Fuente : Consultor- Consorcio GESA

3.5.8 Valores de SPT CORREGIDOS.

Los valores de SPT CORREGIDOS se encuentran en el documento apartado por el consultor

Tabla 7. Modelo Tabla Registro de Calculo SPT corregido

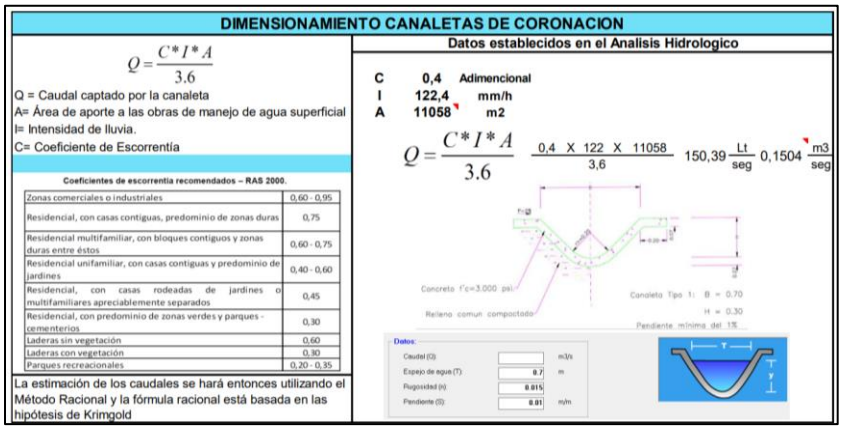
								PESOS UNITARIOS			$\sigma_v = \gamma . z$	$\mu = \gamma_w . z_w$	$\sigma_v' = \sigma_v - \mu$	Pa = 10 Tn/m2
SONDEO	SPT	PROFUNDIDAD (m)			N_{SPT} Campo	TIPO DE MATERIAL	NF (m)	Suelo Natural	Suelo Saturado	Agua a 20ºC	ESFUERZO TOTAL	PRESION PORO	ESFUERZO EFECTIVO	RELACION ESFUERZO
		Inicio	Fin	Media				γ (ton/m³)	γ (ton/m³)	γ (ton/m³)	σv (ton/m²)	μ (ton/m²)	$\sigma v'$ (ton/m²)	$\sigma v'$ / Pa
SONDEO P	SPTp	0,00	0,5	0,25	26	MIXTO (Si pasa No 4 >50% y 200>15%)	0	1,70	1,90	1,00	0,48	0,25	0,23	0,02
SONDEO P	SPTp	0,50	1	0,75	32	MIXTO (Si pasa No 4 >50% y 200>15%)	0	1,70	1,90	1,00	1,28	0,75	0,53	0,05
SONDEO P	SPTp	1,00	1,5	1,25	31	MIXTO (Si pasa No 4 >50% y 200>15%)	0	1,70	1,90	1,00	2,13	1,25	0,88	0,09
SONDEO P	SPTp	1,50	2	1,75	34	MIXTO (Si pasa No 4 >50% y 200>15%)	0	1,70	1,90	1,00	2,98	1,75	1,23	0,12
SONDEO P	SPTp	2,00	2,5	2,25	40	MIXTO (Si pasa No 4 >50% y 200>15%)	0	1,70	1,90	1,00	3,83	2,25	1,58	0,16
SONDEO P	SPTp	2,50	3	2,75	47	MIXTO (Si pasa No 4 >50% y 200>15%)	0	1,70	1,90	1,00	4,68	2,75	1,93	0,19
SONDEO P	SPTp	3,00	3,5	3,25	59	MIXTO (Si pasa No 4 >50% y 200>15%)	0	1,70	1,90	1,00	5,53	3,25	2,28	0,23
SONDEO P	SPTp	3,50	4	3,75	74	MIXTO (Si pasa No 4 >50% y 200>15%)	0	1,70	1,90	1,00	6,38	3,75	2,63	0,26
SONDEO P	SPTp	4,00	4,5	4,25	76	MIXTO (Si pasa No 4 >50% y 200>15%)	0	1,70	1,90	1,00	7,23	4,25	2,98	0,30
SONDEO P	SPTp	4,50	5	4,75	85	MIXTO (Si pasa No 4 >50% y 200>15%)	0	1,70	1,90	1,00	8,08	4,75	3,33	0,33
SONDEO P	SPTp	5,00	5,5	5,25	92	MIXTO (Si pasa No 4 >50% y 200>15%)	0	1,70	1,90	1,00	8,93	5,25	3,68	0,37
SONDEO P	SPTp	5,50	6	5,75	96	MIXTO (Si pasa No 4 >50% y 200>15%)	0	1,70	1,90	1,00	9,78	5,75	4,03	0,40

Fuente : Consultor- Consorcio GESA

3.5.9 Sección típica de cunetas de coronación .

Se adjuntan los cálculos hidráulicos y en la análisis hidrológico del sector en el documento , como producto del análisis se proponen las obras de drenaje complementarias .

Ilustración 8. Sección típica de cunetas de coronación



Fuente : Consultor- Consorcio GESA

Ilustración 9. Registro fotográfico de capo de toma de muestras

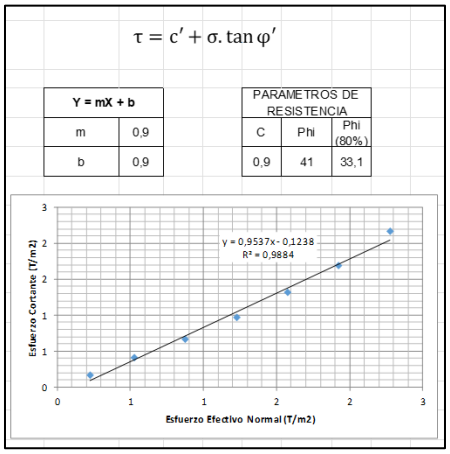


PROFUNDIDAD	6"	12"	18"	REGISTRO MUESTRA
0.0 - 0.5 m.	12	12	10	
0.5 - 1.0 m.	10	8	8	
1.0 - 1.5 m.	8	10	5	
1.5 - 2,0 m.	5	5	9	
2.0 - 2.5 m.	16	8	8	
2.5 - 3,0 m.	14	14	12	
3.0 - 3,5 m.	12	30	36	
3,5 - 4,0 m.	47	48	45	
4,0 - 4,5 m.	44	45	47	
4,5 - 5,0 m.	49	47	47	
5,0 - 5,5 m.	45	49	47	
5,5 - 6,0 m.	46	44	R	

No se encontro nivel freático

Fuente : Consultor- Consorcio GESA - Modificado el autor

Ilustración 10. Angulo de fricción y cohesión



Fuente : Consultor- Consorcio GESA - Modificado el autor

- El consultor propone en le diseño , trabajar con un ángulo de fricción de 33 grados y cohesión de 0.9 ton/m2 para la cimentación a 1.0 mts a partir del nivel de desplante. OK
- El consultor recomienda el uso de zapatas individuales. OK

Tabla 8. Verificación de cálculos de capacidad portante

CÁLCULO DE LÍMITE DE CARGA

DATO	VALOR	UNIDAD	DATO	VALOR	UNIDAD	DATO	VALOR	UNIDAD
B =	1.20	[m]	ϕ =	23.50	[°]	ca =	0.00	
L =	1.20	[m]	δ =	0.00	[°]	γ =	1.47	[kN/m^3]
Df =	1.00	[m]	β =	0.00	[°]	q_v =	0.00	[kN/m^2]
exc.B =	0.00	[m]	η =	0.00	[°]	q_o =	0.00	[kN/m^2]
exc.L =	0.00	[m]	c =	5.88	[kN/m^2]	FS =	3.00	

Meyerhof:		Vesic:		Hansen:		Terzaghi:	
Nq =	9.119	Nq =	9.119	Nq =	9.119	Nq =	10.231
Nc =	18.672	Nc =	18.672	Nc =	18.672	Nc =	21.746
Ng =	5.252	Ng =	8.799	Ng =	5.295	Ng =	9.534

Factor de forma		Factor de forma		Factor de forma		Factor de forma	
sc =	1.5	sc =	1.49	sc =	1.48836943	sc =	1.3
sq = sg =	1.2	sq =	1.43	sq =	1.43481237	sg =	0.8
		sg =	0.6	sg =	0.6		

Factores de profundidad		Factores de profundidad		Factores de profundidad	
dc =	1.254208913	dc =	1.333	dc =	1.333
dq = dg =	1.127104457	dq =	1.609	dq =	1.609
		dg =	1.000	dg =	1.000

Factor de inclinación		Factor de inclinación		Factor de inclinación	
ic = iq =	1	ic =	1.000	ic =	1.000
ig =	1	iq =	1.000	iq =	1.000
		ig =	1.000	ig =	1.000

Kp =	2.326	F. inclin. Cimentación		F. inclin. Cimentación	
		bc =	1.000	bc =	1.000
		bq = bg =	1.000	bq =	1.000
				bg =	1.000

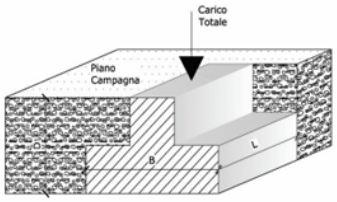
F. d'inclin. Terreno		F. d'inclin. Terreno	
gc =	1.000	gc =	1.000
gq =gg =	1.000	gq =gg =	1.000

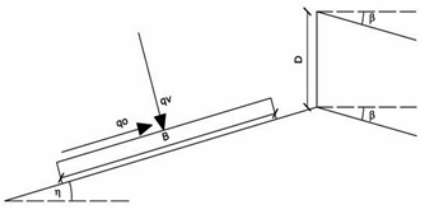
LEYENDA

B =	Ancho de la cimentación
L =	Longitud de la cimentación
D =	Profundidad de la cimentación
exc.B =	Excentricidad en B
exc.L =	Excentricidad en L
ϕ =	Angulo de fricción
δ =	A. inclinacion del terreno de fundación.
β =	A. inclinación de la carga
η =	Inclinación de la cimentación
c =	Cohesión
ca =	Adhesión a la base de la fundación
γ =	Peso especifico del suelo
q_v =	Comp. Vertical de la carga
qh =	Comp. Horizontal de la carga
Kp =	Coeficiente de empuje pasivo
Af =	Area efectiva de la cimentación
FS =	Factor de seguridad
q =	Capacidad portante

Capacidad Portante:		Capacidad Portante:		Capacidad Portante:		Capacidad Portante:		UNIDAD
q_{ult} =	226.96	q_{ult} =	252.15	q_{ult} =	253.54	q_{ult} =	188.11	[kN/m^2]
q =	326.83	q =	363.09	q =	365.09	q =	270.87	[kN]
Q_{amm} =	75.65	Q_{amm} =	84.05	Q_{amm} =	84.51	Q_{amm} =	62.70	[kN/m^2]
Meyerhof:		Vesic:		Hansen:		Terzaghi:		

33ton/m2 OK





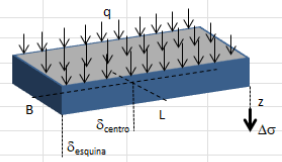
Fuente : El autor - Datos: Consultor- Consorcio GESA

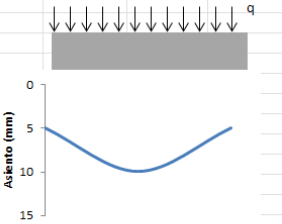
El consultor recomienda trabajar con una capacidad de carga de 33 ton/m2 la cual es mayor a las 30 ton/m2 del tensionamiento del anclaje se valida la condición de diseño.

Tabla 9. Verificación de asentamientos

Geometría cimentación	
B (m)	1.2
L (m)	1.2
z (m)	1
Carga	
q (kPa)	328.522775
Terreno	
E (kPa)	42000
ν	0.24

Cálculo assentamiento	
ξ_s	1.0
Is (esquina)	0.561099852
Is (centro)	1.122199705
$\delta_{esquina}$ (m)	**0.005**
δ_{centro} (m)	**0.010**
$\delta_{esquina}$ (mm)	**5**
δ_{centro} (mm)	**10**
Total asentaminento(mn	**1.683299557**





Asiento en el centro de una cimentación de dimensiones B x L (Giroud, 1968)

$$I_s = \frac{2}{\pi}\cdot\left[\ln\left(\xi_s + \sqrt{1+\xi_s^2}\right) + \xi_s \cdot \ln\frac{1+\sqrt{1+\xi_s^2}}{\xi_s}\right]$$

Nota: El Is para el asiento en la esquina es igual a la mitad del valor del Is en el centro

$$\xi_s = L / B$$

$$s = \frac{q\cdot B\cdot(1-\nu^2)}{E}\cdot I_s$$

E: Módulo elástico del terreno
ν: Coeficiente de Poisson del terreno
I_s: Factor de influencia que depende de la relación L/B

Incremento de tensión en un punto situado bajo la esquina de la zapata a una profundidad z:

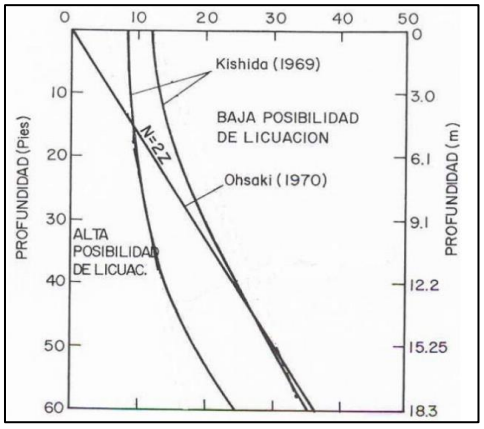
$$I_z = \frac{1}{4\cdot\pi}\cdot\left[\frac{2mn\sqrt{m^2+n^2+1}}{m^2+n^2+m^2n^2+1}\left(\frac{m^2+n^2+2}{m^2+n^2+1}\right) + \operatorname{arctg}\left(\frac{2mn\sqrt{m^2+n^2+1}}{m^2+n^2-m^2n^2+1}\right)\right] \quad m^2+n^2+1 < m^2\cdot n^2$$

$$I_z = \frac{1}{4\cdot\pi}\cdot\left[\frac{2mn\sqrt{m^2+n^2+1}}{m^2+n^2+m^2n^2+1}\left(\frac{m^2+n^2+2}{m^2+n^2+1}\right) + \operatorname{arctg}\left(\frac{2mn\sqrt{m^2+n^2+1}}{m^2+n^2-m^2n^2+1}\right) + \pi\right] \quad m^2+n^2+1 < m^2\cdot n^2$$

m = B/z y n = L/z

Fuente : El autor - Datos: Consultor- Consorcio GESA

Ilustración 11. Relación entre la potencial de licuación y los valores de NSPT para diferentes profundidades



Fuente: Henríquez (2007).

Por la correlación en tabla anterior y los datos extraídos del informe del consultor contratista , el potencial de licuación para el proyecto es bajo.

3.5.10 Información de revisión base para los modelos de estabilidad

La información Adicional de análisis suministrada por el contratista tanto de campo como de oficina es correspondiente y consecuente con la información obtenida con la del informe de revisión de estudios y diseños de estabilización presentado por CONSORCIO GESA y radicado a la entidad en noviembre de 2023 del Sector La Gloria y Nazareth y con los trabajos de campo se realizó la calibración del modelo geotécnico para el análisis de estabilidad del sector del nuevo estudio .

Talud típico para el sector de la pantalla 1 Sector Nazareth

El talud típico para el sector de la pantalla 1 Sector Nazareth por el contratista consorcio GESA tiene las siguientes características. La altura aproximada es de 19 (m) metros y se van a construir en promedio 9 filas de anclajes de 25(m) metros espaciados 2.0 metros en la horizontal y 2.0 metros en la vertical.

Los parametros geotécnicos utilizados en el tramo de Nazareth son los siguientes:

Ilustración 12. Parámetros geotécnicos utilizados en el tramo de Nazareth

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kN/m2)	Phi	Water Surface	Ru
gravoso		18	Mohr-Coulomb	0.8	28	None	0
LIMO ROJO		19	Mohr-Coulomb	0.7	31	None	0

Fuente : CONSORCIO GESA

Talud típico para el sector de la pantalla 1 Sector LA Gloria

El talud típico para el sector de la pantalla 1 Sector la gloria presentada por el contratista consorcio GESA tiene las siguientes características, la altura aproximada es de 20(m) metros y se van a construir en promedio filas de 9 anclajes de 30(m) metros espaciados 2.0 metros en la horizontal y 2.0 metros en la vertical.

Ilustración 13. Parámetros geotécnicos utilizados en el tramo de La Gloria

,

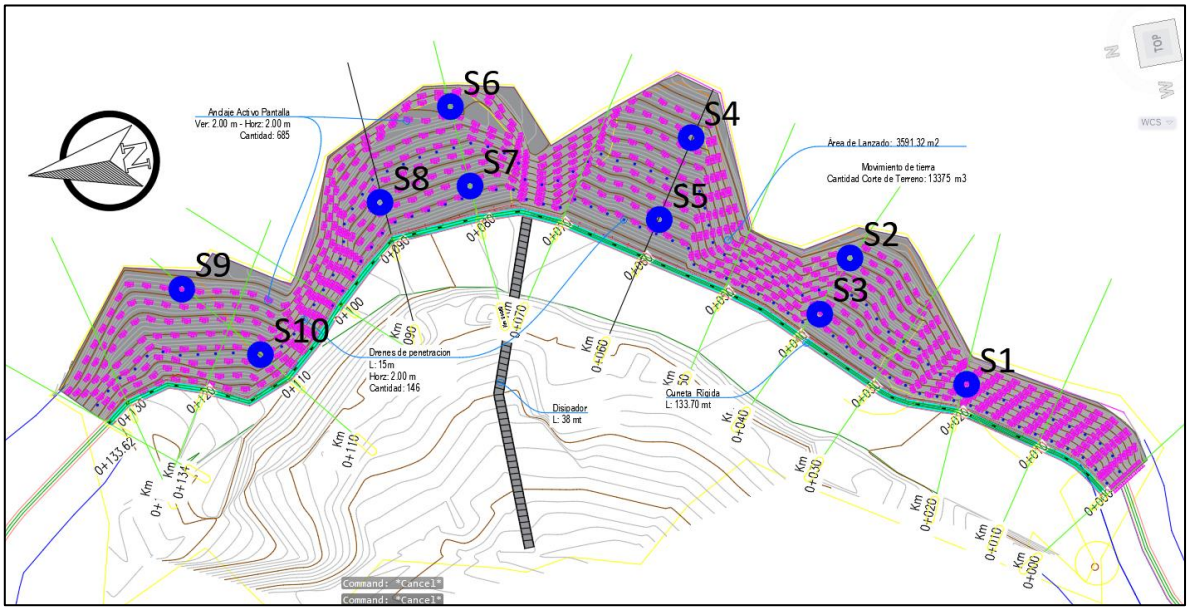
Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kN/m2)	Phi	Water Surface	Ru
gravoso		18	Mohr-Coulomb	0.8	28	None	0
LIMO ROJO		19	Mohr-Coulomb	0.7	31	None	0

Fuente : CONSORCIO GESA

3.5.11 NUEVO TALUD DE LA CARRERA 10 ENTRE CALLES 15 Y 16

Verificada la información obtenida del modelo y aportada por le contratista CONSORCIO GESA , según los nuevos ensayos de campo y analisis realizados se comprueba que el sector del nuevo talud de la carrera 10 entre calles 15 y 16 presenta condiciones y características de suelo similares al Sector de la Gloria Talud Norte, con una altura aproximada es de 19 mts y que requiere la construcción de filas en promedio de 9 anclajes de 30 mts, espaciados 2.0 metros en la horizontal y 2.0 metros en la vertical.

Ilustración 14. Localización de exploración geotécnica sector de nuevo estudio La gloria Nazareth



Fuente : CONSORCIO GESA

Los parametros geotécnicos utilizados en el tramo del nuevo talud son los siguientes:

Ilustración 15. Parámetros geotécnicos utilizados en el tramo de enlace La Gloria-Nazaret

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kN/m2)	Phi	Water Surface	Ru
gravoso		18	Mohr-Coulomb	0.8	28	None	0
LIMO ROJO		19	Mohr-Coulomb	0.7	31	None	0

Fuente : CONSORCIO GESA

Para el análisis de estabilidad se tomaron los valores de cohesión de 1.0 ton/m2 y de 33 grados para el ángulo de fricción interna del suelo donde se construirán los anclajes.

Se tuvo en cuenta que la variación en topografía es bastante significativa, lo cual hizo necesario evaluar los perfiles de diseño para revisar la estabilidad de la obra tanto a nivel global como a nivel general. Se analizaron las secciones topográficas de diseño, realizando el análisis de seguridad de la sección más crítica a lo largo de los 134 ml de la pantalla.

El proceso mediante el cual se determina la probabilidad de ocurrencia y la severidad de un evento en un tiempo dado y en un área determinada, se determinó mediante la evaluación de los factores de seguridad de las laderas del proyecto.

Valores para la categorización de la amenaza por procesos de remoción en masa en condición estática

Nivel de Amenaza	Factor de Seguridad
Amenaza Baja (B)	F.S ≥ 1.5
Amenaza Media (M)	1.25 ≤ F.S ≤ 1.5
Amenaza Alta (A)	0.00≤ F.S ≤ 1.25

Fuente: CDMB

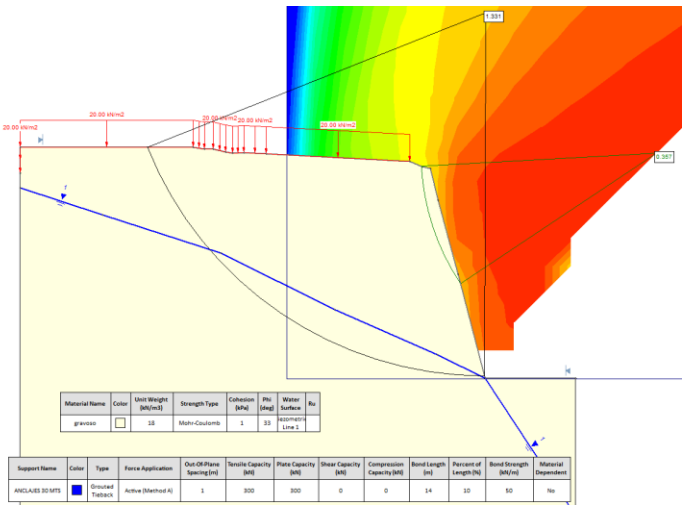
Valores para la categorización de la amenaza por procesos de remoción en masa en condición seudo estática

Nivel de Amenaza	Factor de Seguridad
Amenaza Baja (B)	F.S ≥ 1.20
Amenaza Media (M)	1.00 ≤ F.S ≤ 1.20
Amenaza Alta (A)	0.00 ≤ F.S ≤ 1.00

Fuente: CDMB

Amenaza es la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno potencialmente nocivo, dentro de un período específico de tiempo y en un área dada.

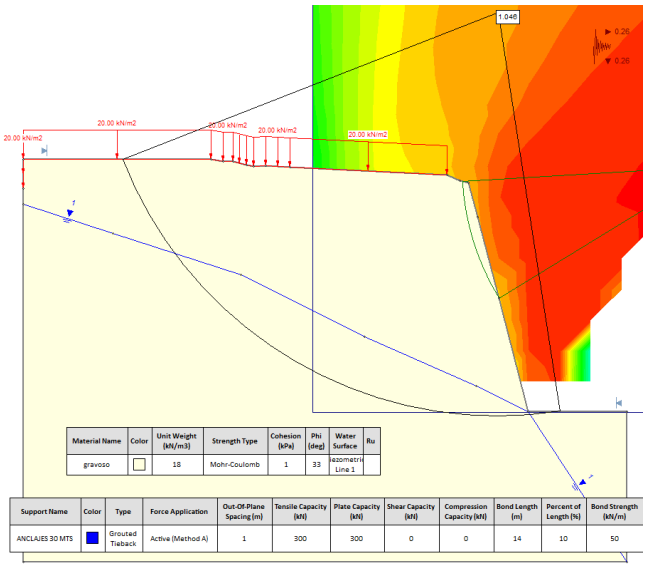
Ilustración 16. **Escenario 1**.Condición estática sin obras tramo de enlace la gloria-Nazaret



Fuente : CONSORCIO GESA

FS= 1.3 GLOBAL
FS= 0.3 SUPERFICIAL

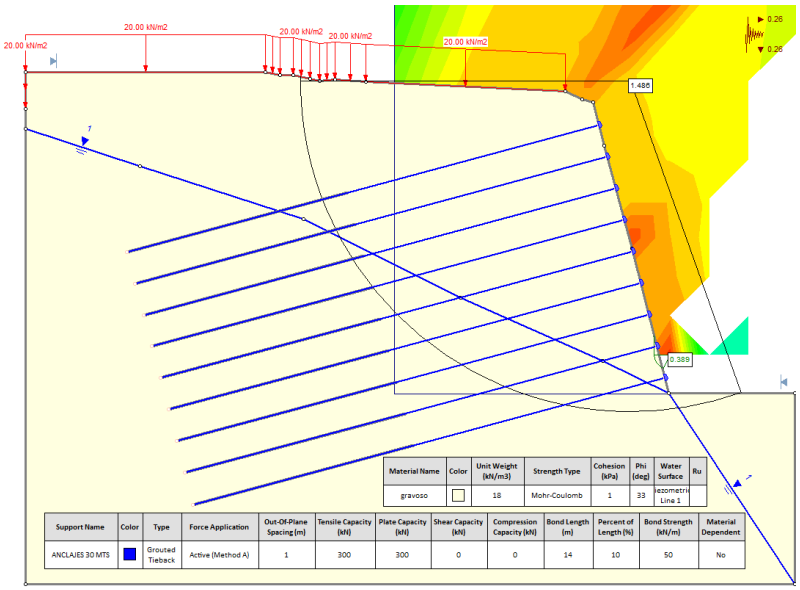
Ilustración 17. **Escenario 2**.Condición pseudo-estática sin obras tramo de enlace la gloria-Nazaret



Fuente : CONSORCIO GESA

FS= 1.09

Ilustración 18. **Escenario 3**.Condición pseudo-estática con obras tramo de enlace la gloria-Nazaret



FS= 1.48

3.5.12 VERIFICACIÓN DE LONGITUD DE ANCLAJES SECTOR NUEVO TALUD DE LA CARRERA 10 ENTRE CALLES 15 Y 16

Comprobación de la tensión admisible del acero

Para la **comprobación de la tensión admisible del acero del tirante** se minorará la tensión admisible en el tirante de forma que se cumplan simultáneamente las siguientes condiciones:

En anclajes provisionales:

$$PNd / AT \leq fpk / 1,25$$
$$PNd / AT \leq fyk / 1,10$$

En anclajes permanentes:

$$PNd / AT \leq fpk / 1,30$$
$$PNd / AT \leq fyk / 1,15$$

Siendo: PNd = carga nominal mayorada de cada anclaje.
AT = sección del tirante.
fpk = límite de rotura del acero del tirante.

fyk = límite elástico del acero del tirante.

Tabla 10. Principales características mecánicas de los aceros (mpa)

TIPO DE TIRANTE	LIMITE ELÁSTICO (MPa)	CARGA UNITARIA DE ROTURA (MPa)
Barra tipo DW (Diwidag) o similar	850	1.050
Barra tipo Gewi o similar	500	550
Cables	1.710	1.910

Fuente : Guía Española para el diseño y la ejecución de anclajes al terreno en obras de carretera.

Normalmente las tensiones de trabajo de estos aceros son del 60 % de su límite elástico en los anclajes permanentes y del 75 % en los anclajes provisionales.

No se permitirán empalmes de los tirantes en la zona de bulbo del anclaje, salvo justificación específica en los tirantes de barra y con un diámetro de perforación adecuado. Dichos empalmes no interferirán ni en el libre alargamiento ni en la protección anticorrosión. «Será necesario que la armadura no lleve manguito alguno en la zona de bulbo»

Tabla 11. Requerimientos mecánicos y limites de fluencia de los torones 1x7

REQUERIMIENTOS MECÁNICOS DE LOS TORONES 1 X 7.					TABLA 2
Grado	Designación del torón No	Diámetro del torón mm (pulg)	Resistencia a la rotura mínima del torón, kN (lbf)	Área de acero del torón mm² (pulg²)	Peso del torón kg/1000 m (lb/1000 ft)
Grado 1725 (250)	6	6,40 (0,250)	40,0 (9.000)	23,20 (0,036)	182 (122)
	8	7,90 (0,313)	64,5 (14.500)	37,40 (0,058)	294 (197)
	9	9,50 (0,375)	89,0 (20.000)	51,60 (0,080)	405 (272)
	11	11,10 (0,438)	120,1 (27.000)	69,70 (0,108)	548 (367)
	13	12,70 (0,500)	160,1 (36.000)	92,9 (0,144)	730 (490)
	15	15,20 (0,600)	240,2 (54.000)	139,40 (0,216)	1.094 (737)
Grado 1860 (270)	9	9,53 (0,375)	102,3 (23.000)	54,80 (0,085)	432 (290)
	11	11,11 (0,438)	137,9 (31.000)	74,20 (0,115)	582 (390)
	13	12,70 (0,500)	183,7 (41.300)	98,70 (0,153)	775 (520)
	15	15,24 (0,600)	260,7 (58.600)	140,00 (0,217)	1.102 (740)

REQUISITOS DE LÍMITE DE FLUENCIA — **TABLA 3**

Grado	Designación del torón No	Diámetro del torón mm (pulg.)	Carga inicial kN (lbf)	Mínima carga de tensión de 1% kN (lbf)	
				Baja relajación Kn (lb)	Relajación normal
Grado 1725 (250)	6	6,40 (0,250)	4,0 (900)	36,0 (8.100)	34,0 (7.650)
	8	7,90 (0,313)	6,5 (1.450)	58,1 (13.050)	54,7 (12.300)
	9	9,50 (0,375)	8,9 (2.000)	80,1 (18.000)	75,6 (17.000)
	11	11,10 (0,438)	12,0 (2.700)	108,1 (24.300)	102,3 (23.000)
	13	12,70 (0,500)	16,0 (3.600)	144,1 (32.400)	136,2 (30.600)
	15	15,20 (0,600)	24,0 (5.400)	216,2 (48.600)	204,2 (45.900)
Grado 1860 (270)	9	9,53 (0,375)	10,2 (2.300)	92,1 (20.700)	87.0 (19.550)
	11	11,11 (0,438)	13,8 (3.100)	124,1 (27.900)	117,2 (26.350)
	13	12,70 (0,500)	18,4 (4.130)	165,3 (37.170)	156,1 (35.100)
	15	15,24 (0,600)	26,1 (5.860)	234,6 (52.740)	221,5 (49.800)

Nota1: Las normas ASTM A 416 aplica para las propiedades mecánicas de los torones de acero fabricados con alambres lisos, la ASTM A 886 aplica para las propiedades mecánicas de torones de acero con alambres grafilados. **Nota2:** Los cordones bifilares y los torzales tienen resistencia última a la tracción de 1660 Mpa mínimo y elongación de 3.5% mínima.

FUENTE : Normas NTC 2010, ASTM A 416 ,norma ASTM A 886. y Post-Tensioning Institute (PTI).

Tabla 12. Comprobación de la tensión admisible del acero

COMPROBACIÓN DE LA TENSIÓN ADMISIBLE DEL ACERO		
Carga Mayorada PND	300	KN
Diametro de Toron	**0,5**	Pulgadas
Diametro de Toron	12,7	mm
Area del toron (AT)	98,7	mm2
Resistencia minima a la Rotura (Grado 270)	183,7	KN
Resistencia ultima a la traccion	1660,0	Mpa
Factor de reduccion	**0,75**	
Limite de Rotura del Toron (fpk)	1396	Mpa
Limite elastico del Toron (fyk)	1245	MPa
Numero de Torones	**3**	
Carga por Toron PND1	100	KN
PND1/AT	1013,2	
fpk/1,30	1073,8	
fyk/1,15	1082,6	
Comprobación 1	**OK**	**CUMPLE**
Comprobación 2	**OK**	**CUMPLE**

Fuente : El autor

Comprobación de la seguridad frente al deslizamiento del tirante en la lechada

Para la comprobación de la seguridad frente al deslizamiento del tirante en la lechada, dentro del bulbo se minorará la adherencia límite entre el tirante y la lechada que lo rodea en el bulbo, por el coeficiente 1,2.

Se deberá verificar:

$$PNd / (Lb \cdot pT) \leq \tau lim / 1,2$$

Con: τlim = 6,9 (fck/22,5)2/3

Siendo: PNd = carga nominal mayorada de cada anclaje.

- pT = perímetro nominal del tirante = 2__π_·_A__T
- AT = sección del tirante.
- Lb = longitud de cálculo del bulbo.
- τlim = adherencia límite entre el tirante y la lechada expresada en MPa.
- fck = resistencia característica (rotura a compresión a 28 días) de la lechada expresada en MPa.

Para esta comprobación, el exceso de longitud del bulbo por encima de 14 m se minorará por el coeficiente de 0,70, a fin de tener en cuenta la posible rotura progresiva del mismo

La **adherencia admisible del bulbo** se puede obtener mediante los métodos indicados a continuación, por orden de preferencia:

a) Los valores de la adherencia admisible aadm del bulbo se pueden deducir tanto de los ensayos de investigación como fundamentalmente de los ensayos de adecuación.

b) Se puede obtener el valor de la adherencia admisible aplicando la expresión siguiente, en presiones efectivas:

$$a_{adm} = \frac{c'}{F_{2c}} + \sigma' \cdot \frac{tg\ \varphi'}{F_{2\varphi}}$$

Siendo: c´ = cohesión efectiva del terreno en el contacto terreno-bulbo.

- ϕ´ = ángulo de rozamiento interno efectivo del terreno en el contacto terreno-bulbo.
- σ´ = presión efectiva del terreno en el centro del bulbo más una tercera parte de la presión de inyección aplicada.
- F2c = 1,60; coeficiente de minoración de la cohesión.
- F2ϕ = 1,35; coeficiente de minoración de la fricción.

c) También puede determinarse aadm utilizando correlaciones empíricas, en cuyo caso:

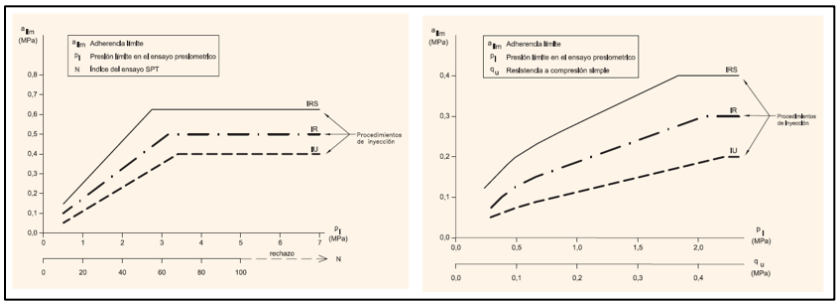
- aadm = alim / F3
- Siendo: alim = adherencia límite obtenida aplicando métodos empíricos
- F3 = coeficiente indicado en la tabla 13

Tabla 13. Coeficiente F3 en función del tipo de anclaje

TIPO DE ANCLAJE	F_3
Provisional	1,45
Permanente	1,65

Fuente : El autor

Ilustración 19. Figuras Adherencia límite en arcillas y limos, adherencia límite en arcillas y limos



Fuente : Guía Española para el diseño y la ejecución de anclajes al terreno en obras de carretera.

Cuando se trate de rocas poco alteradas, grado III ó menor según ISRM (véase apéndice B), y para anclajes con inyección única global IU, podrá considerarse la adherencia límite indicada en la tabla 13

Tabla 14. Adherencia límite en roca (alteración ≤ grado iii, según isrm)

TIPO DE ROCA	ADHERENCIA LÍMITE (MPa)
Granitos, basaltos, calizas	1,0 – 5,0
Areniscas, esquistos, pizarras	0,7 – 2,5

De igual manera, se verifica Estructuralmente por parte del especialista el cálculo correspondiente al diseño de anclajes referente a :

- Diseño de anclajes
- Cálculo de estabilidad interna a del muro anclado
- Cálculo de estabilidad externa del muro anclado
- Análisis de estabilidad interna en condición sísmica
- Análisis de estabilidad externa en condición sísmica
- Calculo de fuerzas en condición sísmica

Anexos :

- Informe de estudios adicionales al Contrato de Obra No. 104-2023 folios revisados : 205
- Informe topográfico Versión N° 2 2024 -188 folios
- Plano topográfico ,2 folios
- Ensayos de laboratorio : 37 folios

3. CONCLUSIONES

- El proyecto inicial cuenta con ESTUDIOS Y DISEÑOS AJUSTADOS de las obras a intervenir, que comprende tanto el documento técnico , las especificaciones técnicas y los anexos , los cuales son los documentos de apoyo para la realización de las obras .
- Los estudios y diseños contemplan mayor amplitud de áreas a las inicialmente entregadas contractualmente y están sujetas a aprobación de la supervisión y el ente territorial.
- Se evaluaron actividades en los sectores de intervención del contrato de obra correspondientes a La Gloria , Nazareth y Pablo VI que comprendieron construcción de anclajes , perforaciones de taludes para anclajes , instalación de anclajes , inyección de anclajes , construcción de zapatas (dados) .
- Se realiza revisión total de de ajuste de estudios y diseños complementarios sector La gloria y Nazareth como documento soporte de la ejecución contractual de obras , Contrato de Obra No. 104-202 “CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN Y ESTABILIZACIÓN EN LOS SECTORES LA GLORIA, NAZARETH Y PABLO VI DEL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, DEPARTAMENTO DE SANTANDER”.
- Es necesario cumplir con la terminación de los sectores contractualmente ajustados para garantizar las condiciones de disminución de amenaza y riesgo por remoción en masa en las áreas intervenidas por diseños .
- Se realiza la revisión y aprobación de los estudios y diseños adicionales presentados al contrato de la referencia, sin embargo están sujetos a verificación por parte de la supervisión y Enterritorio , así como la viabilidad de los recursos correspondientes y necesarios para su ejecución , cabe precisar que la culminación de este sector garantizaría la estabilidad de las obras construidas, que no fueron contempladas inicialmente en los estudios contractuales, siendo este sector , uno de los más críticos del proyecto por su condición topográfica , escorrentia alta ,además de las condiciones de fragilidad y susceptibilidad de las edificaciones en las zonas que involucra, siendo además una condición de amenaza alta ara el proyecto .
    - El informe de revison contiene los siguientes archivos .
    - Informe de estudios adicionales al Contrato de Obra No. 104-2023 folios revisados : 205
    - Informe topográfico Versión N° 2 2024 -188 folios
    - Plano topográfico ,2 folios
    - Ensayos de laboratorio : 37 folios
    - Registro campo ensayos - la gloria 4 folios

4. RECOMENDACIONES

- Se recomienda la **inclusión** de construcción de drenes horizontales posterior a la inyección de los anclajes como medida preventiva a la temporada de lluvias o en su defecto por una fuga espontanea causada por defectos en las redes hidrosanitarias hacia los taludes intervenidos ; evitando infiltraciones hacia el talud en proceso de estabilización .
- Se recomienda al constructor realizar constante señalización en la corona de los taludes en los , sectores la GLORIA , NAZARETH cuano se inicien actividades . La señalización y demarcación son importantes para la prevención de accidentes tanto del personal de obra como de personas ajenas a ella , visitantes, veedores , inclusive de personal que por alguna razón utilice las salidas hacia el talud en caso de una emergencia.
- Para la colocación del concreto lanzado sobre el talud se debe tener en cuenta el proceso constructivo y los efectos del tensionamiento sobre el talud; es decir que el acero de refuerzo para este caso , la malla electrosoldada , no debe ser continuo en lo sectores de las zapatas o dados de apoyo (debería cortarse o interrumpirse) , puesto que podrían presentar deformaciones en la base del concreto lanzado por cuenta de las tensiones ejercidas para el funcionamiento del anclaje . Para ello se recomienda dejar como elemento independiente para el tensionamiento cada zapata o dado junto con una dilatación en icopor o similar que permita realizar este procedimiento sin afectación del talud revestido (esto para fundidas monolíticas de lanzado y zapata simultáneos) . Si por el contrario el dado o zapata se construye y funde embebido el talud antes de realizarse el lanzado y posteriormente se realiza el tensionamiento o tensado , no debería existir ninguna afectación sobre el revestimiento; inclusive la malla de refuerzo puede ir continua debajo del elemento de apoyo . No obstante el proceso constructivo debe ser valorado por el ingeniero estructural para determinar las afectaciones que podría tener dependiendo del método utilizado.
- Realizar la debida socialización periódica con la comunidad directamente involucrada de los sectores de la Gloria , Nazareth que son las áreas de ejecución por el momento (posteriormente en Pablo VI) , para evitar que sean usadas las puertas traseras de la viviendas hacia los taludes intervenidos , inclusive en caso de emergencia, en este caso debe existir un plan de contingencia que debe analizar y socializar el área de SST del contratista con apoyo de la interventoría.
- Realizar el seguimiento y CONTROL DIARIO de las coronas de los taludes durante la ejecución de actividades de perforación e inyección por para el del personal de SST , residentes e inspectores de obra.

- Implementar los VIGÍAS de obra en las áreas de intervención, los cuales son los encargados de verificar las condiciones seguras para la ejecución de actividades y la movilidad en las áreas superiores e inferiores de los taludes .
- Verificar diariamente las líneas de vida de los anclajes de equipos y personal de obra a las taludes así como los implementos de SST para trabajo en alturas .
- Documentar un control detallado del estado estructural de los taludes durante la ejecución de actividades de perforación , inyección y lanzado de concreto entre otras ; es decir realizar un seguimiento diario de inspección para verificar si existen fisuras, roturas o fracturas en el talud por cuenta de la ejecución de actividades sobre el mismo.
- Verificar el estado de las redes de servicios públicos con periodicidad para evitar filtraciones hacia los taludes .
- Realizar el seguimiento con las entidad prestadoras de servicios públicos de alcantarillado , agua potable y gas natural principalmente , del estado actual de redes contiguas la proyecto; notificar NUEVAMENTE la ejecución de las obras para que en caso de daño o rotura en las mismas que pudieran afectar los taludes en estabilización exista un plan de contingencia evitando daño futuro en los taludes.
- Evaluar técnicamente y con apoyo de topografía , si existe la necesidad de implementar un línea de drenes horizontales en cercanías al nivel, de las redes de servicios públicos esto en caso de algún colapso o daños por estado de las mismas.
- Realizar la inyección de anclajes en términos no mayores a 24 horas posteriores a la perforación en o posible con el fin de garantizar la estabilizad de la perforación , conservación del talud en condiciones normales y posteriormente el funcionamiento optimo del anclaje.
- Durante los periodos de lluvia impedir la realización de cualquiera de las actividades que pongan en riesgo la salud y vida de los trabajadores que ejecutan la obra y de terceros que pudieran estar vinculados a ella.
- Verificar diariamente el estado de las cunetas de coronación de los taludes intervenidos, estas deben estar libres de represamientos y así como también deben estar libres las descargas asociadas a ellas.
- La construcción de dados sea prefabricados o fundidos in SITU debe realizarse en periodos cortos después de la inyección con el fin de realizar los primeros tensionamientos de los anclajes en los tiempo prestablecidos por diseño.

RECOMENDACIONES GENERALES PARA LOS TENSIONAMIENTOS

El tensionamiento o tensado en la construcción de anclajes activos , es un procedimiento fundamental para la efectividad del funcionamiento de los mismos ; por esta razón debe realizarse a partir de un protocolo o procedimiento técnico ya sea teniendo como referencia lo establecido por el anexo técnico del contrato o en

su defecto el ajustado al tipo de proyecto ; este debe ser aprobado por la interventoría y debe considerar generalmente lo siguiente :

PROTOCOLO DE TENSIONAMIENTO

- Estimación de la secuencia o escalonamiento del tensionamiento o tensado respecto al diseño y/o recomendaciones del diseñador . Esto es que se vayan tensionando de forma alterna o continua según sea le caso , para evitar la concentración excesiva de carga en la estructura anclada.
- Control y verificación de la presión de diseño respecto a la obtenida en inyección de los anclajes construidos; esto a través del control de calidad del diseño presentado por el contratista y verificado por la interventoría .
- Control y verificación de resistencia a la compresión de las probetas de lechada respecto al diseño y que ésta alcance como como mínimo el 65% de la resistencia o 72 horas.
- Construcción de la zapata o dado de reacción, cuyo concreto haya alcanzado como mínimo el 65% de la resistencia de diseño (verificación de ensayos de resistencia al compresión en las probetas obtenidas como muestras).
- Control y verificación de los certificados de calibración de equipos de tensionamiento o tensado ; es decir del gato hidráulico y el manómetro , éstos deben estar vigentes y corresponder a los equipos que se van a utilizar con su número de serie .
- El tensionamiento o tensado podrá realizarse con un equipo hidráulico monotorón o multitorón según sea el caso .

ACTIVIDADES DE CONTROL Y REGISTRO DEL TENSIONAMIENTO O TENSADO DE ANCLAJES

Verificadas y revisadas las anteriores recomendaciones se procede a iniciar le tensionamiento o tensado teniendo en cuenta que se debe :

- Verificar la carga de diseño de los anclajes que se van a tensionar.
- Verificar unidades de medición del manómetro y hacer las conversiones (si son necesarias)para realizar las lecturas de presión.
- Verificación de las condiciones seguras del personal y equipos de trabajo en alturas, estado de los equipos y líneas de vida.
- Verificación de la instalación de la platina (revisar que haga contacto uniforme sobre la zapata o dado de reacción), la pópora y las cuñas en el anclaje a tensionar.
- Verificación de ajuste y alineación de los diferentes elementos del anclaje mencionados anteriormente .
- Iniciar el procedimiento de tensionamiento o tensado con los incrementos de carga no superiores al 25% hasta llegar a la carga de diseño esperada.

- Documentar en un formato de registro escrito , las cargas y las elongaciones, para verificaciones posteriores. En este formato debe quedar la identificación del anclaje, fecha de ejecución del ensayo y los equipos usados entre otros , se sugiere un modelo de registro , este deberá ser aportado en el protocolo de tensionamiento o tensado . Este debe contener como mínimo identificación del anclaje, cronología de ejecución por fechas, fecha de inyección y/o reinyección fecha de la perforación , fecha de construcción de los elementos externos (zapata o dado) , resumen de la prueba de tensionamiento o tensado que deberá incluir (presión carga de prueba , cargas y deformaciones de diseño esperada y cargas obtenidas, datos del equipo y fecha de calibración delos mismos) .
- Una vez concluido el anclaje se debe proceder al corte de las longitudes sobrantes de los cables y a la colocación de las protecciones o tapones de las puntas de los anclajes. Sin embargo estas puntas de cable no deben ser cortadas hasta que no sean liberados en su totalidad los anclajes de manera progresiva , en lo posible deben tener una longitud mínima entre 40 y 60 cm , es decir que el cilindro hidráulico tenga la longitud mínima de desarrollo para su operación y que permita un re - tensionamiento a futuro por cuenta de un mantenimiento ,.
- El proceso de corte de las longitudes sobrantes de los cables del anclaje , se realizará con disco de corte , no se permite el empleo de sopletes.
- **NOTA ACLARATORIA : En caso del que el tensionamiento NO cumpla se debe reinyectar el anclaje y repetir el tensionamiento.**

PROTOCOLO DE PRUEBAS DE CARGA

La finalidades de las pruebas de carga son :

- Comprobación de las cargas de diseño de un anclaje para ser llevados sin movimientos excesivos y con un factor de seguridad adecuado.
- Comprobación del método constructivo en la perforación realizada por el contratista, la actividad de instalación del anclaje y las actividades de llenado, inyección antes y durante la construcción.
- Validación del proceso constructivo de anclajes
- Verificación de defectos en los anclajes construidos
- Verificación capacidad de anclajes construidos

Las pruebas de carga deberán realizarse a una población estimada en el plan de calidad presentado por el contratista , para este proyecto se estima en el 2 % de la totalidad de los anclajes por zona ejecutada , serán definida por el interventor y deberá contar con un protocolo presentado por el contratista con el método base de evaluación , Norma americana o Norma europea según sea el caso escogido.

Para la medición además de las pruebas de cargas además de la bomba y el cilindro hidráulico se requiere :

- Para ks, desplazamientos con precisión de 0,05 mm y sensibilidad de 0,01 mm (requiere calibre de precisión o pie de rey).
- Para medición de carga, precisión del 2% de la máxima del ensayo. Para medir pérdidas, sensibilidad del 0,5% (requiere manómetros “no convencionales”)

➢ Terminados los tensionamientos y las pruebas de carga se debe proceder la actualización topográfica en planta y perfil de los anclajes construidos . Se entrega un cuadro de topografía con coordenadas NORTE, ESTE, COTA, y ID del anclaje

➢ Finalizado el proceso de construcción y actualización de levantamiento topográfico se deberá documentar en un sabana de datos o en formato independiente el resumen del proceso constructivo del anclaje y del anclaje propiamente dicho es decir una hoja de vida de cada anclaje y debe contener como mínimo esta información general

Tabla 15. Tabla Resumen para control de de anclajes construidos

PROYECTO: INTERVENTORIA A LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN Y ESTABILIZACIÓN EN LOS SECTORES LA GLORIA, NAZARETH Y PABLO VI DEL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA – DEPARTAMENTO DE SANTANDER

LOCALIZACION OBRA

CONTRATISTA: CONSORCIO GESA — CONTRATO N° 104 DEL 2023

INTERVENTORIA: CONSORCIO TALUDES SGD — CONTRATO N° 163 DEL 2024

ITEM	UBICACIÓN ANCLAJE				TIPO DE PERFORACIO	FECHA PERFORACION E INSTALACIÓN	DIAMETRO DEL TORON Ø	CANTIDAD TORONES	LONGITUD BULBO (ML)	LONGITUD LIBRE (ML)	LONGITUD ANCLAJE (ML)	ENCAMISADO LONGITUD (ML)	NUMERACIÓ N
	NOMENCLATU RA	NORTE	ESTE	ELEVACIÓ N	ACTIVO								
1	A1	1280489.76	1104135.002	935.009	X	21/11/2023	1/2"	3.00	14.00	11.00	25.00	2.00	1
2	A10	1280504.823	1104125.441	935.012	X	2/12/2023	1/2"	3.00	14.00	11.00	25.00	2.00	8
3	A11	1280506.406	1104124.069	935.066	X	5/12/2023	1/2"	3.00	14.00	11.00	25.00	2.00	9
4	A12	1280508.049	1104122.779	935.051	X	6/12/2023	1/2"	3.00	14.00	11.00	25.00	2.00	10
5	A13	1280508.56	1104120.85	935.061	X	9/12/2023	1/2"	3.00	14.00	11.00	25.00	2.00	11
6	A14	1280509.19	1104118.926	934.982	X	10/12/2023	1/2"	3.00	14.00	11.00	25.00	2.00	12

Fuente : CONSORCIO TALUDES SGD

Tabla 16. Tabla Resumen para control de inyección de anclajes construidos

PROYECTO: INTERVENTORIA A LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN Y ESTABILIZACIÓN EN LOS SECTORES LA GLORIA, NAZARETH Y PABLO VI DEL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA – DEPARTAMENTO

LOCALIZACION OBRA

CONTRATISTA: CONSORCIO GESA — CONTRATO N° 104 DEL 2023

INTERVENTORIA: CONSORCIO TALUDES SGD — CONTRATO N° 163 DEL 2024

			REALIZADO POR:				APROBADO POR:	
ITEM	NUMERO DE ANCLAJE	TIPO DE ANCLAJ ACTIVO	LONGITUD (MTS)	PRESION DE INYECCION	FECHA DE LLENADO	FECHA DE INYECCIÓN	FECHA DE RE-INYECCION	OBSERVACIONES
1	A1	X	25	180-220	15/12/2023	19/12/2023		
2	A10	X	25	180-220	16/12/2023	20/12/2023		
3	A11	X	25	180-220	16/12/2023	20/12/2023		
4	A12	X	25	180-220	18/12/2023	20/12/2023		
5	A13	X	25	180-220	18/12/2023	20/12/2023		
6	A14	X	25	180-220	18/12/2023	20/12/2023		
7	A15	X	25	180-220	4/01/2024	14/01/2024		

Fuente : CONSORCIO TALUDES SGD

OTRAS RECOMENDACIONES

- Se deben tener en cuenta verificar que las cimentaciones cercanas no perjudiquen la ejecución de los trabajos y viceversa .
- El material retirado en la excavación se debe reservar para el posterior relleno si este CUMPLE con las condiciones técnicas y los ensayos de laboratorio de verificación de calidad respectivos, de lo contrario se debe transportar de inmediato en lo posible a las zonas al botadero.
- Durante la construcción de rellenos estructurales , estos se debe hacer compactándose a una densidad como mínimo del 90% de la máxima del Proctor modificado y la capa no debe superar los 25 centímetros.
- Para perfilado de taludes y adecuación, es necesario retirar siempre toda la capa vegetal.
- Luego de la perfilada de taludes , se debe nivelar el terreno con topografía y después de esto se procede a comprobar si es el previsto para la perforación
- En todos los casos la excavación tendrá diferencias y para mitigar posibles riesgos, el supervisor debe tomar medidas y decisiones en base a la comodidad.
- Cuando el terreno es arcilloso y se ablanda al absorber agua de lluvia, también se recomienda dejar de excavar los últimos 15 centímetros hasta el último momento.
- Si al hacer la excavación se encuentra material poco consistente o grandes bloques de roca, se deben remover desde la parte superior de la excavación.
- En suelos cohesivos y en zonas con posibilidad de lluvias, se debe excavar los últimos 20 centímetros en lo posible antes de verter el concreto de limpieza. Esto con el fin de evitar los asentamientos diferenciales inmediatos.
- Se debe guardar el recubrimiento mínimo del acero indicado en las normas.
- Los elementos que componen los encofrados deben tener la resistencia suficiente para evitar su deformación. Para este caso los (dados)
- Cuando la lluvia descargue directamente sobre los taludes expuestos , es imprescindible hacer una revisión minuciosa y detallada antes de reanudar los trabajos. Se disminuirá inmediatamente las aguas que afloren o caigan en el interior de los mismos para evitar alteraciones en estabilidad de los taludes. En época lluviosa o por escorrentías provenientes de drenajes u ojos de agua, deben tomarse medidas preventivas para el bombeo y/o desvío de las aguas.
- Si se encuentran capas de tierra poco consistentes o grandes bloques de roca, estos deben removerse comenzando desde la parte superior de la excavación.
- Guiar los baldes de la retroexcavadora con materiales durante su izado para que no golpee los taludes bruscamente y debiliten los taludes durante el corte .
- Al final de cada jornada de trabajo en lo posible y cuando se presenten lluvias se cubrirá los taludes en su totalidad con un material impermeable y se deberá señalizar la localización de la excavación.

- Debe hacerse responsable a una persona competente de verificar y realizar inspecciones para verificar los puntos de anclajes y las líneas de vida .
- La remoción de los sistemas de apuntalamiento y entibado deberá empezar y continuar desde el fondo de la excavación hacia arriba.
- La disposición de escombros y materiales provenientes de la excavación deben hacerse en un botadero autorizado por la autoridad ambiental.

5. LIMITACIONES

- Las recomendaciones , solicitudes y conclusiones realizadas en este informe , están basadas en la experiencia técnica en la construcción y supervisión de obras de mitigación y control para la estabilización de taludes y obras complementarias , los procesos constructivos y metodologías de diseño que hacen parte integral del control de calidad de las mismas ; su interpretación y aplicación general están enmarcados en manuales de interventoría , construcción y supervisión de obras civiles aplicados al proyecto y a la normatividad colombiana vigente .
- Los resultados obtenidos en esta caracterización geotécnica, al igual que las recomendaciones, están basados en la información suministrada por los proyectistas o consultores , respecto a la posible tipología estructural del proyecto, condiciones geológicas y propiedades geomecánicas del perfil del suelo explorado mediante pruebas de campo y laboratorio.
- Los resultados de las muestras de laboratorio así como el control de calidad de las obras en ejecución están dados por la información suministrada por el contratista y el laboratorio externo de control de calidad de muestras así como el de la interventoría .
- Este informe geotécnico está condicionado a los parámetros, variables y condiciones del subsuelo a partir de la exploración geotécnica en la fecha de ejecución, cualquier cambio o modificación que afecte directa o indirectamente las condiciones del mismo analizadas para este proyecto , deberá ser objeto de un nuevo análisis para verificar las condiciones actualizadas.
- Cualquier modificación a la tipología referida tanto en altura de los taludes ,como distribución de áreas en planta o profundidad de los anclajes o drenes o aspectos relevantes de diseño que genere cambios, implicará nuevas condiciones de interacción suelo-estructura, por lo cual será necesario introducir las variables de ajuste o profundización al estudio de suelos; e incluso aumentar la profundidad de exploración y número de sondeos, de acuerdo con los parámetros respectivos de la NSR-10.
- Para dar una correcta interpretación y aplicabilidad a este informe se debe contemplar en su totalidad a los capítulos de limitaciones conclusiones y recomendaciones.

6. ANEXOS

- INFORME DE ESTUDIOS ADICIONALES SECTOR NAZARETH Y LA GLORIA
- ENSAYOS DE LABORATORIO
- PLANOS DE DISEÑO
- MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD
- CERTIFICACION DE APROBACION DE ESTUDIOS Y DISEÑOS

FIRMA DEL ESPECIALISTA

El ingeniero da fe que conoce el sitio y lo ha visitado para efectos de la elaboración del presente informe

JORGE IVAN VALENCIA CARVAJAL
INGENIERO CIVIL
MP 68202-261090 STD
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA AMBIENTAL