SERVINTEGRAL LTDA.

ACREDITADO ONAC ORGANISMO NACIONAL DE ACREDITACIÓN DE COLOMBIA
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-011

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

NUMERO : 7827

1.- MEDICIONES REALIZADAS

Escala : 1000 kN División Escala : 10 kN Resolución : 2 kN

DINAMOMETRO		PATRÓN (kN)				
NIVEL DE CARGA (%)	INDICACIÓN DEL DINAMOMETRO div	SERIE No 1 ASCENSO (kN)	SERIE No 2 ASCENSO (kN)	REVERSIBILIDAD DESCENSO (kN)	SERIE No 3 ASCENSO (kN)	SERIE No 4 ASCENSO (kN)
12	1000	123,4	122,9	-	123,3	-
24	2000	242,3	242,2	-	242,3	-
36	3000	363,7	363,3	-	363,3	-
48	4000	486,2	486,1	-	485,7	-
60	5000	604,8	604,6	-	604,8	-
73	6000	725,9	725,3	-	725,3	-
85	7000	846,1	846,0	-	845,8	-
97	8000	966,2	966,6	-	966,1	-
INDICACIÓN DESPUES DE CARGA (FI0) :		0	0		0	

2.- RESULTADOS DE CALIBRACION

Escala : 1000 kN Dirección de Carga : COMPRESION

LECTURAS (kN)			ERRORES RELATIVOS					
NIVEL DE CARGA (%)	PROMEDIO PATRÓN (kN)	INDICACIÓN DINAMOMETRO (kN)	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resolución a (%)	Accesorios Acc (%)	Incertidumbre U (%)
12	123,2	123	-0,16	0,40	-	1,00	-	0,63
24	242,2	243	0,33	0,04	-	0,50	-	0,30
36	363,5	364	0,14	0,12	-	0,33	-	0,22
48	486,0	484	-0,41	0,10	-	0,25	-	0,17
60	604,7	605	0,05	0,04	-	0,20	-	0,14
73	725,5	725	-0,07	0,08	-	0,17	-	0,14
85	846,0	846	0,00	0,04	-	0,14	-	0,12
97	966,3	967	0,07	0,05	-	0,13	-	0,11
ERROR RELATIVO DE CERO fo (%) :			0,00	0,00	-	0,00	-	

*** FUERZA CALCULADA CON LA ECUACIÓN : F= A*Xa+B (Coeficientes A y B, hallados por regresión)**

A = 0,1205376

B = 2,2604888

PARA EL CALCULO DE LA INCERTIDUMBRE, EL FACTOR DE COBERTURA k = 2

"la incertidumbre expandida informada de la medicion se establece como la incertidumbre normalizada de la medicion multiplicada por el factor de cobertura k, tal que la probabilidad de cobertura corresponde a aproximadamente 95 %."

SERVINTEGRAL LTDA.

ACREDITADO ONAC ORGANISMO NACIONAL DE ACREDITACIÓN DE COLOMBIA

ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-011

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

NUMERO : 7827

	ERRORES RELATIVOS (%) MÁXIMOS HALLADOS	ERRORES RELATIVOS MÁXIMOS PERMISIBLES NTC-ISO 7500-1 (Tabla No 2)			
ESCALA CALIBRADA :	**1000 kN**	CLASE 0,5	CLASE 1	CLASE 2	CLASE 3
EXACTITUD (q)	-0,41	± 0,5	± 1,0	± 2,0	± 3,0
REPETIBILIDAD (b)	0,40	0,5	1,0	2,0	3,0
REVERSIBILIDAD (v)	-	0,75	1,5	3,0	4,5
RESOLUCIÓN (a)	1,00	0,25	0,5	1,0	1,5
CERO (fo)	0,00	± 0,05	± 0,1	± 0,2	± 0,3
ACCESORIOS	-	0,75	1,5	3,0	4,5
INCERTIDUMBRE (u)	0,63				

TRAZABILIDAD METROLOGICA:

El laboratorio de calibracion de servintegral ltda, asegura el mantenimiento de la trazabilidad de los resultados obtenidos en las mediciones, por medio de institutos nacionales de metrologia que han sido sometidos a un proceso adecuado de pares cuyos servicios estan cubiertos por el ARM (Acuerdo de reconocimiento mutuo del comité internacional de pesas y medidas) hasta llegar al S.I, y por medio de laboratorios acreditados por un organismo de acreditacion que forma parte del acuerdo ILAC, o de acuerdos regionales reconocidos por ILAC demostrando trazabilidad metrologica, y que cuyos alcances acreditados estan disponibles publicamente en sus organismos de acreditacion respectivos.

EL LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DE SERVINTEGRAL LTDA, CUSTODIA Y MANTIENE ÉSTOS PATRONES, LOS CUALES HAN SIDO CALIBRADOS POR EL INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, DE ACUERDO A LAS DISPOSICIONES DE LA NORMA ISO 376 : 2011, QUE EN COLOMBIA ES LA NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC-ISO 376 (2013-05-15)

SERVINTEGRAL LTDA.

ACREDITADO ONAC ORGANISMO NACIONAL DE ACREDITACIÓN DE COLOMBIA

ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-011

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

NUMERO : 7827

OBSERVACIONES :

1.- De acuerdo con los resultados anteriores se concede el sello **No.** **7827**

2.- Los datos emitidos en el presente certificado, se ajustan al momento y condiciones dadas en la calibración. Servintegral ltda, no se hace responsable por daños ocasionados al equipo debido al uso inadecuado.

3. Por solicitud del cliente se calibra el dinamometro con fuerzas diferentes a las indicadas en el procedimiento interno 15-LC-TEC.

FIRMA(S) AUTORIZADA(S)

ELABORÓ

Tnglo. CAMILO BUITRAGO
Metrólogo

REVISÓ / AUTORIZÓ

Ing. ANDRES FIERRO RAMIREZ.
Director de Laboratorio

SERVINTEGRAL LTDA.

F-02-TEC-1

INSPECCIÓN GENERAL DE LA MÁQUINA DE ENSAYO O DINAMÓMETRO A COMPRESIÓN SEGÚN NORMA NTC ISO 7500-1 (2007-07-25) ANEXO A (NORMATIVO) Y ANEXO B (INFORMATIVO) LABORATORIO DE CALIBRACIÓN MAGNITUD FUERZA

NÚMERO : 7827

A.1 GENERALIDADES: Esta inspección general de la máquina de ensayos o dinamómetro a compresión debe realizarse antes de la calibración del sistema de medición de fuerza y debe comprender:

A.2 EXAMEN VISUAL:	**SI**	**NO**	**N/A**
◦ Las vibraciones externas afectan las lecturas del indicador de fuerza?	☐	☒	☐
◦ La máquina está nivelada?	☒	☐	☐
◦ Se registra desviación entre el puntero y el registro de carga?	☐	☐	☒
◦ Se expone a temperaturas ≤ 10°C ≥ 35°C?	☐	☒	☐
◦ Su entorno es corrosivo?	☐	☒	☐
◦ Presenta una humedad relativa ≥90% ? 50 37 HR	☐	☒	☐
◦ Esta protegida contra variaciones de voltaje en el suministro eléctrico?	☐	☒	☐
◦ En caso de ser pendular; se identifican las masas en forma apropiada?	☐	☐	☒
◦ El funcionamiento de la máquina está afectado negativamente por:			
- Vibraciones del motor de la bomba hidráulica.	☐	☐	☒
- Fugas de fluido hidráulico.	☐	☐	☒
- Desgastes o defectos en los elementos guías o crucetas móviles.	☐	☐	☒
- Aflojamiento en las columnas verticales del bastidor de carga.	☐	☐	☒

A.3 INSPECCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA MÁQUINA O DINAMÓMETRO:		**SI**	**NO**	**N/A**
◦ Existen ranuras para centrado?		☐	☐	☒
◦ El plato de compresión superior está montado sobre una rótula?		☐	☐	☒
◦ Escualiza fácilmente?		☐	☐	☒
◦ El montaje de platos permite la aplicación de fuerza en forma axial?		☐	☐	☒
◦ Los platos de carga están instalados en forma permanente?		☐	☐	☒
◦ En caso negativo, son sustituidos por componentes específicos?		☐	☐	☒
◦ Los platos de carga cumplen con los requerimientos de la máquina?		☐	☐	☐
◦ Desviación de la planitud de los platos: (medidos sobre 100 mm)	Superior: ____ mm			
	Inferior: ____ mm			
◦ Dureza de los platos.	Superior: ____ HRC			
	Inferior: ____ HRC			

A.4 INSPECCIÓN DEL MECANISMO DE ACCIONAMIENTO DEL CABEZAL	**SI**	**NO**	**N/A**
◦ La velocidad de carga permite una variación lenta en ascenso?	☒	☐	☐
◦ La velocidad de carga permite una variación lenta en descenso?	☒	☐	☐
◦ La velocidad de carga puede ser ajustada con suficiente exactitud?	☒	☐	☐
◦ La carga puede ser accionada en forma manual?	☒	☐	☐
◦ Presenta mecanismo de apagado automático?	☒	☐	☐
◦ Es posible alcanzar el valor nominal?	☒	☐	☐
- En caso negativo, porque?			
◦ Las velocidades de deformaciones aplicadas a las probetas cumplen con las normas técnicas aplicadas	☒	☐	☐
- En caso negativo, cuales?			

DATOS SUPLEMENTARIOS
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN
MAGNITUD FUERZA

NUMERO :

DATOS TÉCNICOS:

	SI	NO	N/A
◦ La máquina se calibró con los dispositivos accesorios?	☐	☐	☒
◦ Las series de mediciones son acordes, según norma NTC ISO 7500-1 N° 6.4.5.	☒	☐	☐

DATOS DEL INDICADOR:

MARCA	—	MODELO	—	SERIE	—

Rangos de medición	Resolución a 10%	Resolución a 20%	Resoluciones relativas a 10%	Resoluciones relativas a 20%
1000div 10000div	10div	10div	1/18	0,01

◦ Se realizaron reparaciones o ajustes durante la calibración? ☐ ☒ ☐
En caso afirmativo cuales? —

Temperatura	Serie 1 °C	Serie 2 °C	Serie 2` °C	Serie3 °C	Serie 4 °C
Inicio	26,8	27,1	—	29,1	—
Fin	26,9	27,2	—	29,0	—

DATOS ADMINISTRATIVOS:

◦ Dispone el laboratorio del manual de operación?	☒	☐	☐
◦ En caso afirmativo; se entiende fácilmente?	☒	☐	☐
◦ Cuantos operadores manejan la máquina? 2			
◦ Están todos los operadores entrenados?	☒	☐	☐
◦ Existen en el laboratorio programas de mantenimiento preventivos y Calibraciones periódicas?	☒	☐	☐
◦ Razón social de quién efectúo la calibración anterior y fecha			

—	—	—	—

Atendió la calibración:

Nombre	Miguel. Roberto	Cargo	—

FECHA: 2024-03-02

FIRMA: [signature]

ESCALA:_____ DIRECCION DE CARGA:_____

Temperatura	Serie 1 °C	Serie 2 °C	Serie 2` °C	Serie 3 °C	Serie 4 °C
Inicio					
Fin					

ESCALA:_____ DIRECCION DE CARGA:_____

Temperatura	Serie 1 °C	Serie 2 °C	Serie 2` °C	Serie 3 °C	Serie 4 °C
Inicio					
Fin					

ESCALA:_____ DIRECCION DE CARGA:_____

Temperatura	Serie 1 °C	Serie 2 °C	Serie 2` °C	Serie 3 °C	Serie 4 °C
Inicio					
Fin					

ESCALA:_____ DIRECCION DE CARGA:_____

Temperatura	Serie 1 °C	Serie 2 °C	Serie 2` °C	Serie 3 °C	Serie 4 °C
Inicio					
Fin					

ESCALA:_____ DIRECCION DE CARGA:_____

Temperatura	Serie 1 °C	Serie 2 °C	Serie 2` °C	Serie 3 °C	Serie 4 °C
Inicio					
Fin					

ESCALA:_____ DIRECCION DE CARGA:_____

Temperatura	Serie 1 °C	Serie 2 °C	Serie 2` °C	Serie 3 °C	Serie 4 °C
Inicio					
Fin					

ESCALA:_____ DIRECCION DE CARGA:_____

Temperatura	Serie 1 °C	Serie 2 °C	Serie 2` °C	Serie 3 °C	Serie 4 °C
Inicio					
Fin					

FIN DE DOCUMENTO


SERVINTEGRAL LTDA.
ACREDITADO
ONAC
ORGANISMO NACIONAL DE ACREDITACIÓN DE COLOMBIA
Calibrado
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-011
Magnitud:
FUERZA
Fecha Calibración
AÑO
MES
DIA
2024
03
02
Certificado No.
7827

wk Ingeniería S.A.S.

“INFORME TENSIONAMIENTO DE ANCLAJES”

PARA: CONSORCIO GESA

FECHA: OCTUBRE DE 2024

ASUNTO: **SEGUNDO INFORME TENSIONAMIENTO DE ANCLAJES – SECTOR PABLO VI**

Revisión y aprobación					
Revisión	**Fecha**	**Descripción:**	**Elaborado:**	**Revisado:**	**Aprobado:**
A	10/2024	Para revisión	AM	MS	

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 4
2. OBJETIVOS 5
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 5
3. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO 6
3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 7
4. TENSIONAMIENTO DE ANCLAJES EN CAMPO 8
4.1 TENSIONAMIENTO DE ANCLAJES MEDIANTE FUERZAS DE TRACCIÓN 8
4.2 EQUIPO 10
5. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN 12
5.1 LONGITUD LIBRE APARENTE ($\boldsymbol{Lepp}$). 12
5.2 VALORES PERMISIBLES DE LAS ELONGACIONES 13
6. EVALUACIÓN DE ACEPTACIÓN DE ANCLAJES 14
6.1 EVALUACIÓN POR LONGITUD LIBRE APARENTE 15
6.2 EVALUACIÓN POR ELONGACIONES PERMISIBLES 15
6.3 PRESENTACIÓN DE LA EVALUACIÓN POR ANCLAJE 16
7. CANTIDADES EJECUTADAS A LA FECHA 18
7.1 TENSIONAMIENTOS EJECUTADOS 18
7.2 CANTIDADES EJECUTADAS EN EL INFORME 19
8. BIBLIOGRAFÍA 21
9. FIRMA DEL ESPECIALISTA 21

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Características de los anclajes. 14
Tabla 2. Cantidades ejecutados por informe. 20

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización general municipio de Floridablanca. 6
Figura 2. Vista general del sitio de estudio. 7
Figura 3. Partes de un anclaje. 14

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Instalación equipo tensionamiento de anclajes. 9
Fotografía 2. Ejecución tensionamiento de anclajes. 10
Fotografía 3. Bomba eléctrica. 11
Fotografía 4. Cilindro hidráulico. 11
Fotografía 5. Ejecución del tensionamiento de anclajes. 18

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Registro Fotográfico
Anexo 2. Registro de campo (WK-T-01)
Anexo 3. Informe de Tensionamiento (WK-T-03)
Anexo 4. Calibración del equipo

1. INTRODUCCIÓN

Para evaluar el tensionamiento de los anclajes y determinar su aceptación, se requiere realizar un correcto análisis de la información obtenida en campo. Este proceso implica la ejecución de la prueba de tensionamiento en los anclajes con el objetivo de adquirir información detallada que permita definir las propiedades de los mismos y su desempeño en el terreno.

Aunque existen varias metodologías disponibles para llevar a cabo este tipo de evaluaciones, en el presente estudio se optó por realizar pruebas de tensión directa en los anclajes, con la supervisión de un equipo de profesionales especializados en geotecnia.

Este informe documenta los resultados obtenidos de las pruebas de tensionamiento, incluyendo el análisis y procesamiento de la información relevante, así como las conclusiones derivadas de dichos análisis con respecto a la aceptación de los anclajes evaluados.

2. OBJETIVOS

Realizar el proceso de tensionamiento de anclajes para la pantalla anclada del proyecto "Construcción de obras de mitigación y estabilización en los sectores de la Gloria, Nazareth y Pablo VI del municipio de Bucaramanga, departamento de Santander". En este proceso, se evalúa la aceptación de la prueba de tensionamiento llevada a cabo en los anclajes instalados en la obra de mitigación, con el fin de determinar su capacidad de resistencia y su adecuación para cumplir con los requerimientos de estabilidad y seguridad del proyecto.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la adecuación de los anclajes para cumplir con los requerimientos de estabilidad y seguridad de la obra de estabilización.

- Realizar pruebas de tensionamiento siguiendo protocolos establecidos por especialistas en geotecnia y ensayos de anclajes para obtener información precisa sobre el comportamiento de los anclajes en el terreno.

- Evaluar la aceptación de los anclajes instalados por medio de las deformaciones presentadas mediante pruebas de tensionamiento.

- Documentar los resultados obtenidos de las pruebas de tensionamiento y realizar un análisis detallado de la aceptación de cada una de ellas en el contexto del proyecto mencionado.

3. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El proyecto se encuentra localizado en la comuna 8 en la ciudad de Bucaramanga, Santander.

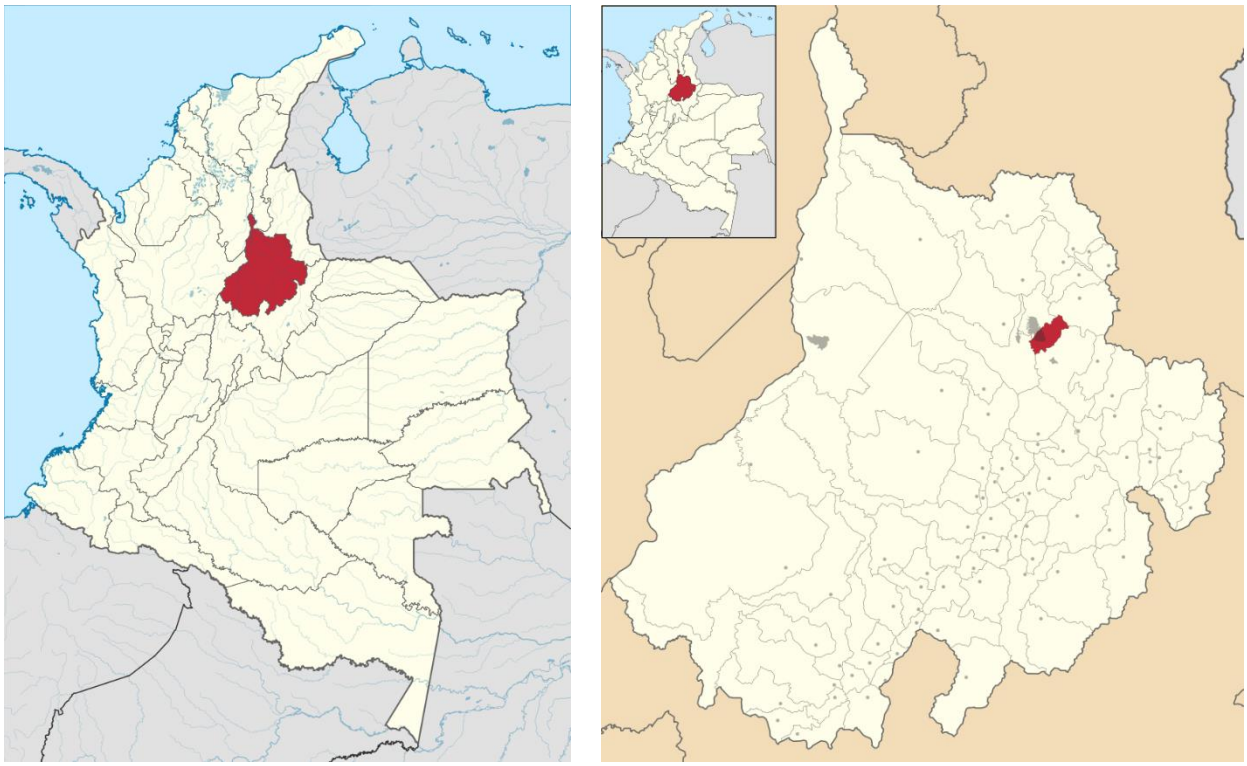


Figura 1. Localización general municipio de Floridablanca.



Figura 2. Vista general del sitio de estudio.

3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

En el contrato denominado “Construcción de obras de mitigación y estabilización en los sectores de la Gloria, Nazareth y Pablo VI del municipio de Bucaramanga, departamento de Santander” se está llevando a cabo la construcción de una pantalla anclada en el sector de Pablo VI, específicamente. Este proyecto forma parte de las medidas de mitigación y estabilización implementadas en estas áreas vulnerables, con el propósito de prevenir y reducir el riesgo asociado a eventos geotécnicos como deslizamientos y erosiones.



4. TENSIONAMIENTO DE ANCLAJES EN CAMPO

En aras de concretar el análisis de aceptabilidad, se ejecutan los tensionamientos por medio de la aplicación de fuerzas de tracción controladas a los anclajes instalados en el terreno. En el presente capítulo, se exponen las actividades necesarias para llevar a cabo el tensionamiento de anclajes activos.

4.1 TENSIONAMIENTO DE ANCLAJES MEDIANTE FUERZAS DE TRACCIÓN

El tensionamiento del anclaje se debe ejecutarse días después de construidos los dados de transferencia de carga, y se hace siguiendo el proceso de Carga, siempre y cuando la edad del concreto de la estructura de reacción lo permita. Se registra en el control de tensionamiento (formato WK-T-01) del Anclaje la lectura de elongaciones.

El procedimiento de tensionamiento se debe realizar de la siguiente manera:

- Instalación del gato.
- Preparación del tesado, sujeción de los cordones al bloque de anclaje trasero.
- Bombeo en la cámara de tensión hasta llegar a la presión correspondiente a la tensión requerida del tendón.
- Vaciado y retiro del gato, abrir el circuito de tensión, bombeo en la cámara de retorno/bloqueo con el fin de vaciar el aceite del circuito de tensión.
- Retiro del gato y accesorios.

En la eventualidad de que se presentan problemas de corrimiento en el tensor, el sistema de inyección da la posibilidad de reinyectar el anclaje a través de tubería de PVC con manguitos y de efectuar un nuevo tensionamiento sin que se pierda elemento alguno.

Para verificar el funcionamiento de los anclajes se propone realizar pruebas de carga a un porcentaje de los anclajes construidos, mediante la implementación de pruebas de carga de acuerdo al procedimiento adjunto.



Fotografía 1. Instalación equipo tensionamiento de anclajes.



Fotografía 2. Ejecución tensionamiento de anclajes.

4.2 EQUIPO

Los equipos a son utilizados en el tensionamiento de anclajes (ver ficha de equipo WK-T-02) son:

CANT.	TIPO	DESCRIPCIÓN
1	Gato Hidráulico	Gato multitorón.



Fotografía 3. Bomba eléctrica.



Fotografía 4. Cilindro hidráulico.

EL EQUIPO se compone de:

- 1 EQUIPO PORTÁTIL (con su respectivo kit de herramientas y tubería).

5. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

5.1 LONGITUD LIBRE APARENTE (L_{epp}).

Los criterios de aceptación se basan en el concepto de la Longitud libre aparente $\boldsymbol{L_{epp}}$, la cual es la longitud que, con base en las mediciones efectuadas, no está ligada al medio circundante; es decir, se trata de la longitud libre inferida a partir de dichas mediciones. El criterio fue adaptado de la normativa Recommendations for Prestressed Rock a Soil Anchors (POST-TENSIONING INSTITUTE (PTI), 2014).

$$L_{epp} = \frac{A_T\, E_T}{P}\ \delta_e \qquad \text{(Ecuación 1)}$$

L_{epp} = Longitud libre aparente (m)

A_T = Sección del área transversal del acero que conforma el anclaje (mm^2)

E_T = Modulo de young del acero - torón (kPa)

δ_e = Movimiento elástico en la prueba de carga (mm)

P = Carga de prueba (kN)

El valor obtenido debe estar aplicando las leyes de la elasticidad, entre los alargamientos elásticos correspondientes a estas dos longitudes.

Límite Superior:

$$L_{epp} = L_{libre} + 0{,}5\, L_{Bulbo} \qquad \text{(Ecuación 2)}$$

Límite Inferior:

$$L_{epp} = 0{,}8\, L_{libre} \qquad \text{(Ecuación 3)}$$

Donde:

L_{epp} = Longitud libre aparente mínima (o de referencia o comparación)

L_{Libre} = Longitud libre del anclaje

L_{Bulbo} = Longitud del bulbo

Si la longitud libre aparente cae fuera de los rangos establecidos previamente, el anclaje puede ser sometido a ciclos de carga de servicio. Si el rendimiento es aceptable según lo indicado anteriormente, se considerará válido el anclaje.

5.2 VALORES PERMISIBLES DE LAS ELONGACIONES

De manera adicional se determinaron valores permisibles de las elongaciones δ_e, despejando esta variable de la ecuación 1. Para establecer valores de los límites superior e inferior de las elongaciones (deducidas), se obtuvieron las ecuaciones 4 y 5, que resultan de incluir las ecuaciones 2 y 3 en la variable L_{epp} de la ecuación 1 y posteriormente despejar la variable δ_e.

$$\delta_{e\ (Limite\ superior)} = \frac{P\ (\ L_{Libre} + 0{,}5\ L_{Bulbo}\ )}{A_T\ \ E_T} \qquad \text{(Ecuación 4)}$$

$$\delta_{e\ (Limite\ inferior)} = \frac{P\ (\ 0{,}8\ \ L_{Libre}\ )}{A_T\ \ E_T} \qquad \text{(Ecuación 5)}$$

6. EVALUACIÓN DE ACEPTACIÓN DE ANCLAJES

Descritos los criterios de aceptación del tensionamiento de anclajes, se procede a evaluar lo competentes que son cada uno de acuerdo a las características del anclaje y las deformaciones obtenidas en la ejecución del trabajo.

A continuación, se presentan las características que conforman cada anclaje de proyecto:

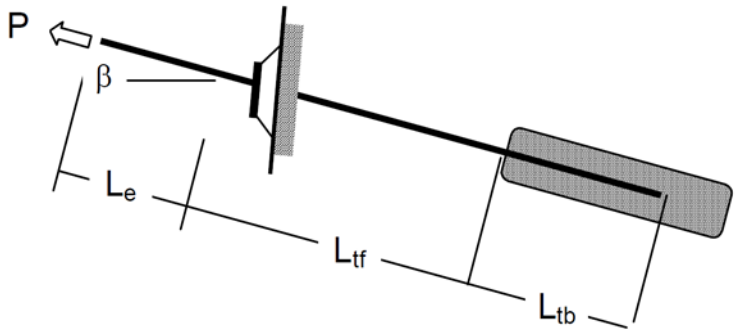


Figura 3. Partes de un anclaje.

Tabla 1. Características de los anclajes.

CARACTERÍSTICAS DEL ANCLAJE		
Longitud libre del anclaje	Ltf (m):	13,00
Longitud bulbo	Ltb (m):	17,00
Longitud exterior	Le (m):	1,00
Área sección total	A (mm^2):	296,10
Módulo de elasticidad	Es (Kgf/cm^2):	1860000

6.1 EVALUACIÓN POR LONGITUD LIBRE APARENTE

Se procede a calcular el valor de longitud libre aparente según los datos tomados del anclaje denominado 32-G teniendo en cuenta que la deformación medida en campo fue de 69,70 mm y se aplica la ecuación 1.

$$L_{epp} = \frac{296{,}10\ mm^2\ .\ 1860000\ \frac{Kgf}{cm^2}\ .\ 71{,}92\ mm}{30\ Ton}\ .\frac{1}{10^8} \rightarrow L_{epp} = 12{,}80\ m$$

Seguidamente, se calculan las longitudes superior e inferior según las ecuaciones 2 y 3, respectivamente.

$$L_{sup} = 14{,}00\ m + 0{,}5\ .\ 17{,}00\ m \quad \rightarrow \quad L_{sup} = 22{,}50\ m$$

$$L_{inf} = 0{,}8\ .\ 14{,}00\ m \quad \rightarrow \quad L_{sup} = 11{,}20\ m$$

Se puede verificar que, siendo calculada la longitud libre aparente de 12,80 metros del anclaje nombrado 32-G, se cumple satisfactoriamente con el criterio estando dentro de los limites superior e inferior.

6.2 EVALUACIÓN POR ELONGACIONES PERMISIBLES

Se procede a calcular el valor las elongaciones permisibles, los cuales serán comparados con los datos tomados del anclaje denominado 32-G teniendo en cuenta que la deformación medida en campo fue de 69,70 mm y se procede a aplicar la ecuación 4, que determina la deformación límite superior.

$$\delta_{e\ (Limite\ superior)} = \frac{30\ Ton\ (13{,}00\ m\ +\ 0{,}5\ .\ 17{,}00\ m\ )}{296{,}10\ mm^2\ .\ 1860000\ \frac{Kgf}{cm^2}}\ .\ 10^8$$

$$\delta_{e\ (Limite\ superior)} = 117{,}11\ mm$$

Siendo calculado el límite superior, se procede a calcular la deformación límite inferior utilizando la ecuación 5.

$$\delta_{e\ (Limite\ inferior)} = \frac{30\ Ton\ (\ 0{,}8\ .\ 13{,}00\ m\ )}{296{,}10\ mm^2\ .\ 1860000\ \frac{Kgf}{cm^2}}\ .\ 10^8$$

$$\delta_{e\ (Limite\ superior)} = 56{,}65\ mm$$

Se puede verificar que, al obtener un resultado en campo del anclaje nombrado 32-G con una deformación acumulada de 69,70 mm, se cumple satisfactoriamente con el criterio al estar dentro de los limites superior e inferior.

6.3 PRESENTACIÓN DE LA EVALUACIÓN POR ANCLAJE

Se compartirá como anexo el avance de la ejecución de los tensionamientos del proyecto por medio del formato nombrado “WK-T-03”, en donde se presentan los anclajes tensionados por día y son presentados como se muestra en la tabla.



Anclaje No. 32-G **Ubicación:** Eje 32 al 44

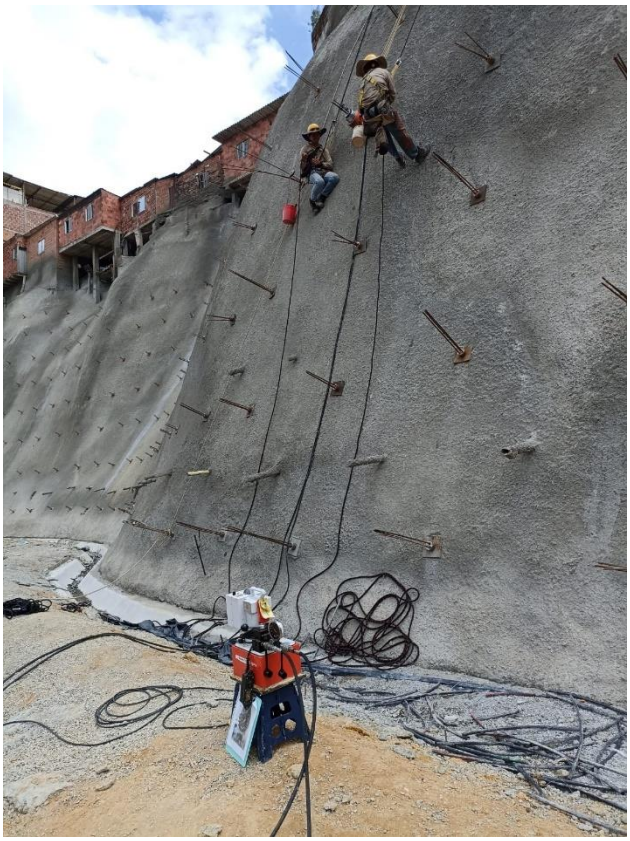
No.	**Carga (Ton)**	**Carga manómetro (PSI)**	**Deformación acumulada (mm)**	
1	30	2500	69,70	
Longitud libre aparente				
Lepp deducida (m):			12,80	
Superior (m):		22,50	Inferior (m):	11,20
Criterio de Aceptación			**CUMPLE**	
Deformaciones inferidas				
Deformación acumulada (mm):			69,70	
Superior (m):		117,11	Inferior (m):	56,65
Criterio de Aceptación			**CUMPLE**	

7. CANTIDADES EJECUTADAS A LA FECHA

7.1 TENSIONAMIENTOS EJECUTADOS

Durante los días 7 al 11 de octubre de 2024, se llevó a cabo el tensionamiento de un total de 94 anclajes. Este proceso, fundamental en la estabilización y seguridad de estructuras ancladas, consistió en la aplicación de cargas controladas a los anclajes instalados para garantizar su resistencia y funcionamiento óptimos. El tensionamiento de estos 94 anclajes se realizó siguiendo protocolos establecidos por especialistas en geotecnia y ensayos de anclajes, asegurando así su adecuación para cumplir con los requerimientos de estabilidad del proyecto.

Se podrán observar los resultados obtenidos en campo en el Anexo 2, y verificar el cumplimiento del comportamiento del anclaje por medio del Anexo 3.



Fotografía 5. Ejecución del tensionamiento de anclajes.