



**Análisis de los métodos de consolidación de suelos efectuados en la prueba de terraplén del
proyecto puerto Antioquia, ubicado en el corregimiento nueva colonia de la región de
Urabá**

Jhon Marwil Montaña Navarrete

Informe de practica académica para optar al título de Ingeniero Civil

Asesores

Mariana Estrada Zuluaga, Magíster en Ingeniería Civil.

Asesora interna

Andrés Camilo Estrada Bencardino, Ingeniero Civil.

Asesor externo

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería

Ingeniería Civil

Apartadó, Antioquia, Colombia

2023

Cita	(Montaño Navarrete, 2023)
Referencia	Montaño Navarrete, M. (2022). Análisis de los métodos de consolidación de suelos efectuados en la prueba de terraplén del proyecto puerto Antioquia, ubicado en el corregimiento nueva colonia de la región de Urabá [Práctica empresarial]. Universidad de Antioquia, Apartadó, Colombia.
Estilo APA 7 (2020)	



Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda Céspedes.

Decano / Director: Julio Ceesar Saldarriaga Molina / Braulio Andrés Angulo Martínez

Jefe departamento: Diana Catalina Rodríguez Loaiza

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Tabla de contenido

Resumen	7
Abstract.....	8
Introducción.....	9
1 Objetivos.....	11
1.1 Objetivo general.....	11
1.2 Objetivos específicos.....	11
2 Marco teórico	12
3 Metodología.....	15
4 Resultados y análisis	18
4.1 Revisión técnica de la prueba y todo su entorno	18
4.2 Supervisión del proceso constructivo de la prueba de carga	21
4.3 Registro de medición en campo, resultados obtenidos y análisis	26
5 Conclusiones	33
6 Referencias	35

Lista de Tablas

Tabla 1. Cartera de medidas de la línea 1	27
Tabla 2. Cartera de medidas de la línea 2	28
Tabla 3. Cartera de medidas de la línea 3	29

Lista de figuras

Figura 1. Ensamblaje típico del perfilador de terreno	13
Figura 2. Detalles de la platina de asentamiento.....	13
Figura 3. Detalles de mechas drenantes.....	14
Figura 4. Ubicación prueba de terraplén	18
Figura 5. Vista en planta del área de prueba con las mechas drenantes	19
Figura 6. Detalle en planta de las mechas drenantes	20
Figura 7. Vista en perfil del terraplen de la prueba de carga	20
Figura 8. Material Crudo de río	21
Figura 9. Remoción de vegetación en zona de la prueba de carga	22
Figura 10. Conformación de vías de acceso.....	22
Figura 11. Construcción de cajas de inspección	23
Figura 12. Excavaciones de ductos para el perfilómetro.....	24
Figura 13. Instalación de mechas drenantes.....	24
Figura 14. Platinas de asentamiento	25
Figura 15. Terraplén de carga terminado	25
Figura 16. Mediciones en campo	26
Figura 17. Distribución de líneas y platinas en prueba de carga.....	26

Lista de Gráficas

Gráfica 1. Perfil de asentamiento de la línea 1.....	30
Gráfica 2. Perfil de asentamiento de la línea 2.....	31
Gráfica 3. Perfil de asentamiento de la línea 3.....	32

Resumen

Para el análisis de los métodos de consolidación de los suelos en el proyecto puerto Antioquia, se conforma una plataforma con material de crudo de río, denominada prueba de carga, la cual tiene como objetivo, reflejar una simulación de cómo se comportará el terreno al momento de conformarse las plataformas de trabajo en todo el proyecto y busca simular la funcionalidad que tendrá un método de consolidación que se piensa emplear denominado Mecha drenante. Esta prueba de carga comprende de 3 fases, la primera es la fase preliminar donde se adecua el área a trabajar; la segunda fase es el proceso constructivo, allí se implementa la maquinaria y materiales necesarios para la conformación de la prueba, cabe resaltar que la plataforma cuenta con 2 zonas, a una de estas se le implementa el método de consolidación a estudiar (mecha drenante) y la otra zona se consolida de manera natural, la tercera fase se basa en la toma de los datos y medidas, para ello se utiliza instrumentación topográfica, que se realiza a algunos elementos que se encuentran en la prueba y se recolectan datos del perfil del suelo donde se realizó la prueba, utilizando un Perfilómetro. finalizando la fase de medición y análisis, se redacta un informe donde se muestren los resultados arrojados por la prueba y por medio de juicio ingenieril se proporciona una conclusión de la funcionalidad que tiene el método de consolidación y el aporte que le puede brindar este al proyecto Puerto Antioquia.

Palabras clave: Prueba de carga, mecha drenante, consolidación, perfilómetro, asentamiento

Abstract

For the analysis of soil consolidation methods in the Antioquia port project, a platform is formed with crude river material, called load test, which aims to reflect a simulation of how the ground will behave at the time of forming the working platforms throughout the project and seeks to simulate the functionality that will have a consolidation method that is intended to be used called draining wick. This load test consists of 3 phases, the first is the preliminary phase where the area to be worked on is adapted; The second phase is the construction process, where the machinery and materials necessary for the conformation of the test are implemented, it should be noted that the platform has 2 zones, one of these is implemented the consolidation method to be studied (draining wick) and the other zone is consolidated naturally, the third phase is based on taking data and measurements, for this topographic instrumentation is used, which is performed to some elements that are in the test and data are collected from the soil profile where the test was performed, using a profilometer. At the end of the measurement and analysis phase, a report is written showing the results of the test and by means of engineering judgment, a conclusion is drawn on the functionality of the consolidation method and the contribution it can provide to the Puerto Antioquia project.

Keywords: Load test, drainage wick, consolidation, profilometer, settlement

Introducción

La obra Puerto Antioquia es un proyecto que busca vincular al departamento de Antioquia con el resto del país, por medio de unas instalaciones portuarias localizadas al sur de la bahía colombiana en el golfo de Urabá, específicamente junto a la desembocadura del río León y el corregimiento de Nueva Colonia. Este proyecto incluye la construcción de una vía de acceso de 2.5 km, un patio de 35 ha que albergará varios edificios y bodegas, un viaducto de acceso de 3.8 km (incluido un puente de 320 m sobre el río León) y una plataforma localizada en el mar de 570 m x 91 m.

Uno de los problemas constructivos que presenta el proyecto, es la forma de estabilizar el terreno de la zona, debido a que la región de Urabá posee un suelo en su mayoría Franco – Arcilloso, es decir, que cuenta con una textura muy fina y muy poco drenante, unido a esto, se presenta en la región una constante precipitación por estar en un ambiente trópico, también, el gran espesor de la primera capa vegetal con la que cuenta el suelo y el alto índice del nivel freático, forman un sin número de variables que dificultan la consolidación del terreno.

Para solucionar dicho problema, Puerto Antioquia y el consorcio COTEMA proponen como una posible solución la implementación de un método de consolidación llamado Mechass Drenantes, estas mechas pretenden acelerar el proceso de consolidación para disminuir en forma significativa el tiempo de asentamientos sobre el suelo. Inicialmente para poder ver que tan efectivo es este método de consolidación, el proyecto puerto Antioquia destinó un área de dimensiones 70m x 80m donde se realizará una prueba de carga, esta área se dividirá por 2 zonas, una mitad contará con mechas drenantes mientras que la otra mitad no, en ambas zonas se le llevará una constante medición del nivel, asentamiento y perfil del terreno, con el fin de observar la efectividad de las mechas.

El propósito de la práctica es realizar un análisis del funcionamiento de las mechas drenantes con respecto a la disminución del tiempo de asentamiento del suelo. Los datos a estudiar se tomarán en el área destinada para la prueba de carga, estas medidas se realizarán por medio de una instrumentación topográfica y un perfilómetro. El procesamiento y análisis de estos datos se realizará por medio de una herramienta computacional durante 3 meses, donde al finalizar estas

fechas se dará un balance de los resultados arrojados y se dará una opinión con juicio ingenieril de que tan efectivo será implementar estas mechas drenantes en todas las áreas del proyecto.

1 Objetivos

1.1 Objetivo general

Realizar un análisis del funcionamiento de los métodos de consolidación del suelo efectuados en la prueba de terraplén del proyecto puerto Antioquia

1.2 Objetivos específicos

- Generar un diagnóstico de los resultados arrojados en la prueba de terraplén para estimar por medio de criterio ingenieril, que método de consolidación es el más conveniente adecuar para todo el proyecto.
- Brindar un esquema que permita visualizar la evolución de los asentamientos con respecto al tiempo y altura de la prueba de terraplén.
- Llevar de una manera organizada los datos arrojados por la instrumentación Geotécnica utilizada en la prueba de terraplén del proyecto Puerto Antioquia.

2 Marco teórico

Puerto Antioquia es un proyecto con múltiples propósitos, donde su principal función es atender todos los volúmenes de carga de las actividades comerciales que ingresen a la región de Urabá. El puerto está ubicado al sur de Bahía Colombia en el Urabá Golf, sobre el Mar Caribe, junto a la desembocadura del río León y el pueblo de Nueva Colonia, en la jurisdicción del Municipio de Turbo, Colombia. (Egis Ports, Agua & Terra, 2022).

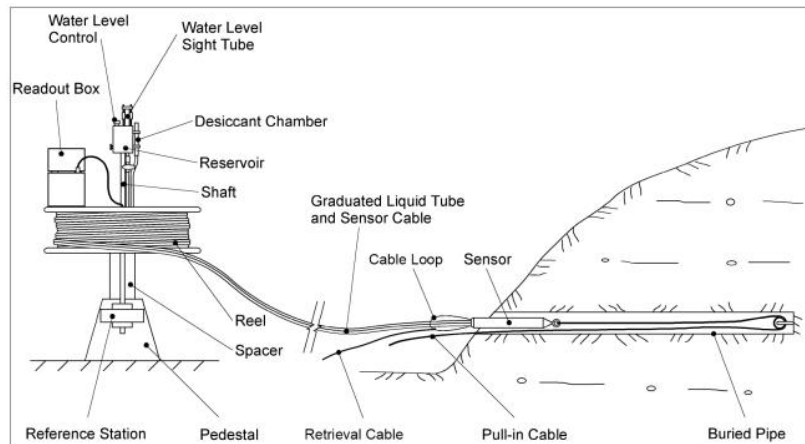
Puerto Antioquia en su objetivo de crear una plataforma estable donde se puedan ubicar los contenedores y oficinas que albergará el Puerto, se enfrenta con un problema muy grande el cual es la estabilización de las plataformas de trabajo, para ello Puerto Antioquia decidió estimar una parte del área de trabajo para implementar una prueba que simule la precarga que llevará todo el terreno del proyecto, esta prueba se denomina prueba de terraplén o prueba de carga, este es uno de los ensayos “in situ” llevados a cabo para realizar un reconocimiento geotécnico.

Esta prueba consiste en aplicar una carga sobre una zona generalmente rígida sobre la superficie del terreno y medir los asientos producidos. (Piqueras, 2014).

Para el seguimiento y análisis de la prueba, es necesario tomar una constante y gran cantidad de datos como lo son cotas, coordenadas, presión del suelo, temperatura, etc. Dichos datos los arrojaran elementos y herramientas que hacen parte de la prueba, uno de esos elementos es el Perfilador de terreno de cuerda vibrante (perfilómetro), este es un equipo que tiene la función de registrar la pendiente longitudinal del terreno entre dos puntos dados, y obtiene el desnivel de la superficie de la plataforma de prueba con respecto a una referencia horizontal.

El perfilómetro consta de un sensor de presión de cuerda vibrante, un tubo lleno de líquido enrollado en un carrete portátil, un depósito con tubo de observación y un cable de señal ventilado que va desde el sensor hasta la consola de lectura. Se muestra esquemáticamente en la **Figura 1**

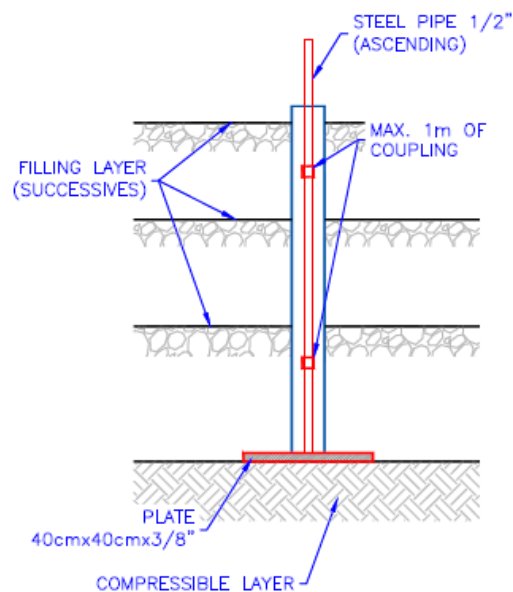
Figura 1. Ensamblaje típico del perfilador de terreno



Fuente: <https://www.geokon.com>

Otro de los elementos empleados para el seguimiento de la prueba son las placas de asentamiento, estas están compuestas por platinas de metal de 50 cm x 50 cm x 3/8" soldadas a barras de acero roscadas hembra/macho con una longitud de aproximadamente 1 m proyectadas verticalmente. Las barras proyectadas verticalmente son recubiertas con tubería de presión PVC para asegurar que los materiales de precarga no ejerzan ninguna fricción sobre las barras de metal. (COTEMA, 2022). se muestra esquemáticamente en la **Figura 2**

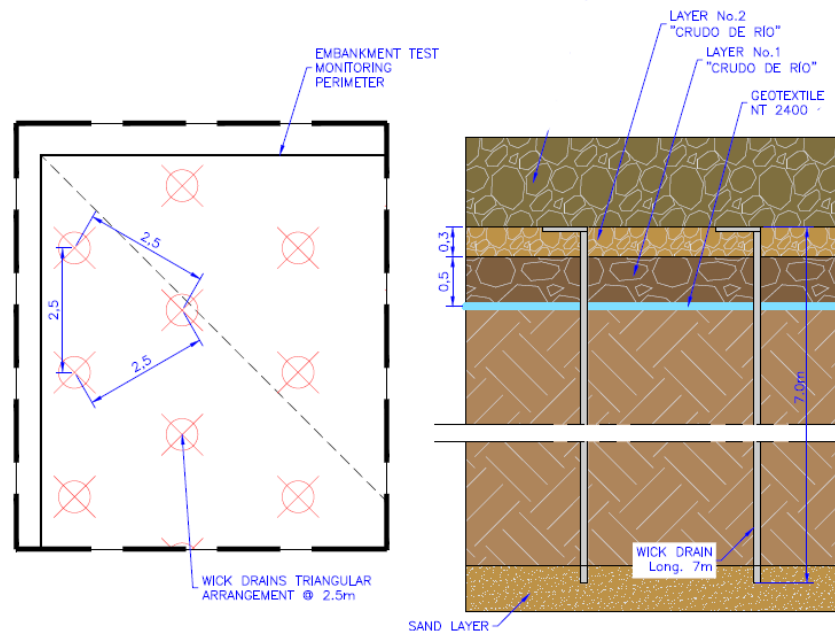
Figura 2. Detalles de la platina de asentamiento



Fuente: COTEMA REFERENCES: 208910-COTE-200-CIV-DWG-11118

El análisis que se le realizará a la prueba de carga se efectúa con la finalidad de brindar un juicio de la funcionalidad de los métodos de consolidación que se tiene pensado instalar en las plataformas del proyecto, uno de estos métodos de consolidación consiste en la instalación de unas Mechas drenantes. Estas mechas son geo compuestos instalados, verticalmente, por hincado en suelos de moderada o alta compresibilidad, con bajo coeficiente de permeabilidad y totalmente saturados en su estado natural. El uso principal de los drenajes de mecha es acelerar el proceso de consolidación para reducir el tiempo de asentamiento en suelos blandos (COTEMA, 2022). Los detalles de la instalación de las mechas drenantes se pueden apreciar gráficamente en la **Figura 3**.

Figura 3. Detalles de mechas drenantes



Fuente: COTEMA REFERENCES: 208910-COTE-200-CIV-DWG-11118

Por lo descrito anteriormente se hace necesario tener claridad de todos los elementos y procedimientos que contribuyan al análisis y faciliten la adecuada toma de medidas ejecutada en la prueba, garantizando de esta manera las mejores condiciones, a fin de tener un resultado final donde se pueda tener claridad en todo momento de los datos arrojados y se puedan sustentar dichos datos de manera eficiente.

3 Metodología

La metodología que se va a llevar a cabo para el desarrollo de la presente propuesta de prácticas académicas se divide en 5 etapas, las cuales siguen una secuencia lógica y ordenada para el óptimo desarrollo de la propuesta. A continuación, se describe cada etapa.

Etapla 1: Revisión Bibliográfica de los métodos que se utilizaron para la medición de los parámetros geotécnicos y procedimientos constructivos que se establecieron para la realización de la prueba de terraplén.

Esta es la primera etapa del proyecto que consiste en caracterizar y comprender todos los procedimientos a realizar antes de que empiece la ejecución de la prueba, allí se examinan detalles como el área donde se realiza la prueba, las propiedades del material del relleno, las especificaciones de las Mechas drenantes, las cotas iniciales del terreno, la instrumentación y maquinaria que se necesita y una serie de parámetros de calidad y seguridad a tener en cuenta en el momento que se tomen las mediciones.

Etapla 2: Supervisión de la ejecución del proceso constructivo de la prueba de terraplén

Después de haber revisado todos los procedimientos, se procede a ejecutar la construcción de la prueba de carga, esto se realiza llevando a cabo los siguientes pasos:

- Remoción de arbustos y vegetación en toda el área de la prueba de carga.
- Conformación de los caminos de acceso para que el equipo pesado pueda ingresar a conformar la prueba de carga, estos caminos estarán conformados con material de cantera (crudo de río).
- Después de la remoción de los troncos y raíces, se debe nivelar el terreno con material crudo de río para asegurar una superficie homogénea. Estos materiales de nivelación estarán muy saturados debido a la elevación típica del agua subterránea.

- Se procede a realizar la plataforma de trabajo por medio de relleno grueso con material de cantera (crudo de río) en capas de aproximadamente 0,50m. Para la mitad del área de la prueba de carga se instalarán drenajes de mecha de 7m de longitud.
- Después de tener la plataforma de la prueba de carga, se procede a la construcción de las seis cajas de inspección. Las dimensiones deben ser suficientes para permitir registros de datos seguros y cómodos.
- Posteriormente se instala el perfilómetro: Este arreglo consta inicialmente de 3 ducto de PEAD embebido en la prueba de carga, estos se ubicarán de tal forma que conecten las líneas de las cajas de inspección, para que por medio de estos pueda pasar el perfilómetro y tomar las medidas.
- Por último, sobre la plataforma de trabajo terminada se instalan los drenajes de mecha en el área delimitada con una excavadora ensamblada a un mástil y un mandril. Es importante aclarar que estos se instalarán en la mitad del área de prueba para contrastar las tasas de asentamiento entre el área con drenajes de mecha y áreas sin drenajes de mecha. Las mechas tendrán 10cm de ancho en una rejilla de 2,5 m, y se introducirán a una profundidad de 7m.

Etapa 3: Registro de medidas en campo de los asentamientos de la prueba por medio del perfilómetro

En esta etapa se procede a realizar las mediciones de la prueba por medio del instrumento llamado perfilómetro, este mide la presión que el suelo ejerce sobre algún punto del terreno, estas mediciones se harán cada 3m hasta que el perfilómetro llegue al otro costado de la zona de prueba. Se resalta que las mediciones se realizarán en las dos zonas de la prueba de carga, tanto en la zona sin mechas como en la zona con mechas y esto se efectuará durante 3 meses.

Etapa 4: Procesamiento de la información tomada en campo y cálculo de asentamientos de la prueba

El procesamiento de los datos y asentamiento se hará siguiendo los pasos, formulas e instrucciones del manual del Perfilador de asentamiento de cuerda vibrante y se recopilaran en tablas y graficas

de Excel donde se pueda observar de forma más clara la manera en la que van variando los asentamientos del terreno.

Etapa 5: Demostración final de los resultados procesados y análisis del funcionamiento de los procesos de consolidación de suelos en la prueba de terraplén.

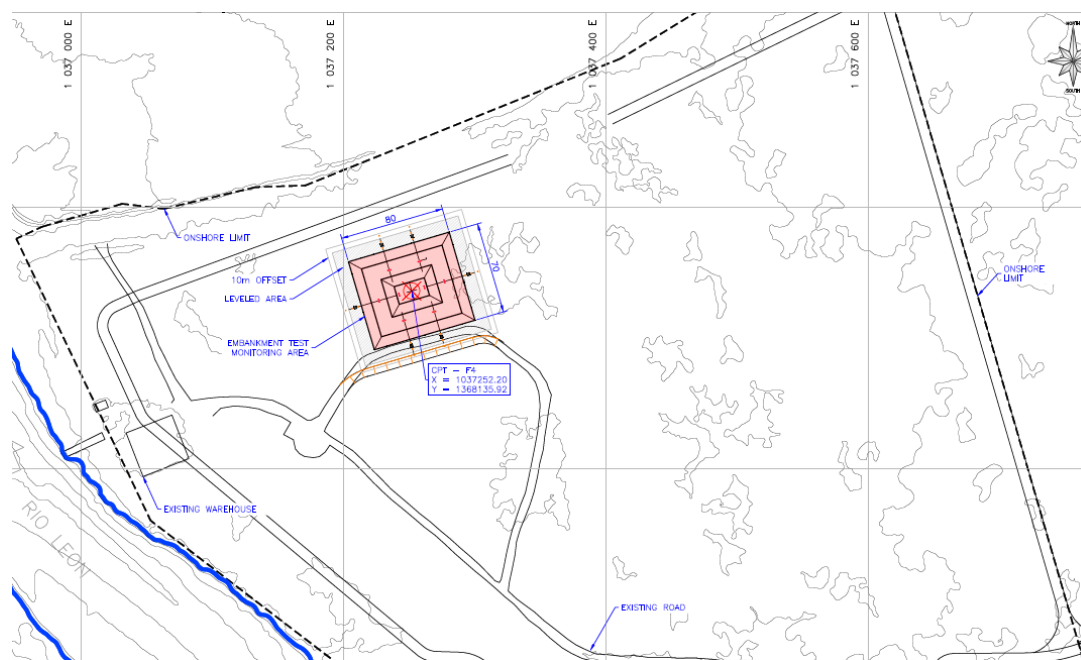
Se presentará de forma resumida y recopilada los datos arrojados por la prueba de carga, para realizar un análisis y con criterio ingenieril dar un diagnóstico de que tan efectivo y viable es efectuar las Mechas drenantes como métodos de consolidación de toda el área del proyecto.

4 Resultados y análisis

4.1 Revisión técnica de la prueba y todo su entorno

Como primer paso para cumplir a cabalidad los objetivos del informe se realiza revisión de las especificaciones técnicas que acoge la prueba. Se revisan los documentos de métodos constructivos y planos de diseño técnico que se efectuaron para la realización de la prueba. De acuerdo con esto, se observa que para el terraplén se tienen unas medidas de 80 m de largo por 70 m de ancho, esta área se encuentra ubicada dentro de los límites de la plataforma terrestre del proyecto Puerto Antioquia como se puede apreciar en la **Figura 4**

Figura 4. Ubicación prueba de terraplén

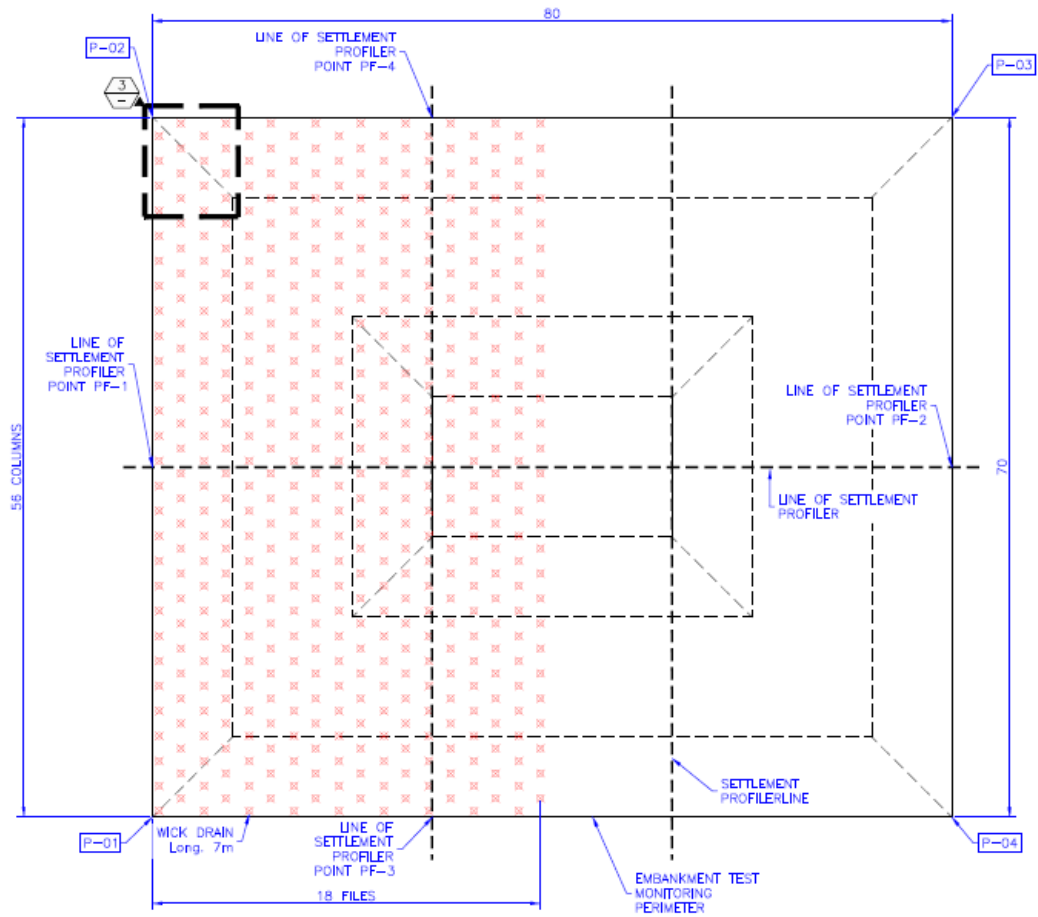


Fuente: COTEMA REFERENCES: 208910-COTE-200-CIV-DWG-11118

Dicha plataforma de prueba se realizó con la finalidad de observar cómo se comportaba el terreno con el método de consolidación llamado mecha drenante, dado esto, a la mitad de la zona de prueba se le hincaron las mechas drenantes y en el análisis de la documentación se observó que los documentos no especificaban la zona que llevaba las mechas drenantes. De acuerdo con la revisión,

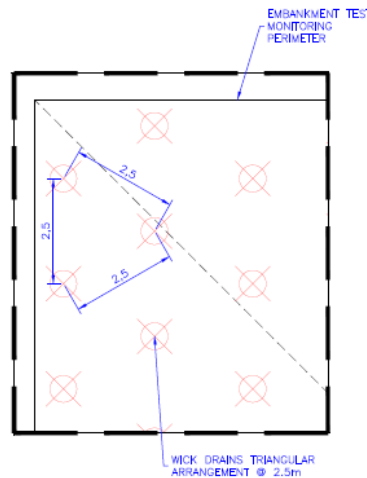
se encontró que en la prueba se instalaron 1008 mechas drenantes, la separación entre cada una de las mechas es de 2.5 m y estas se hincaran a una profundidad de 7m con respecto a la superficie de la plataforma de prueba. Todos estos datos se observan gráficamente en las **Figura 3** , **Figura 5** y **Figura 6**

Figura 5. Vista en planta del área de prueba con las mechas drenantes



Fuente: COTEMA REFERENCIAS: 208910-COTE-200-CIV-DWG-11118

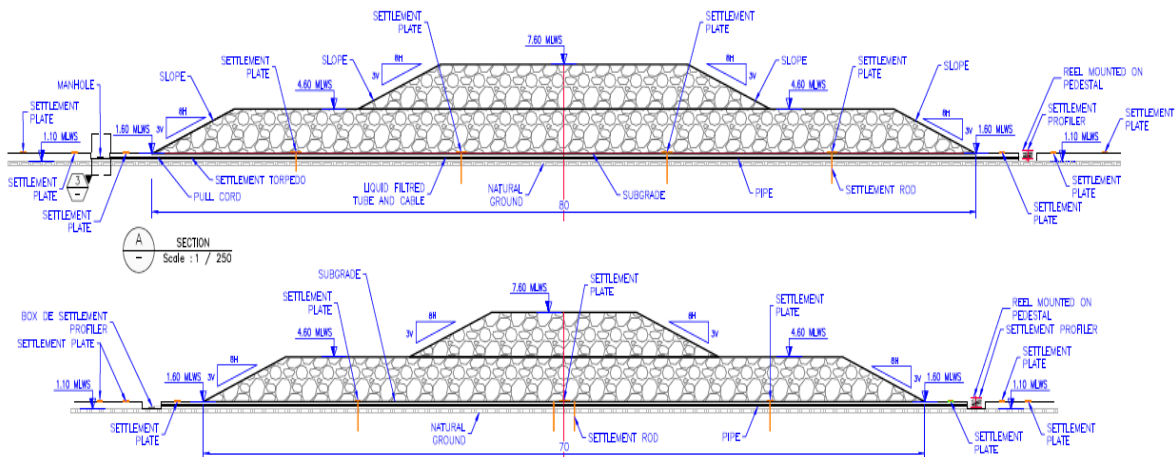
Figura 6. Detalle en planta de las mechas drenantes



Fuente: COTEMA REFERENCES: 208910-COTE-200-CIV-DWG-11118

Otro factor determinante en la conformación y funcionamiento de la prueba de carga es el espesor de las capas de material que tendrá la plataforma, dicha plataforma cuenta con 2 terraplenes, el primero es de toda el área estipulada para la prueba, este cuenta con un espesor de 3m de material con el fin de simular la sobrecarga de 2 ton/m² determinada para las zonas de contenedores y el segundo terraplén cuenta con un área de 40 m de largo por 20 m de ancho y un espesor de 6 m, este se encuentra ubicado en la mitad del área de prueba y simula una sobre carga de 5.4 ton/m², la cual está asignada para el área de oficinas definitivas ubicadas al final del puerto. Todos estas medidas y datos se pueden apreciar de mejor manera en la **Figura 7**.

Figura 7. Vista en perfil del terraplen de la prueba de carga



Fuente: COTEMA REFERENCES: 208910-COTE-200-CIV-DWG-11118

Otro de los aspectos importantes que se tuvo en cuenta antes de empezar a conformar la prueba es el tipo de material que se utilizará para la construcción de todo el terraplén. Para ello se decidió realizar el relleno con material de cantera compactado (crudo de río). Este material por ser proveniente de erosión fluvial tiene una muy buena permeabilidad, es muy manejable y en la zona de Urabá se encuentra en altas cantidades, por este motivo se eligió hacer todo el relleno de la prueba de carga con crudo de río. Ver **Figura 8**

Figura 8. Material Crudo de río



4.2 Supervisión del proceso constructivo de la prueba de carga

- El primer paso para realizar la construcción de la prueba de carga fue adecuar el área a intervenir. La zona del proyecto Puerto Antioquia se caracteriza por ser un área biótica formado por manglares y albergar una gran variedad de fauna importante para el ecosistema, así que el primer paso para adecuar la zona de la prueba fue remover todos los arbustos y vegetación que allí se encontraba y a su vez, realizar una reubicación de la fauna que se encontrase en el camino. (Ver **Figura 9**)

Figura 9. Remoción de vegetación en zona de la prueba de carga



- Después de realizar la remoción de la vegetación se procede a realizar el relleno para las vías industriales de acceso a la prueba, con el objetivo de darle carretera a las maquinarias que por su peso y por la inestabilidad del terreno natural no se le tornaba posible entrar a la prueba, este relleno se realizó con material crudo de río en donde el espesor de dichas vías provisionales fue aproximadamente de 0.50 m, cabe destacar que la conformación de estas vías al igual que todo el terraplén de la prueba se conformó con ayuda de maquinaria amarilla, más específicamente: Vibro compactador, Bulldozer y Excavadora.

Figura 10. Conformación de vías de acceso



- Una vez teniendo la posibilidad de ingresar la maquinaria, se procede a realizarse el primer relleno para la plataforma de prueba, inicialmente en el terreno natural por medio de

topografía se estimó una cota de 1.10 MLWS, y según los diseños, la plataforma de prueba se debía de empezar a conformar desde la cota 1.60 MLWS, así que se realizó una primera conformación de plataforma de trabajo de 0.50 m de espesor con material de crudo de río, con la finalidad de cumplir con los diseños y especificaciones técnicas.

- Una vez terminada la primera plataforma de trabajo, se procede a construir las 6 cajas de inspección y los 3 pedestales donde se ubicará el perfilómetro a la hora que se deban de tomar las lecturas. La finalidad de las cajas de inspección es permitir los registros del perfilómetro de una manera segura y cómoda, las cajas que se realizaron tiene medidas de 1.8 m por lados y están introducidas 0.3 m sobre la plataforma de trabajo, y se realizaron con bloques en concreto y se sellaron con mortero hecho en obra. (Ver **Figura 11**)

Figura 11. Construcción de cajas de inspección



- Una vez elaboradas las cajas de inspección, se procede a la instalación de la tubería de PEAD embebido por donde transitará el perfilómetro, esto se hará por medio de 3 ductos en donde cada uno de estos conecta 2 cajas de inspección, es decir, se ubican 2 ductos de manera longitudinal al terraplén de prueba, uno se encuentra en el costado de la prueba sin mechas drenantes y el otro se encuentran en el lado con mechas drenantes, y el ultimo ducto, atraviesa toda la prueba de manera transversal, esto con el fin que el perfilómetro transite por todas las áreas de la prueba. Estas excavaciones de los ductos se encuentran a una profundidad de aproximadamente 0.4 m de la superficie de prueba. (Ver **Figura 12**)

Figura 12. Excavaciones de ductos para el perfilómetro



- Para que la prueba comience en funcionamiento se instalan las mechas drenantes a una profundidad de 7 m, con una separación de 2.5 m entre mechas (ver **Figura 3** y **Figura 5**), estas mechas se instalan por medio de una excavadora a la cual se le adecua un mástil en la punta y por medio de un sistema de correas este penetra el suelo hasta la profundidad requerida, posteriormente se procede a cortar la mecha y a retirar el sobrante. (Ver **Figura 13**). Las mechas drenantes que se instalaron son tipo TDM 4010, con un ancho de 0.1 m y un espesor de 0.005 m.

Figura 13. Instalación de mechas drenantes



- Una vez instaladas las mechas drenantes, se procede a instalar 22 platinas de asentamiento, las cuales se encuentran conformada por una base metálica de aproximadamente 0.50 m por cada lado y una varilla enroscada de 1 m de altura en todo el centro de la platina, esto con el fin de tomar en la punta de la varilla la cota y poder medir los asentamientos que va arrojando la prueba. (Ver **Figura 14**)

Figura 14. Platinas de asentamiento



- Por último, ya teniendo instalado toda la instrumentación de la prueba se procede a realizar el lleno de los 6 metros de terraplén con material crudo de río, la conformación de este terraplén se realiza con maquinaria amarilla, más específicamente: excavadora, vibro compactador y bulldozer. (Ver **Figura 15**)

Figura 15. Terraplén de carga terminado



4.3 Registro de medición en campo, resultados obtenidos y análisis

En el transcurso del tiempo de llenado del terraplén de prueba, se fueron tomando registros de los asentamientos que se iban presentando en el proceso, dichas mediciones se realizaron por medio del perfilómetro y por medio de topografía a las platinas de asentamiento (ver **Figura 16**). Dichos registros se tomaron con un intervalo de ciclos de 3 registros por semana.

Figura 16. Mediciones en campo



Los datos arrojados por el perfilómetro se tabularon y se llevaron registrados en las **Tabla 1**, **Tabla 2** y **Tabla 3**, donde allí se observa la distancia en metros de cada una de las líneas que abarca la prueba de carga, su elevación del terreno en ese momento y la fecha respectiva en la que se hizo el registro de la medición. La distribución de las líneas en la prueba de carga se puede ver reflejada en la **Figura 17**.

Figura 17. Distribución de líneas y platinas en prueba de carga

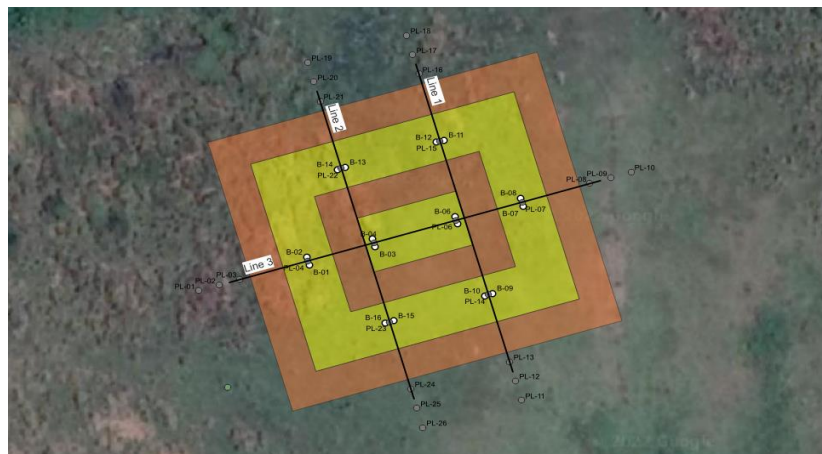


Tabla 1. Cartera de medidas de la línea 1

Date		1.0	1.9	4.9	7.9	10.9	13.9	16.9	19.9	22.9	25.9	28.9	31.9	34.9	37.9	40.9	43.9	46.9	49.9	52.9	55.9	58.9	61.9	64.9	67.9	70.9	73.9	76.9	79.9	82.9	
12/08/2022	Distance (m)	0	1.0	4.9	7.9	10.9	13.9	16.9	19.9	22.9	25.9	28.9	31.9	34.9	37.9	40.9	43.9	46.9	49.9	52.9	55.9	58.9	61.9	64.9	67.9	70.9	73.9	76.9	79.9	82.9	
	Elevation (m)	#N/D	0.9769342	0.931766	0.967253	0.966913	0.986445	0.996104	1.024415	1.084515	1.118726	1.076099	1.037920	1.022877	1.074599	1.076678	1.014038	1.02526	1.02146	1.01665	1.03524	1.077357	0.988507	0.963459	0.947052	0.947052	0.969489	1.521553	1.699727	1.769277	1.833981
	Distance (m)	0	1.0	4.9	7.9	10.9	13.9	16.9	19.9	22.9	25.9	28.9	31.9	34.9	37.9	40.9	43.9	46.9	49.9	52.9	55.9	58.9	61.9	64.9	67.9	70.9	73.9	76.9	79.9	82.9	
23/08/2022	Distance (m)	0	1.0	4.9	7.9	10.9	13.9	16.9	19.9	22.9	25.9	28.9	31.9	34.9	37.9	40.9	43.9	46.9	49.9	52.9	55.9	58.9	61.9	64.9	67.9	70.9	73.9	76.9	79.9	82.9	
	Elevation (m)	#N/D	0.9998137	0.944449	0.994036	0.994036	1.036798	1.061251	1.088523	1.150299	1.16422	1.132266	1.097457	1.084877	1.093044	1.193373	1.058121	1.01114	1.046884	1.046578	1.076834	1.094828	1.086359	0.954661	0.941331	0.994039	0.878188	0.999048	1.545711	1.833981	
	Distance (m)	0	1.0	4.9	7.9	10.9	13.9	16.9	19.9	22.9	25.9	28.9	31.9	34.9	37.9	40.9	43.9	46.9	49.9	52.9	55.9	58.9	61.9	64.9	67.9	70.9	73.9	76.9	79.9	82.9	
24/08/2022	Distance (m)	0	1.0	4.9	7.9	10.9	13.9	16.9	19.9	22.9	25.9	28.9	31.9	34.9	37.9	40.9	43.9	46.9	49.9	52.9	55.9	58.9	61.9	64.9	67.9	70.9	73.9	76.9	79.9	82.9	
	Elevation (m)	#N/D	1.03720925	0.949039	0.994449	0.994036	1.036798	1.061251	1.088523	1.150299	1.16422	1.132266	1.097457	1.084877	1.093044	1.193373	1.058121	1.01114	1.046884	1.046578	1.076834	1.094828	1.086359	0.954661	0.941331	0.994039	0.878188	0.999048	1.545711	1.833981	
	Distance (m)	0	1.0	4.9	7.9	10.9	13.9	16.9	19.9	22.9	25.9	28.9	31.9	34.9	37.9	40.9	43.9	46.9	49.9	52.9	55.9	58.9	61.9	64.9	67.9	70.9	73.9	76.9	79.9	82.9	
25/08/2022	Distance (m)	0	1.0	4.9	7.9	10.9	13.9	16.9	19.9	22.9	25.9	28.9	31.9	34.9	37.9	40.9	43.9	46.9	49.9	52.9	55.9	58.9	61.9	64.9	67.9	70.9	73.9	76.9	79.9	82.9	
	Elevation (m)	1.06418	0.9574515	0.916454	0.896181	0.975142	1.014071	0.986105	0.997668	1.046991	1.148349	1.092589	1.015325	1.00099	1.055252	1.017481	1.111552	1.003269	0.990317	1.004478	0.992441	1.051886	1.009888	0.855712	0.89184	0.935333	0.967656	0.956437	1.508135	1.833980	
	Distance (m)	0	1.0	4.9	7.9	10.9	13.9	16.9	19.9	22.9	25.9	28.9	31.9	34.9	37.9	40.9	43.9	46.9	49.9	52.9	55.9	58.9	61.9	64.9	67.9	70.9	73.9	76.9	79.9	82.9	
26/08/2022	Distance (m)	0	1.0	4.9	7.9	10.9	13.9	16.9	19.9	22.9	25.9	28.9	31.9	34.9	37.9	40.9	43.9	46.9	49.9	52.9	55.9	58.9	61.9	64.9	67.9	70.9	73.9	76.9	79.9	82.9	
	Elevation (m)	1.021898	0.96355965	0.89624	0.895756	0.934614	0.955165	0.989153	0.926981	1.052361	1.100477	1.037269	1.014266	1.020483	1.042795	1.045074	1.059888	0.995336	0.955615	0.999342	0.96639	1.033571	1.019961	1.033984	0.899261	0.841596	0.905011	0.947011	0.947356	1.512671	
	Distance (m)	0	1.0	4.9	7.9	10.9	13.9	16.9	19.9	22.9	25.9	28.9	31.9	34.9	37.9	40.9	43.9	46.9	49.9	52.9	55.9	58.9	61.9	64.9	67.9	70.9	73.9	76.9	79.9	82.9	
27/08/2022	Distance (m)	0	1.0	4.9	7.9	10.9	13.9	16.9	19.9	22.9	25.9	28.9	31.9	34.9	37.9	40.9	43.9	46.9	49.9	52.9	55.9	58.9	61.9	64.9	67.9	70.9	73.9	76.9	79.9	82.9	
	Elevation (m)	1.082698	0.9608885	0.84616	1.030783	0.99348	1.024498	1.077522	1.019043	1.006997	1.141272	1.101459	1.073275	1.06761	1.076036	1.09088	1.082218	1.026781	1.07728	1.070647	0.897324	1.144664	1.089892	0.960081	0.92416	0.986139	0.997265	0.938216	1.597964	1.871003	
	Distance (m)	0	1.0	4.9	7.9	10.9	13.9	16.9	19.9	22.9	25.9	28.9	31.9	34.9	37.9	40.9	43.9	46.9	49.9	52.9	55.9	58.9	61.9	64.9	67.9	70.9	73.9	76.9	79.9	82.9	
29/08/2022	Distance (m)	0	1.0	4.9	7.9	10.9	13.9	16.9	19.9	22.9	25.9	28.9	31.9	34.9	37.9	40.9	43.9	46.9	49.9	52.9	55.9	58.9	61.9	64.9	67.9	70.9	73.9	76.9	79.9	82.9	
	Elevation (m)	1.007765	1.0394032	0.911016	0.896854	0.946074	0.971082	1.025482	1.056189	1.104166	1.14109	1.082511	1.045726	1.04778	1.087864	1.051804	1.091043	1.049213	1.065413	1.035709	1.017988	1.068935	1.066883	0.913139	0.896096	0.966591	0.990458	0.978723	1.56009	1.806015	
	Distance (m)	0	1.0	4.9	7.9	10.9	13.9	16.9	19.9	22.9	25.9	28.9	31.9	34.9	37.9	40.9	43.9	46.9	49.9	52.9	55.9	58.9	61.9	64.9	67.9	70.9	73.9	76.9	79.9	82.9	
31/08/2022	Distance (m)	0	1.0	4.9	7.9	10.9	13.9	16.9	19.9	22.9	25.9	28.9	31.9	34.9	37.9	40.9	43.9	46.9	49.9	52.9	55.9	58.9	61.9	64.9	67.9	70.9	73.9	76.9	79.9	82.9	
	Elevation (m)	1.00232635	0.924991	0.930517	0.952071	0.968304	0.999702	1.028164	1.086157	1.118828	1.083431	1.03556	1.027616	1.048379	1.056036	1.059998	1.010759	1.024263	1.004748	0.986621	1.049717	1.048715	1.002127	0.875046	0.938773	0.961742	0.957709	1.521423	1.805761		
	Distance (m)	0	1.0	4.9	7.9	10.9	13.9	16.9	19.9	22.9	25.9	28.9	31.9	34.9	37.9	40.9	43.9	46.9	49.9	52.9	55.9	58.9	61.9	64.9	67.9	70.9	73.9	76.9	79.9	82.9	
2/09/2022	Distance (m)	0	1.0	4.9	7.9	10.9	13.9	16.9	19.9	22.9	25.9	28.9	31.9	34.9	37.9	40.9	43.9	46.9	49.9	52.9	55.9	58.9	61.9	64.9	67.9	70.9	73.9	76.9	79.9	82.9	
	Elevation (m)	1.006193	0.82436735	0.861332	0.870417	0.893998	0.90938	0.937842	0.917094	1.026263	1.105923	1.041293	1.020421	1.030177	1.051587	1.061637	1.038383	1.000273	1.012763	1.0081	1.039828	1.048753	0.905584	0.871423	0.932559	0.963127	0.948309	1.486907	1.803346		
	Distance (m)	0	1.0	4.9	7.9	10.9	13.9	16.9	19.9	22.9	25.9	28.9	31.9	34.9	37.9	40.9	43.9	46.9	49.9	52.9	55.9	58.9	61.9	64.9	67.9	70.9	73.9	76.9	79.9	82.9	
6/09/2022	Distance (m)	0	1.0	4.9	7.9	10.9	13.9	16.9	19.9	22.9	25.9	28.9	31.9	34.9	37.9	40.9	43.9	46.9	49.9	52.9	55.9	58.9	61.9	64.9	67.9	70.9	73.9	76.9	79.9	82.9	
	Elevation (m)	0.969394	0.9858489	0.936115	0.95964	0.959366	0.975325	1.000716	1.036191	1.084455	1.096745	1.070945	1.021001	1.019792	1.059892	1.070978	1.064243	1.009538	1.021793	1.009565	0.987838	1.039303	1.045693	0.911193	0.887868	0.944904	0.9715	0.979718	1.583834	1.830164	
	Distance (m)	0	1.0	4.9	7.9	10.9	13.9	16.9	19.9	22.9	25.9	28.9	31.9	34.9	37.9	40.9	43.9	46.9	49.9	52.9	55.9	58.9	61.9	64.9	67.9	70.9	73.9	76.9	79.9	82.9	
8/09/2022	Distance (m)	0	1.0	4.9	7.9	10.9	13.9	16.9	19.9	22.9	25.9	28.9	31.9	34.9	37.9	40.9	43.9	46.9	49.9	52.9	55.9	58.9	61.9	64.9	67.9	70.9	73.9	76.9	79.9	82.9	
	Elevation (m)	0.999241	0.94461418	0.920178	0.939314	0.954789	0.977931	1.001869	1.018035	1.074958	1.108288	1.060695	1.023526	1.031648	1.066942	1.065152	1.096263	1.018695	1.020625	1.013376	0.993031	1.064701	1.056757	0.913243	0.887199	0.944709	0.973065	0.96892	1.521441	1.807724	
	Distance (m)	0	1.0	4.9	7.9	10.9	13.9	16.9	19.9	22.9	25.9	28.9	31.9	34.9	37.9	40.9	43.9	46.9	49.9	52.9	55.9	58.9	61.9	64.9	67.9	70.9	73.9	76.9	79.9	82.9	
10/09/2022	Distance (m)	0	1.0	4.9	7.9	10.9	13.9	16.9	19.9	22.9	25.9	28.9	31.9	34.9	37.9	40.9	43.9	46.9	49.9	52.9	55.9	58.9	61.9	64.9	67.9	70.9	73.9	76.9	79.9	82.9	
	Elevation (m)	1.003562	0.9673951	0.869573	0.844734	0.85837	0.911656	0.932654	0.951773	1.011127	1.024949	0.997311	0.956242	0.961708	0.99344	0.996755	0.985218	0.944788	0.952495												

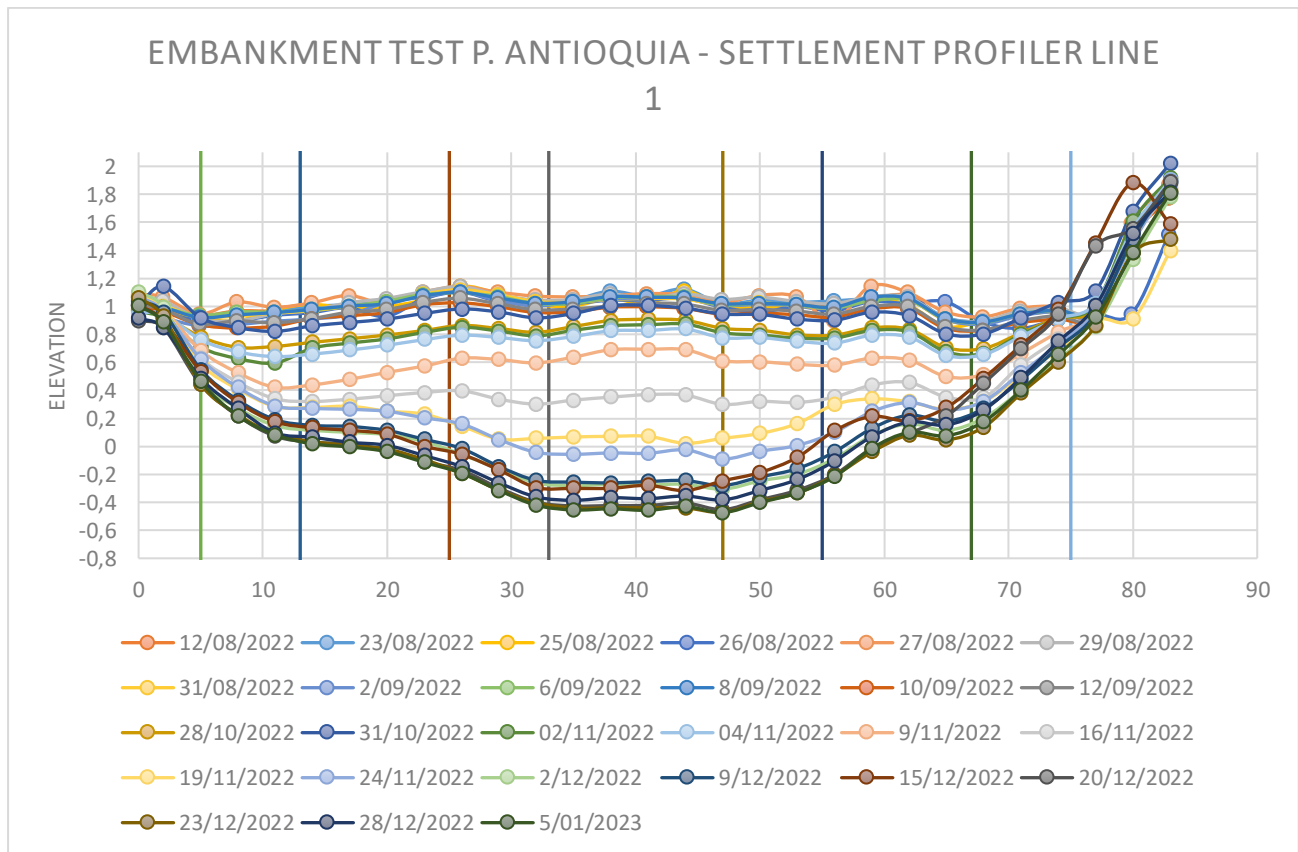
Tabla 2. Cartera de medidas de la línea 2

Date	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85
11/08/2022	Distance (m)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80				
	Elevation (m)	1.167306	1.048128	0.957036	0.973277	0.939677	0.897021	0.943733	0.929745	0.995627	0.955216	1.001490	1.062028	1.050023	0.998004	1.077622	1.042335	1.032664	1.079204	1.10131	1.127472	1.08326	1.028871	1.06003	1.073328	1.0874	1.054839	1.079792	1.602382	1.584604																																																								
12/08/2022	Distance (m)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80				
	Elevation (m)	#N/D	#N/D	0.919288	0.867545	0.881095	0.837999	0.829705	1.070848	0.868098	0.926126	0.910494	0.943448	0.990025	0.963265	0.934007	0.990888	0.863436	0.877282	1.002059	1.033807	1.012836	0.970253	1.001512	0.999955	1.01818	0.984002	1.041785	1.679343																																																									
24/08/2022	Distance (m)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80				
	Elevation (m)	1.454695	1.000472	0.968434	0.918697	0.909544	0.846854	0.820805	0.831572	0.781321	0.786848	0.817508	0.894183	0.880713	0.824242	0.9181	0.881315	0.884853	0.825616	1.054333	0.896256	0.966545	0.942801	0.880979	1.066268	0.92182	1.18838	0.983642	1.705962	1.542137																																																								
25/08/2022	Distance (m)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80				
	Elevation (m)	0.945906	0.861649	0.794833	0.752777	0.767033	0.605631	0.667978	0.652483	0.708315	0.669584	0.706488	0.759907	0.751980	0.78075	0.801003	0.788472	0.818477	0.853707	0.89222	0.927623	0.911133	0.846114	0.868959	0.882423	0.903109	0.887298	0.96951	1.481331	1.584604																																																								
26/08/2022	Distance (m)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80				
	Elevation (m)	1.05423	0.9621735	0.921609	0.886108	0.830405	0.788089	0.865888	0.894294	0.950851	0.928846	0.949708	1.05791	1.053294	1.008236	0.748866	0.719703	0.752404	0.782627	0.797906	0.805389	0.851795	0.744721	0.825895	0.631179	0.854134	0.909209	0.819293	1.411605	1.869065																																																								
27/09/2022	Distance (m)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80				
	Elevation (m)	0.658192	0.872684	0.79228	0.805924	0.73528	0.669738	0.692707	0.644262	0.747536	0.676295	0.640718	0.759191	0.772573	0.759877	0.787164	0.826105	0.824414	0.896651	0.922038	0.901141	0.99847	0.795453	0.819023	0.883106	0.969593	1.042593	1.002348	1.565717	2.070428																																																								
29/08/2022	Distance (m)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80				
	Elevation (m)	0.841113	0.7392855	0.774426	0.73392	0.685471	0.614831	0.658847	0.6352	0.7073	0.641931	0.670165	0.753835	0.753145	0.701764	0.80832	0.778872	0.795278	0.844755	0.869105	0.913835	0.90218	0.837333	0.864709	0.877405	0.926797	0.980418	0.999561	1.501108	1.964378																																																								
31/08/2022	Distance (m)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80				
	Elevation (m)	0.88805	0.8272359	0.765043	0.729979	0.65822	0.584477	0.624198	0.601229	0.66124	0.626182	0.654159	0.726866	0.707081	0.693875	0.781777	0.747151	0.785056	0.825898	0.843083	0.893684	0.888665	0.80803	0.845422	0.84741	0.888858	0.978055	0.992735	1.493496	1.964518																																																								
2/09/2022	Distance (m)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80				
	Elevation (m)	0.790927	0.75377465	0.656451	0.68958	0.594264	0.534248	0.590114	0.565073	0.632771	0.591062	0.598143	0.673531	0.702192	0.649346	0.683797	0.719891	0.745796	0.768504	0.81047	0.834993	0.838929	0.772091	0.802338	0.810825	0.870579	0.926791	0.955543	1.416479	1.891666																																																								
6/09/2022	Distance (m)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80				
	Elevation (m)	0.90095	0.8868727	0.816884	0.769091	0.686713	0.627912	0.671437	0.621097	0.655292	0.64415	0.65883	0.721174	0.786199	0.715648	0.794138	0.76988	0.803547	0.846722	0.88006	0.915289	0.89949	0.826969	0.868879	0.87204	0.92328	0.992669	1.017103	1.487795	2.006413																																																								
8/09/2022	Distance (m)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80				
	Elevation (m)	0.88720	0.848985	0.802233	0.761489	0.689204	0.625739	0.642751	0.610734	0.666542	0.616936	0.661241	0.727272	0.723397	0.696556	0.75999	0.763945	0.802557	0.83827	0.87063	0.905795	0.89361	0.826174	0.803794	0.861583	0.907452	0.981086	1.004223	1.508764	1.949929																																																								
10/09/2022	Distance (m)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80				
	Elevation (m)	0.906739	0.8562085	0.791183	0.729519	0.614407	0.563351	0.602941	0.602132	0.629951	0.585458	0.625781	0.70081	0.7048	0.671458	0.771178	0.752367	0.764025	0.802429	0.855554	0.879799	0.9																																																																

Tabla 3. Cartera de medidas de la línea 3

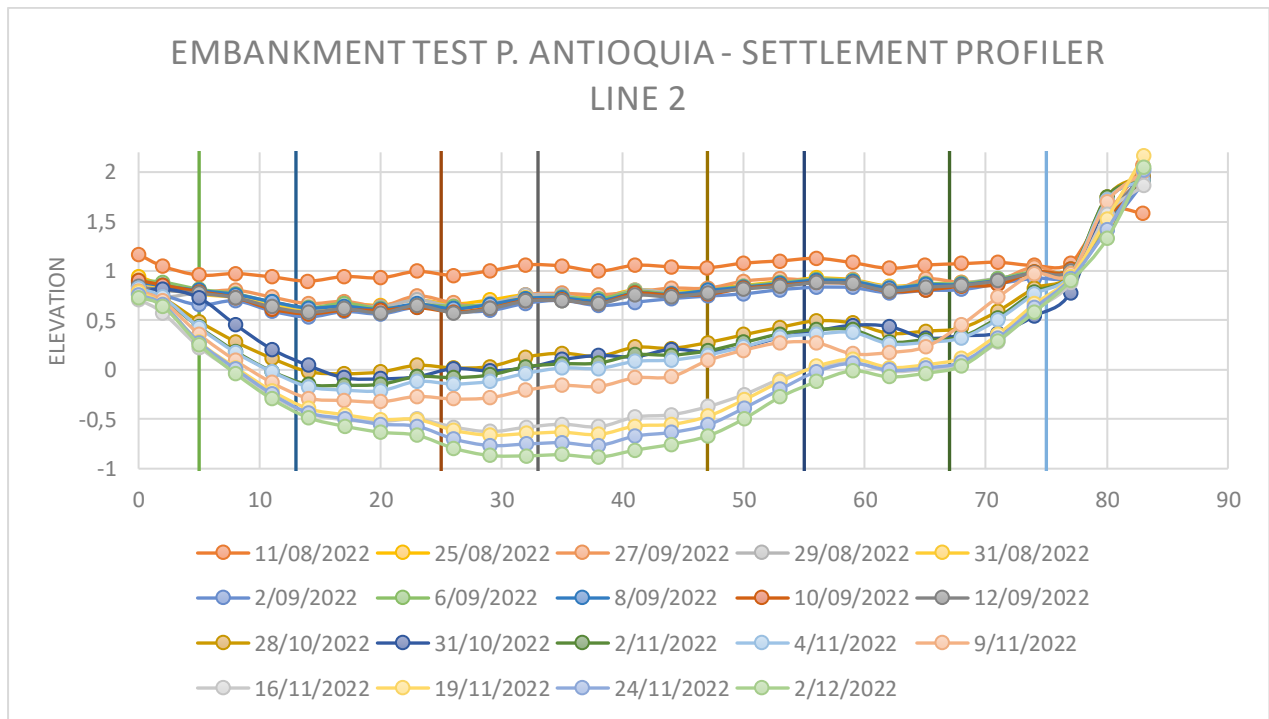
Date	Distance (m)	0	2.3	5.3	8.3	11.3	14.3	17.3	20.3	23.3	26.3	29.3	32.3	35.3	38.3	41.3	44.3	47.3	50.3	53.3	56.3	59.3	62.3	65.3	68.3	71.3	74.3	77.3	80.3	83.3	86.3	89.3	92.3	
11/08/2022	Elevation (m)	1.198753	1.166113	1.067412	1.061625	1.062094	1.062912	1.068523	1.131124	1.143554	1.139384	1.066697	1.060218	1.05184	1.167978	1.16977	1.147073	1.247238	1.270982	1.348846	1.265707	1.203792	1.242042	1.275284	1.371735	1.317073	1.300834	1.276484	1.316545	1.266622	1.19004	1.144704	1.703043	
12/08/2022	Distance (m)	0	2.3	5.3	8.3	11.3	14.3	17.3	20.3	23.3	26.3	29.3	32.3	35.3	38.3	41.3	44.3	47.3	50.3	53.3	56.3	59.3	62.3	65.3	68.3	71.3	74.3	77.3	80.3	83.3	86.3	89.3	92.3	
12/08/2022	Elevation (m)	1.154698	0.973099	0.896668	0.839121	0.887862	0.855454	0.890395	1.019929	1.008171	0.956773	0.994648	0.983272	0.978427	1.079363	1.012845	1.049996	1.176578	1.12917	1.078633	1.020217	1.100926	1.1444975	1.201212	1.309542	1.239772	1.239599	1.218875	1.237735	1.212776	1.124753	1.086241	1.689137	
23/08/2022	Distance (m)	0	2.43	5.43	8.43	11.43	14.43	17.43	20.43	23.43	26.43	29.43	32.43	35.43	38.43	41.43	44.43	47.43	50.43	53.43	56.43	59.43	62.43	65.43	68.43	71.43	74.43	77.43	80.43	83.43	86.43	89.43	92.43	
23/08/2022	Elevation (m)	1.032994	0.997067	0.920813	0.866146	0.895411	0.860437	0.899551	0.965779	0.955234	0.935803	0.913782	0.875442	0.898428	1.017925	1.062877	1.028973	1.122842	1.197967	1.233721	1.325864	1.261101	1.195998	1.251356	1.281238	1.365993	1.31069	1.298545	1.287564	1.303541	1.252856	1.155714	1.002135	1.800315
24/08/2022	Distance (m)	0	2.43	5.43	8.43	11.43	14.43	17.43	20.43	23.43	26.43	29.43	32.43	35.43	38.43	41.43	44.43	47.43	50.43	53.43	56.43	59.43	62.43	65.43	68.43	71.43	74.43	77.43	80.43	83.43	86.43	89.43	92.43	
24/08/2022	Elevation (m)	1.131111	1.094322	0.946742	0.857258	0.851994	0.86736	0.906904	0.972179	0.986325	0.950409	0.935552	0.91163	0.904885	0.950044	1.061623	1.146243	1.227284	1.269556	1.289362	1.283735	1.216898	1.258976	1.282802	1.384527	1.340839	1.34447	1.303208	1.331439	1.286453	1.1767	1.112539	1.78564	
25/08/2022	Distance (m)	0	2.43	5.43	8.43	11.43	14.43	17.43	20.43	23.43	26.43	29.43	32.43	35.43	38.43	41.43	44.43	47.43	50.43	53.43	56.43	59.43	62.43	65.43	68.43	71.43	74.43	77.43	80.43	83.43	86.43	89.43	92.43	
25/08/2022	Elevation (m)	1.05839	1.063074	0.884817	0.824346	0.932976	0.893251	0.921405	0.992987	1.011461	0.988599	0.919753	0.900208	0.895936	1.037104	1.065797	1.151175	1.2416	1.30377	1.364208	1.295907	1.227951	1.282101	1.309654	1.379341	1.337707	1.332878	1.275128	1.329189	1.283236	1.19734	1.09574	1.711636	
26/08/2022	Distance (m)	0	2.43	5.43	8.43	11.43	14.43	17.43	20.43	23.43	26.43	29.43	32.43	35.43	38.43	41.43	44.43	47.43	50.43	53.43	56.43	59.43	62.43	65.43	68.43	71.43	74.43	77.43	80.43	83.43	86.43	89.43	92.43	
26/08/2022	Elevation (m)	1.048561	1.045428	0.796	0.841317	0.902694	0.838001	0.881596	0.939613	0.969663	0.941424	0.885291	0.857916	0.866378	0.988564	1.052036	1.095554	1.192095	1.237404	1.335012	1.26006	1.193141	1.243836	1.251272	1.35429	1.303569	1.277187	1.274958	1.283064	1.27279	1.16658	1.104497	1.729508	
27/08/2022	Distance (m)	0	2.43	5.43	8.43	11.43	14.43	17.43	20.43	23.43	26.43	29.43	32.43	35.43	38.43	41.43	44.43	47.43	50.43	53.43	56.43	59.43	62.43	65.43	68.43	71.43	74.43	77.43	80.43	83.43	86.43	89.43	92.43	
27/08/2022	Elevation (m)	1.033896	1.030428	0.924538	0.881427	0.888599	0.856988	0.884852	0.969381	0.993727	0.949945	0.909356	0.877658	0.889631	1.015645	1.077127	1.133861	1.215176	1.25104	1.352075	1.279195	1.216594	1.26383	1.302954	1.389393	1.328864	1.314618	1.306334	1.321364	1.289676	1.193389	1.146685	1.788443	
29/08/2022	Distance (m)	0	2.43	5.43	8.43	11.43	14.43	17.43	20.43	23.43	26.43	29.43	32.43	35.43	38.43	41.43	44.43	47.43	50.43	53.43	56.43	59.43	62.43	65.43	68.43	71.43	74.43	77.43	80.43	83.43	86.43	89.43	92.43	
29/08/2022	Elevation (m)	0.952353	0.924615	0.788138	0.782621	0.802107	0.793344	0.827001	0.912463	0.973407	0.931421	0.888341	0.838923	0.845303	0.981988	1.042941	1.111176	1.198021	1.232127	1.343	1.281001	1.201731	1.247586	1.281178	1.381172	1.322024	1.304754	1.284893	1.30735	1.28257	1.168881	1.115904	1.925177	
31/08/2022	Distance (m)	0	2.43	5.43	8.43	11.43	14.43	17.43	20.43	23.43	26.43	29.43	32.43	35.43	38.43	41.43	44.43	47.43	50.43	53.43	56.43	59.43	62.43	65.43	68.43	71.43	74.43	77.43	80.43	83.43	86.43	89.43	92.43	
31/08/2022	Elevation (m)	1.050778	1.009326	0.856373	0.818997	0.8363	0.801918	0.836182	0.918984	0.956707	0.912225	0.869736	0.852026	0.858846	0.980254	1.048298	1.094152	1.198028	1.240083	1.342499	1.274199	1.208316	1.252323	1.286214	1.37887	1.308497	1.288742	1.288385	1.299008	1.269911	1.180451	1.07812	1.774653	
2/09/2022	Distance (m)	0	2.43	5.43	8.43	11.43	14.43	17.43	20.43	23.43	26.43	29.43	32.43	35.43	38.43	41.43	44.43	47.43	50.43	53.43	56.43	59.43	62.43	65.43	68.43	71.43	74.43	77.43	80.43	83.43	86.43	89.43	92.43	
2/09/2022	Elevation (m)	1.043478	0.987341	0.723855	0.691358	0.706792	0.71446	0.769996	0.809668	0.881067	0.83952	0.81818	0.782337	0.745024	0.945756	0.968666	1.039038	1.136654	1.186847	1.274746	1.214674	1.140241	1.196112	1.236406	1.315451	1.251297	1.245868	1.253374	1.242494	1.211842	1.119275	1.03516	1.722674	
6/09/2022	Distance (m)	0	2.43	5.43	8.43	11.43	14.43	17.43	20.43	23.43	26.43	29.43	32.43	35.43	38.43	41.43	44.43	47.43	50.43	53.43	56.43	59.43	62.43	65.43	68.43	71.43	74.43	77.43	80.43	83.43	86.43	89.43	92.43	
6/09/2022	Elevation (m)	1.035031	1.005918	0.872574	0.808212	0.832276	0.816541	0.844765	0.91461	0.943436	0.897577	0.868559	0.85232	0.858883	0.99126	1.043521	1.116211	1.18719	1.24539	1.349096	1.27769	1.194248	1.268867	1.293993	1.387113	1.324249	1.308879	1.295586	1.31562	1.284879	1.191621	1.090152	1.831894	
8/09/2022	Distance (m)	0	2.43	5.43	8.43	11.43	14.43	17.43	20.43	23.43	26.43	29.43	32.43	35.43	38.43	41.43	44.43	47.43	50.43	53.43	56.43	59.43	62.43	65.43	68.43	71.43	74.43	77.43	80.43	83.43	86.43	89.43	92.43	
8/09/2022	Elevation (m)	1.035633	0.963998	0.836322	0.779307	0.79189	0.794946	0.798889	0.882612	0.905916	0.839552	0.81367	0.819798	0.852605	1.013824	1.078414	1.164675	1.203333	1.300953	1.252062	1.188769	1.237042	1.272534	1.36139	1.29119	1.286182	1.274098	1.28334	1.26158	1.162799	1.067884	1.659954		
10/09/2022	Distance (m)	0	2.43	5.43	8.43	11.43	14.43	17.43	20.43	23.43	26.43	29.43	32.43	35.43	38.43	41.43	44.43	47.43	50.43	53.43	56.43	59.43	62.43	65.43	68.43	71.43	74.43	77.43	80.43	83.43	86.43	89.43	92.43	
10/09/2022	Elevation (m)	0.991688	1.004902	0.903872	0.850244	0.884189	0.811305	0.814838	0.923378	0.951617	0.886959	0.843753	0.799882	0.800099	0.939555	1.008646	1.083352	1.183691	1.230754	1.328739	1.263395	1.200806	1.230235	1.272808	1.364256	1.292842	1.26072	1.243623	1.278419	1.254325	1.16046	1.00356	1.723541	
12/09/2022	Distance (m)	0	2.43	5.43	8.43	11.43	14.43	17.43	20.43	23.43	26.43	29.43	32.43	35.43	38.43	41.43	44.43	47.43	50.43	53.43	56.43	59.43	62.43	65.43	68.43	71.43	74.43	77.43	80.43	83.43	86.43	89.43	92.43	
12/09/2022	Elevation (m)	0.964842	0.955684	0.809382	0.807521	0.820732	0.761915	0.784356	0.866468	0.897893	0.892906	0.812487	0.75697	0.783725	0.90076	0.987506	1.061165	1.149587	1.18879	1.297419	1.247336	1.187546	1.221174	1.23737	1.336715	1.26617	1.231373	1.2173	1.261428	1.242865	1.137513	1.001735	1.742356	
14/09/2022	Distance (m)	0	2.43	5.43	8.43	11.43	14.43	17.43	20.43	23.43	26.43	29.43	32.43	35.43	38.43	41.43	44.43	47.43	50.43	53.43	56.43	59.43	62.43	65.43	68.43	71.43	74.43	77.43	80.43	83.43	86.43	89.43	92.43	
14/09/2022	Elevation (m)	1.010738	0.983708	0.857025	0.811586	0.812785	0.773934	0.794888	0.879067	0.922326	0.892789	0.838121	0.788119	0.781896	0.989726	1.054937	1.045777	1.133256	1.17625	1.299931	1.221497	1.162661	1.214155	1.258002	1.337117	1.279953	1.239196	1.224689	1.273045	1.262165	1.169944	1.06124	1.64287	
16/09/2022	Distance (m)	0	2.43	5.43	8.43	11.43	14.43	17.43	20.43	23.43	26.43	29.43	32.43	35.43	38.43	41.43	44.43	47.43	50.43	53.43	56.43	59.43	62.43	65.43	68.43	71.43	74.43	77.43	80.43	83.43	86.43	89.43	92.43	
16/09/2022	Elevation (m)	0.93264	0.95516	0.83728	0.783211	0.767302	0.707183	0.776421	0.863351	0.861336	0.829657																							

Gráfica 1. Perfil de asentamiento de la línea 1



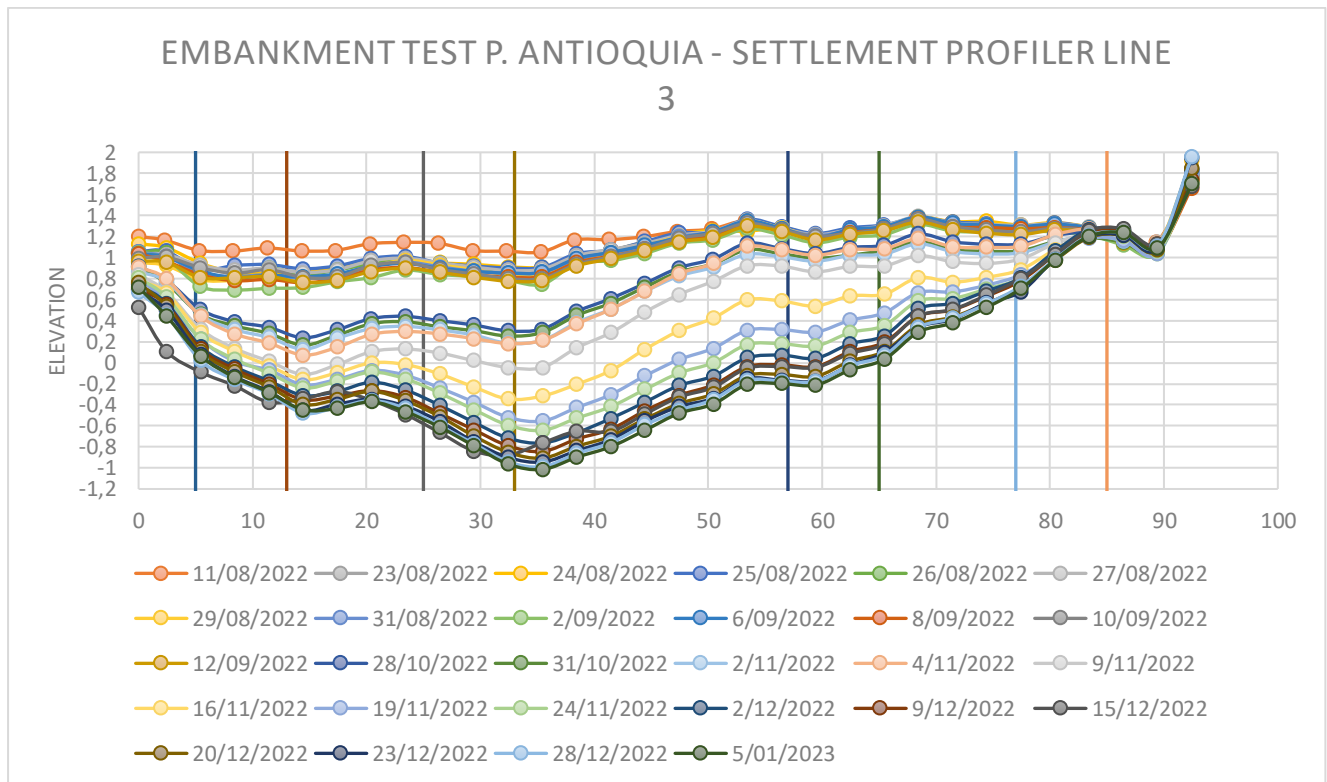
La **Gráfica 1**, muestra los resultados arrojados por el perfilómetro y corresponden a la línea 1, la cual se encuentra en la parte longitudinal de la prueba de carga y abarca la zona que no cuenta con mechas drenantes y se va asentando de manera natural. De esta grafica se puede deducir que a la fecha 05/01/2023, se tiene un asentamiento máximo de 1.53 m, también se deduce que al cabo de los primeros 3 meses en esta zona se asentaron solo aproximadamente 0.4m y que al momento de terminado el primer terraplén de la prueba el cual cuenta con un espesor de 3m se comenzó a consolidar y asentarse a mayor velocidad.

Gráfica 2. Perfil de asentamiento de la línea 2



La **Gráfica 2**, muestra los resultados arrojados por el perfilómetro y corresponden a la línea 2, la cual se encuentra en la parte longitudinal de la prueba de carga y abarca la zona que cuenta con el método de consolidación llamado mechas drenantes. De esta grafica se puede deducir que a la fecha 02/12/2022, se tiene un asentamiento máximo de 1.93 m, también se deduce que al cabo de los primeros 2 meses en esta zona el asentamiento máximo que se dio fue aproximadamente de 1.3m y que, al momento de instalar el primer terraplén de la prueba, continuó el asentamiento, pero no de una manera muy avanzada, por lo contrario, se fueron disminuyendo las diferencias de asentamientos entre cada medida que se fue tomando.

Gráfica 3. Perfil de asentamiento de la línea 3



La **Gráfica 3**, muestra los resultados arrojados por el perfilómetro y corresponden a la línea 3, la cual se encuentra en toda la parte transversal de la prueba de carga y abarca tanto la zona que cuenta con el método de consolidación llamado mechas drenantes, como también abarca la zona que no tiene mechas y que se irá consolidando de manera natural. De esta grafica se puede deducir que a la fecha 05/01/2023, se tiene un asentamiento máximo de 2 m, este asentamiento máximo se da en la zona que cuenta con las mechas drenantes, más específicamente en el metro 38 de la prueba.

Allí en la grafica se denota el salto pronunciado que se realiza aproximadamente en todo el centro de la prueba, esto debido al cambio de zonas que allí ocurre (zona con mechas y zona sin mechas). Otro de los datos que se reflejan en el análisis de la prueba es la velocidad en la que se asientan las zonas, se refleja que la zona con mechas presento un asentamiento de manera más rápida, pero que al pasar 3 meses fue llegando a su punto de estabilización, en la parte sin mechas, aunque inicialmente tuvo unos asentamientos pequeños, al momento de aplicar la sobrecarga aumento sus asentamientos de manera más rápida y que aún con 3 meses de prueba no se regula el asentamiento de dicha zona.

5 Conclusiones

El consorcio COTEMA, en su tarea de construir un puerto marítimo de manera rápida, práctica y de buenas condiciones, tiene como labor más complicada en materia de tiempos y dinero, la estabilización del suelo de la zona, conformar una plataforma de trabajo en unas condiciones óptimas para resistir la proyección de cargas que se tiene pensado conformaran el proyecto. Ante toda esta serie de problemas a resolver, se planteó como solución más factible, la implementación del método de consolidación llamado mechas drenantes, con el fin de acelerar el asentamiento inmediato de la plataforma hasta llegar al punto de su estabilización.

En recopilación del trabajo que se realizó durante la práctica académica, se refleja la funcionalidad que tienen las mechas drenantes como acelerante del asentamiento del terreno, se observó que inmediatamente se instalaron las mechas se produjo un asentamiento mayor en esta zona, al final de la primera semana del inicio de construcción de la prueba de carga, la cual fue el 31/08/2022, se obtuvieron los siguientes registros de asentamientos: en la línea 1 (zona sin mechas) se registró un asentamiento máximo de 0.13 m y en la línea 2 (zona con mechas) se registró un asentamiento máximo de 0.35 m, es decir, en la primera semana se obtuvo una diferencia en los asentamientos de 0.22 m lo cual implica que una vez instaladas las mechas drenantes su capacidad de aceleración de asentamiento trabaja de manera inmediata, esto se debe a las características con las que cuenta el geocompuesto que conforman las mechas, ya que su principal característica es la de hacer aflorar el agua que se encuentra en el interior del terreno. Otro de los factores que influyeron en la inmediata funcionalidad de las mechas fue el nivel freático de la zona, esto debido a que en toda el área del proyecto se tiene un nivel freático muy elevado y cercano a la superficie, por ende, el recorrido que tiene que hacer el agua para salir del terreno es relativamente corto, de manera que, las mechas drenantes se saturan muy rápidamente y al no tener más capacidad de adsorción se empezó a aflorar el agua hacia la superficie, generando con esto pérdida de la presión del agua y a su vez aumentando el asentamiento por consolidación.

Una vez terminada la plataforma de la prueba la cual fue el 19/11/2022, se obtuvieron los siguientes registros de asentamientos: en la línea 1 (zona sin mechas) se registró un asentamiento máximo de 1.12 m y en la línea 2 (zona con mechas) se registró un asentamiento máximo de 1.70 m, es decir, en la semana final de construcción de la prueba se obtuvo una diferencia en los asentamientos de 0.58 m, lo cual indica que aunque la diferencias de asentamientos sigue siendo mayor, la velocidad del asentamiento se redujo en la zona con mechas, dejando como conclusión que el uso de las mechas drenantes es efectivo para generar asentamientos instantáneos y de manera rápida, pero si se requiere que esta velocidad de asentamiento se prolongue o mantenga por un mayor tiempo, se necesitara estudiar la posibilidad de aumentar la longitud de la instalación de las mechas drenantes u aumentar el número de mechas que se utilizaran en el proyecto.

Como resultado de la práctica académica se presentaron unas hojas de cálculo donde se encuentra resumida y codificada la información arrojada por el perfilómetro, se encuentran las tablas con los valores de elevación presentada por cada punto a estudiar en la prueba de carga y también se muestran estos valores en unas gráficas. Estas hojas de cálculo aparte de ser las fichas fundamentales del análisis geotécnico del proyecto también sirven como modelo para futuras pruebas de cargas que se piensen realizar en este u otros proyectos.

6 Referencias

COTEMA. (2022). *PROCEDIMIENTO PRUEBA DE CARGA*. APARTADÓ.

Egis Ports, Agua & Terra. (2022). *Requisitos del empleador*. MAMH013B-ACT-GEN-SPE-001.

Montaño, M. (Diciembre de 2022). Control asentamientos prueba de carga. Apartadó, Colombia.

Piqueras, V. Y. (7 de febrero de 2014). *Blogs Universidad Politecnica De Valencia* . Obtenido de

<https://victoryepes.blogs.upv.es/2014/02/07/ensayo-de-placa-de->

[carga/#:~:text=Consiste%20en%20aplicar%20una%20carga,de%20terraplenes](https://victoryepes.blogs.upv.es/2014/02/07/ensayo-de-placa-de-carga/#:~:text=Consiste%20en%20aplicar%20una%20carga,de%20terraplenes)

