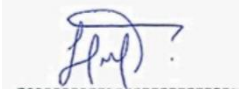


	PLAN DE TRABAJO ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DEL SERVICIO – CUENCA HUAURA	CODIGO	PT-24-0021
		VERSIÓN	03
		FECHA	8/11/2024
		PÁGINA	Página 1 de 17

PLAN DE TRABAJO

ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DEL SERVICIO – CUENCA HUAURA



	Elaborado:	Revisado:	Aprobado:
Nombre	CRISTHIAN ALHUAY	HEBERT SOTELO	HARLEY SOTELO
Cargo	COORDINADOR DE INGENIERÍA	GERENTE TÉCNICO	GERENTE GENERAL
FIRMA	 CRISTHIAN GERARDO ALHUAY LEON Ingeniero Civil CIP N° 243421	 Ing. Hebert Sotelo Aedo CIP. 57639 Gerente Técnico RUMI LABORATORIO GEOTECNICO E.I.R.L.	 Harley Sotelo Vargas GERENTE GENERAL RUMI LABORATORIO GEOTECNICO E.I.R.L.

	PLAN DE TRABAJO ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DEL SERVICIO CUENCA HUAURA	CODIGO	PT-24-0021
		VERSIÓN	03
		FECHA	8/11/2024
		PÁGINA	Página 2 de 17

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	3
1.1 ACLARACIONES PARA LA CAMPAÑA GEOTÉCNICA	4
2. OBJETIVO.....	4
3. UBICACIÓN DEL PROYECTO	4
4. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS DE CAMPO	5
4.1 EXCAVACIÓN DE CALICATAS	6
4.1.1 Extracción de muestras	6
4.2 ENSAYO DE DENSIDAD IN SITU – MEDOTO REEMPLAZO DE AGUA.....	6
4.3 ENSAYO DE GRANULOMETRÍA GLOBAL	7
4.4 PERFORACIÓN DIAMANTINA	8
4.5 EVALUACIÓN GEOMECÁNICA DEL MACIZO ROCOSO	9
4.6 ENSAYO DE MEDICIÓN DE ONDAS DE SUPERFICIE EN ARREGLO MULTICANAL – MASW 1D.....	10
4.7 ENSAYO DE REFRACCION SISMICA	11
5. ENSAYO DE LABORATORIO	12
6. ENTREGABLE	13
7. EQUIPO DE TRABAJO.....	14
8. SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE	14
9. CRONOGRAMA DE TRABAJO.....	15

	PLAN DE TRABAJO ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DEL SERVICIO CUENCA HUAURA	CODIGO	PT-24-0021
		VERSIÓN	03
		FECHA	8/11/2024
		PÁGINA	Página 3 de 17

PLAN DE TRABAJO

ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DEL SERVICIO

CUENCA HUAURA

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento corresponde al Plan de Trabajo para el estudio geotécnico para la ampliación del servicio Cuenca Huaura en el marco del proyecto denominado “Proyecto solución integral para el control de inundaciones y movimiento de masa de la cuenca del Río Cañete y del Río Huaura”.

El objetivo de este proyecto es reducir el nivel de riesgo de inundaciones en las subcuencas baja, media y alta de la cuenca del río Huaura, disminuyendo de esta manera la probabilidad de pérdidas humanas y materiales por riesgos de inundaciones en la cuenca de Huaura.

La empresa OHLA (El contratante) elaboró los términos de referencia (Documento: 400200-OHL001-000-XX-TO-GE-000004) para la contratación de la ampliación del servicio de estudio geotécnico para la Cuenca Huaura. Para ello, el Contratante requiere el servicio de una empresa de ingeniería y consultoría, con amplia experiencia en servicios de investigación y prospección geotécnica para desarrollar los trabajos de campo y laboratorio que servirá como base y data para el desarrollo de los diseños hidráulicos de las Área Auxiliares del Proyecto que OHLA viene desarrollando en la presente etapa del Proyecto 3; “Paquete 3-4” y “Cuenca Alta”.

Cuadro 1.1. Zonas de evaluación del “Paquete 3-4” y “Cuenca alta”

Paquete 3-4	Cantera de cerro
	Cantera de río
	DME
	Diques existentes

Cuenca alta	Cantera de cerro
	Cantera de río
	Cantera de roca
	DME

Los trabajos de campo consisten en realizar exploraciones geotécnicas por medio de métodos directos e indirectos; excavación de calicatas, ensayos de densidad de campo, ensayos de granulometría global, geomecánica, perforaciones diamantinas y ensayos de prospección sísmica (ensayos de medición de ondas superficiales en arreglo multicanal y ensayo de refracción sísmica).

Para determinar las propiedades mecánicas, físicas y químicas del suelo se realizarán ensayos de laboratorio, para ellos se tomarán muestras representativas de los estratos identificados en las excavaciones de calicatas.

	PLAN DE TRABAJO ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DEL SERVICIO – CUENCA HUAURA	CODIGO	PT-24-0021
		VERSIÓN	03
		FECHA	8/11/2024
		PÁGINA	Página 4 de 17

1.1 ACLARACIONES PARA LA CAMPAÑA GEOTÉCNICA

La campaña geotécnica será ejecutada en 2 etapas, siendo éstas de la siguiente forma:

Etapla 1: Ejecución de calicatas en canteras de río, canteras de cerro y DMEs, así mismo, ejecución de los estudios geofísicos (refracción sísmica, MASW-1D) y un porcentaje de estaciones geomecánicas en las canteras de rocas según los resultados de la evaluación geológica-geotécnica de cada cantera.

Etapla 2: Ejecución de las perforaciones diamantinas y el porcentaje restante de las estaciones geomecánicas de la etapa 1 siempre y cuando se tengan los accesos disponibles, donde se podrán definir de mejor manera la ubicación de la ejecución de las estaciones geotécnicas.

Cabe mencionar que, la ejecución de las perforaciones de diamantina debe realizarse en dos (02) fases:

Fase 01: Cantera de Roca Tres Montones 01, en el primer trimestre del 2025.

Fase 02: Canteras de roca la Cumbre y/o Moroc – SD de Nava, en el segundo o tercer trimestre del 2025.

Se debe considerar que la ejecución de las calicatas en las áreas auxiliares (cantera de cerro, cantera de río y DMEs), se deben desarrollar de manera manual, y evaluando la accesibilidad se podrá trabajar con equipo mecánico a riesgo del postor.

2. OBJETIVO

El objetivo del presente documento es establecer el Plan de Trabajo para el desarrollo de los trabajos correspondiente a la ampliación del servicio - Cuenca Huaura en el marco del proyecto denominado “Proyecto solución integral para el control de inundaciones y movimiento de masa de la cuenca del Río Cañete y del Río Huaura”.

3. UBICACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto 3 se ubica en los distritos de Cochamarca, Navan, Andajes, Oyón y Pachangara, provincia de Oyón, departamento de Lima. También se ubica en los distritos de Huaura, Santa María, Sayán, Leoncio Prado, Paccho y Santa Leonor, provincia de Huaura, departamento de Lima.

Se desarrolla en la cuenca alta, media y baja del rio Huaura, dentro de los siguientes limites:

Cuadro 3.1. Coordenadas de inicio y fin del Proyecto (Fuente TDR)

Punto	Coordenada E	Coordenada N
Inicio de Proyecto	215638	8774250
Fin de Proyecto	263397	8772390

 RUMI LABORATORIO GEOTECNICO	PLAN DE TRABAJO ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DEL SERVICIO – CUENCA HUAURA	CODIGO	PT-24-0021
		VERSIÓN	03
		FECHA	8/11/2024
		PÁGINA	Página 5 de 17

4. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS DE CAMPO

Las exploraciones geotécnicas están definidas por métodos directos e indirectos. En el Cuadro 4.1 se presenta el resumen de los ensayos de exploración geotécnica propuestos en la zona de evaluación.

Cuadro 4.1. Relación de ensayos del paquete 3-4 y Cuenca Alta

1 PAQUETE 3-4			2 CUENCA ALTA		
1.2 Canteras CERRO Y RIO			1.2 Canteras CERRO Y RIO		
1.2.1 Trabajos de campo			1.2.1 Trabajos de campo		
Calicatas	50	und	Calicatas	69	und
Granulometría global	31	und	Granulometría global	44	und
Densidad natural	1	und	Densidad natural	5	und
Refracción sísmica (3 líneas)	265	ml	Refracción sísmica (8 líneas)	720	ml
1.2.2 Laboratorio			1.2.2 Laboratorio		
Ensayos estándar	50	und	Ensayos estándar	69	und
Granulometría de agregado fino	15	und	Granulometría de agregado fino	10	und
Granulometría de agregado grueso	15	und	Granulometría de agregado grueso	10	und
Abrasión los angeles	26	und	Abrasión los angeles	22	und
PE y Absorción de A.G.	6	und	Proctor y CBR	25	und
Proctor y CBR	26	und	Triaxial CD	3	und
Triaxial CD	1	und	Corte directo	5	und
Corte directo	1	und	Permeabilidad	3	und
Permeabilidad	1	und	GE y Absorción de A.F.	10	und
GE y Absorción de A.F.	15	und	Durabilidad AF	9	und
Durabilidad AF	15	und	Equivalente arena	22	und
Equivalente arena	26	und	Azul de metileno	10	und
Azul de metileno	15	und	Terrones de arcilla y partículas deleznales AF	10	und
Terrones de arcilla y partículas deleznales AF	15	und	Carbon y lignito AF	10	und
Carbon y lignito AF	15	und	Materia orgánica en arena	10	und
Materia orgánica en arena	15	und	Sulfatos AF	10	und
Sulfatos AF	15	und	Cloruros AF	10	und
Cloruros AF	15	und	Sales solubles AF	10	und
Sales solubles AF	15	und	Durabilidad AG	10	und
Durabilidad AG	18	und	Terrones de arcilla y partículas deleznales AG	10	und
Terrones de arcilla y partículas deleznales AG	15	und	Carbon y lignito AG	10	und
Carbon y lignito AG	15	und	P. Chatas y Alargadas (relación 1:3)	3	und
P. Chatas y Alargadas (relación 1:3)	5	und	P. Chatas y Alargadas (relación 1:5)	10	und
P. Chatas y Alargadas (relación 1:5)	15	und	Partículas fracturadas Una cara	10	und
Partículas fracturadas Una cara	15	und	Sulfatos AG	10	und
Sulfatos AG	15	und	Cloruros AG	10	und
Cloruros AG	15	und	Sales solubles AG	10	und
Sales solubles AG	15	und	Sales Solubles para subbase granular	3	und
Sales Solubles para subbase granular	5	und	Reactividad agregado/alcalí	10	und
Reactividad agregado/alcalí	9	und			
1.3 DME			1.3 CANTERA DE ROCA		
1.3.1 Trabajos de campo			1.3.1 Trabajos de campo		
Calicatas	12	und	Perforación diamantina de 30m (11)	330	ml
Densidad natural	5	und	Estación geomecánica	25	und
Estación geomecánica	19	und			
MASW1D	8	und	1.3.2 Laboratorio		
Refracción sísmica (12 líneas)	1200	ml	Abrasión los angeles	38	und
1.3.2 Laboratorio			Propiedades físicas	38	und
Ensayos estándar	12	und	corte directo en discontinuidades	16	und
Corte directo	5	und	compresión simple	16	und
Abrasión los angeles	17	und			
Propiedades físicas	17	und	1.3 DME		
corte directo en discontinuidades	7	und	1.3.1 Trabajos de campo		
compresión simple	7	und	Calicatas	20	und
1.4 Diques existentes			Densidad natural	7	und
1.4.1 Trabajos de campo			Estación geomecánica	6	und
Calicatas	3	und	MASW1D	8	und
Granulometría global	3	und	Refracción sísmica (10 líneas)	1075	ml
1.4.2 Laboratorio			1.3.2 Laboratorio		
Ensayos estándar	3	und	Ensayos estándar	20	und
			Corte directo	7	und
			Abrasión los angeles	6	und
			Propiedades físicas	6	und
			corte directo en discontinuidades	2	und
			compresión simple	2	und

	PLAN DE TRABAJO ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DEL SERVICIO – CUENCA HUAURA	CODIGO	PT-24-0021
		VERSIÓN	03
		FECHA	8/11/2024
		PÁGINA	Página 6 de 17

A continuación, se describe los ensayos propuestos:

4.1 EXCAVACIÓN DE CALICATAS

La excavación de las calicatas se realizará de forma manual o utilizando maquinaria retroexcavadora.

La profundidad de las calicatas deberá ser como mínimo 3.0 m. En el caso que se llegue al nivel freático antes de alcanzar la profundidad requerida, se deberá continuar extrayendo material hasta 1.0 m por debajo del nivel freático esto con la finalidad de asegurar que el material esté conformado por materiales granulares gruesos (deposito fluvial). En el caso de que el material sobre el nivel freático sea un material cohesivo o arenoso se deberá continuar excavando con la maquinaria hasta la profundidad requerida.

De encontrarse residuos de construcción o basura se deberá continuar con la excavación hasta encontrar el terreno natural.

Los registros de los diferentes materiales encontrados, de acuerdo con la norma ASTM D 2488 (Práctica Estándar para la descripción e identificación de Suelos - Procedimiento Visual Manual).

En el registro de excavación se describe: la clasificación del suelo (SUCS), compacidad o consistencia de acuerdo con el tipo de suelo, la plasticidad del material fino, la forma del material granular, la humedad natural y color, el porcentaje estimado de bolones, el porcentaje estimado de bloques y su tamaño máximo, la presencia o no de material orgánico u óxidos, la evidencia de material cementante, la estabilidad de las paredes de la calicata, al grado de dificultad al excavar, etcétera.

4.1.1 Extracción de muestras

Las muestras de suelo para los respectivos ensayos serán extraídas del estrato ubicado debajo del suelo de cobertura y sobre el nivel freático, con la finalidad de obtener la cantidad de finos naturales. No se tomarán muestras de material granular lavado obtenidas debajo del nivel freático.

La cantidad de muestra extraída será la cantidad necesaria para realizar los respectivos ensayos de laboratorio.

Si el estrato de suelo no permite obtener la cantidad de muestra necesaria se ampliará el área de la calicata, por ningún motivo se mezclará las muestras de suelo que se ubican sobre y debajo del nivel freático.

4.2 ENSAYO DE DENSIDAD IN SITU – MEDOTO REEMPLAZO DE AGUA

Los ensayos de densidad natural serán realizados debajo del suelo de cobertura y encima del nivel freático, el método elegido será adecuado para el tamaño de las partículas que contiene el suelo. En el material granular grueso se realizará la densidad natural por el método de reemplazo de agua, de acuerdo con la norma ASTM D 5030, el diámetro del anillo está en función al tamaño máximo de partícula, como lo detalla la norma.

Generalmente, este método de prueba se limita a materiales en condiciones no saturadas y no es viable en materiales blandos o en condiciones de humedad donde el agua se filtre en el agujero

	PLAN DE TRABAJO ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DEL SERVICIO – CUENCA HUAURA	CODIGO	PT-24-0021
		VERSIÓN	03
		FECHA	8/11/2024
		PÁGINA	Página 7 de 17

excavado. Se recomienda que el material a ensayar in-situ sea lo suficientemente firme para mantener los lados estables durante la excavación del pozo de prueba y el término del ensayo.

TABLE A1.1 Test Pit Types A and B (see Fig. A1.1)—Test Apparatus and Minimum Excavation Volume

Maximum Particle Size, in. ^A	Minimum Required Volume, ft ³	Suggested Apparatus and Template Opening	Required Minimum Depth, in. ^B
3	1.0	24-in. square frame	18
5	2	30-in. square frame	12
8	8	4-ft diameter ring	24
12	27	6-ft diameter ring	24
18	90	9-ft diameter ring	36
More than 18 in. maximum particle size should be determined on a case-by-case basis.			

TABLE A1.2 Test Pit Type C (see Fig. A1.1)—Test Apparatus and Minimum Excavation Volume

Maximum Particle Size, in. ^A	Minimum Required Volume, ft ³	Suggested Apparatus and Template Opening	Required Minimum Depth, in. ^B	Approximate Diameter of Excavated Hole, in.
3	1.0	33-in. square frame	10	30
5	2	40-in. square frame	12	35
8	8	62-in. diameter ring	18	54
More than 8 in. maximum particle size should be determined on a case-by-case basis.				

4.3 ENSAYO DE GRANULOMETRÍA GLOBAL

El ensayo de granulometría global in situ cuantifica el peso de partículas mayor a 3". Para la ejecución del ensayo se considera los siguientes rangos de partículas:

- De 3" a 4"
- De 4" a 5"
- De 5" a 6"
- De 6" a 8"
- De 8" a 10"
- De 10" a 12"
- De 12" a 15"
- De 15" a 20"
- Mayor a 20"

Con la distribución granulometría de las partículas mayor a 3" y el análisis granulométrico por tamizado de laboratorio para el material menor a 3" se obtiene la curva de granulometría global.

	PLAN DE TRABAJO ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DEL SERVICIO – CUENCA HUAURA	CODIGO	PT-24-0021
		VERSIÓN	03
		FECHA	8/11/2024
		PÁGINA	Página 8 de 17



Figura 4.1. Foto referencial del ensayo de granulometría global

4.4 PERFORACIÓN DIAMANTINA

La perforación diamantina es un método que se lleva a cabo utilizando una broca diamantada como herramienta de corte para la obtención de las muestras de Suelos y Rocas que son utilizados para analizar la propiedades físicas y mecánicas de un determinado terreno.

La perforación diamantina es una técnica especializada utilizada en la exploración y extracción de suelos y rocas, así como en la investigación geotécnica y geológica. Consiste en realizar una perforación en el suelo utilizando un taladro de diamante, lo que permite obtener muestras de alta calidad y una visión detallada de las capas subterráneas mediante la recuperación continua de muestras de suelo (alteradas e inalteradas).

Para el presente estudio se ha considerado realizar un total de 330 metros lineales de perforaciones diamantinas con recuperación continua de testigos, las cuales deberán ser distribuidas entre las canteras de roca de Cuenca Alta.



Figura 4.2. Realización de ensayo Perforación (foto referencial).

4.5 EVALUACIÓN GEOMECÁNICA DEL MACIZO ROCOSO

La evaluación geomecánica consiste en determinar la “Clasificación del Macizo Rocosó (RMR)” mediante la metodología de Bieniawski (1989) a partir de una valoración de 1 al 100, así mismo incluye el mapeo geológico estructural de las discontinuidades del medio rocoso, que consiste en la medición del buzamiento y dirección de buzamiento de los planos de discontinuidad del macizo rocoso (más de 20 mediciones por estación).

El sistema de clasificación del macizo rocoso (Rock Mass Rating) fue desarrollado por Bieniawski en los años de 1972 y 1973, posteriormente en 1979 fue modificado conforme más casos históricos llegaron a estar disponibles, y adecuado a las normas y procedimientos internacionales. Las últimas modificaciones del sistema RMR corresponden al año 1989, y está vigente en la actualidad debido a su inherente facilidad de uso y versatilidad en la práctica de ingeniería geomecánica.

El sistema de clasificación del macizo rocoso (RMR) se realiza mediante la cuantificación de seis parámetros de fácil medición:

1. Resistencia de la roca intacta
2. Razón de calidad de la roca (RQD)
3. Espaciamiento de las discontinuidades
4. Condición de las discontinuidades
 - Persistencia
 - Separación de las discontinuidades (apertura)
 - Relleno
 - Rugosidad
 - Grado de meteorización o alteración de la roca
5. Condición del agua
6. Ajuste por orientación de discontinuidad.

Los cinco primeros parámetros se suman para obtener el RMR básico del macizo rocoso. El RMR ajustado incluye el sexto parámetro que considera la influencia de la orientación de discontinuidades de acuerdo con la metodología de Bieniawski (1989), este parámetro se trata por separado porque la influencia depende la aplicación en túnel, talud o cimiento.

Después del ajuste de orientación de discontinuidades, el macizo rocoso se clasifica de acuerdo con el Cuadro 4.2, que agrupa el RMR ajustado en cinco clases.

Cuadro 4.2. Calidad del macizo rocoso en relación al índice RMR

Valoración	Clase	Descripción
100 - 81	I	Muy buena
80 - 61	II	Buena
60 - 41	III	Regular
40 - 21	IV	Mala
< 20	V	Muy mala

	PLAN DE TRABAJO ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DEL SERVICIO – CUENCA HUAURA	CODIGO	PT-24-0021
		VERSIÓN	03
		FECHA	8/11/2024
		PÁGINA	Página 10 de 17

4.6 ENSAYO DE MEDICIÓN DE ONDAS DE SUPERFICIE EN ARREGLO MULTICANAL – MASW 1D.

El ensayo de medición de ondas de superficie en arreglo multicanal (MASW) es un método indirecto de exploración geotécnica con el que se obtiene el perfil del suelo a partir de las velocidades de onda de corte (V_s). En la siguiente figura se muestra un perfil típico:

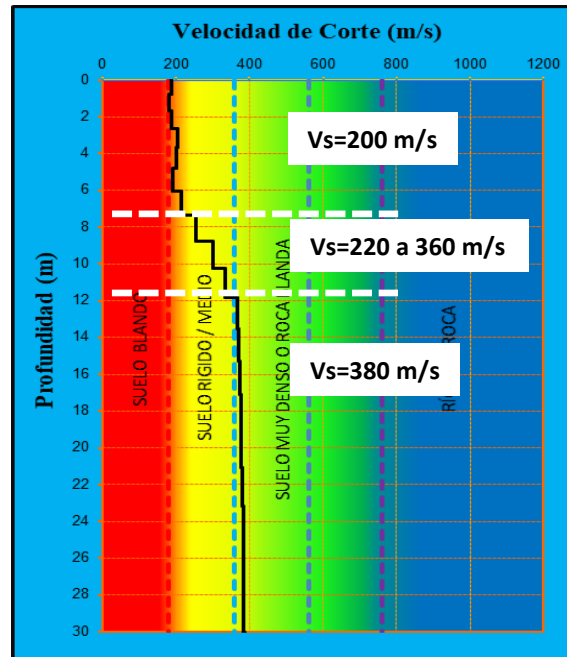


Figura 4.3. Vista típica del perfil del suelo a partir del registro de velocidades de ondas de corte (V_s)

El ensayo consiste en la medición de los tiempos de viaje de las ondas de corte (V_s) generadas por un golpe de impacto producidas por una comba. Para este método se emplean geófonos de 4.5 Hz de frecuencia, y los puntos shot o fuentes de energía se ubican a $0,2L$ y $0,4L$ a los extremos de la línea, tal y como se muestra en la siguiente figura:

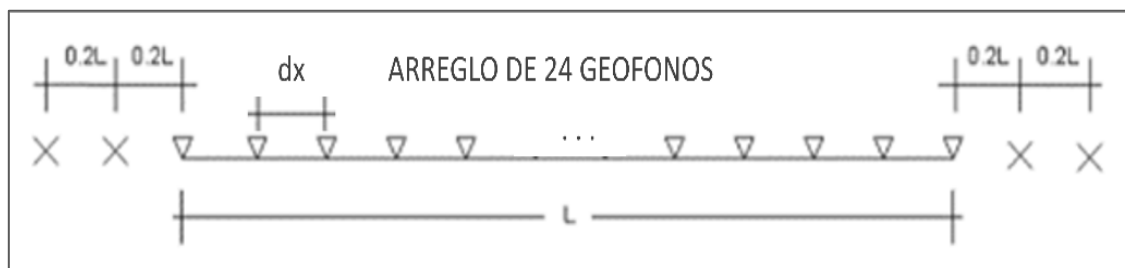


Figura 4.4 Distribución de puntos de disparo del ensayo MASW

Equipo de adquisición de datos de MASW

El equipo utilizado para realizar el ensayo posee un sistema de adquisición de datos los cuales son almacenados y procesados por una computadora, este equipo tiene las siguientes características técnicas:

Cuadro 4.3. Resumen de exploraciones geofísicas - geotécnicas

Características	Valor nominal
Nº de canales	24
Resistencia de salida	> 600 Ω
Rango de frecuencia	10 - 400 Hz
Filtro de frecuencias	10, 15, 25, 35, 50, 70, 100, 140, 200, 280, 400 Hz.
Ganancia	63X(36 dB) 2%
Tiempo de retardo de registro	0-999 ms
Tiempo de pre-arranque	90% duración general
Sistema de mando	Computadora IBM AT-80386sx
Tensión de alimentación	12 V
Potencia de consumo	48 W

(Fuente: Especificaciones técnicas del GEODE).

En la Figura 4.5 se muestra una vista del sismógrafo y accesorios que se emplearon para la adquisición de los datos.



Figura 4.5. Foto referencial del Sismógrafo y accesorios del ensayo del MASW

4.7 ENSAYO DE REFRACCION SISMICA

El ensayo de refracción sísmica es un método indirecto de exploración geotécnica, con el cual se determina perfil del suelo a partir del registro de velocidades de ondas de compresión (V_p).

El ensayo de refracción sísmica consiste en la medición de los tiempos de viaje de las ondas compresionales tipo P generadas por un golpe de impacto producido con una comba de 20 lb; los impactos fueron localizados a diferentes distancias a lo largo de un eje sobre la superficie del suelo. La energía fue detectada y registrada de tal manera que puede determinarse el tiempo de arribo en cada punto.

El inicio de la grabación fue dado a partir de un dispositivo (trigger) que nos da el tiempo cero para evaluar el tiempo de recorrido.

	PLAN DE TRABAJO ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DEL SERVICIO – CUENCA HUAURA	CODIGO	PT-24-0021
		VERSIÓN	03
		FECHA	8/11/2024
		PÁGINA	Página 12 de 17

Estos datos, tiempo y distancia, para diferentes puntos de aplicación de la energía, nos permiten evaluar las velocidades de propagación de ondas P para los diferentes tipos de suelos, cuya estructura, geometría y continuidad son investigadas.

Para este estudio se utiliza el mismo quipo del MASW con una Estación Portátil de Prospección Sísmica “Geode” con 24 canales de registro, geófonos magnéticos y una computadora para almacenar los registros.

En los ensayos de refracción sísmica se realiza 5 puntos de impacto (shot) distribuidos como se muestra en la Figura 4.7; el primer shot se ejecuta antes del 1er geófono a una distancia igual a la separación entre geófonos, el segundo shot se realiza en el medio del 6to y 7mo geófono, el tercer shot que se realiza entre el 12vo y 13vo geófono, el cuarto shot se ubica entre el 18vo y 19vo geófono y el último se ubica después del 24vo geófono a una distancia igual a la separación entre geófonos.

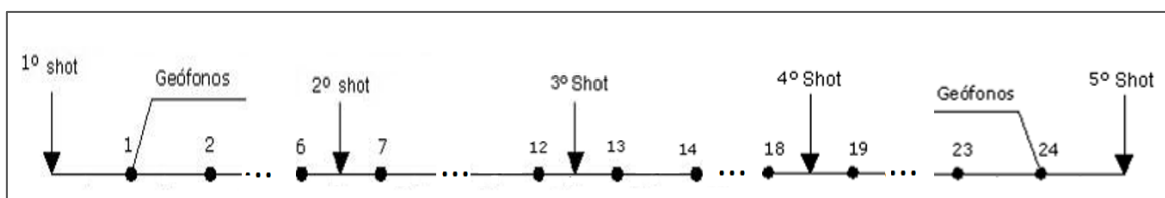


Figura 4.6. Distribución de los shot sobre el tendido sísmico (Fuente propia)

5. ENSAYO DE LABORATORIO

El número y tipo de ensayos de laboratorio a realizar será el suficiente para caracterizar litológica y geotécnicamente los distintos horizontes de suelo presentes en el terreno objeto de estudio.

Cuadro 5.1. Resumen de ensayos de laboratorio

2	Ensayos de laboratorio	Unidad	Paquete 3-4	Cuenca alta	Total
2.1	Ensayos estándar	und	65	89	154
2.2	Granulometría de agregado fino	und	15	10	25
2.3	Granulometría de agregado grueso	und	15	10	25
2.4	Abrasión los angeles	und	26	22	48
2.5	PE y Absorción de A.G.	und	6		6
2.6	Proctor y CBR	und	26	25	51
2.7	Triaxial CD	und	1	3	4
2.8	Corte directo	und	6	5	11
2.9	Permeabilidad	und	1	3	4
2.10	GE y Absorción de A.F.	und	15	10	25
2.11	Durabilidad AF	und	15	9	24
2.12	Equivalente arena	und	26	22	48
2.13	Azul de metileno	und	15	10	25
2.14	Terrones de arcilla y partículas deleznales AF	und	15	10	25
2.15	Carbon y lignito AF	und	15	10	25
2.16	Materia orgánica en arena	und	15	10	25
2.17	Sulfatos AF	und	15	10	25
2.18	Cloruros AF	und	15	10	25
2.19	Sales solubles AF	und	15	10	25
2.20	Durabilidad AG	und	18	10	28
2.21	Terrones de arcilla y partículas deleznales AG	und	15	10	25

 RUMI LABORATORIO GEOTECNICO	PLAN DE TRABAJO ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DEL SERVICIO – CUENCA HUAURA	CODIGO	PT-24-0021
		VERSIÓN	03
		FECHA	8/11/2024
		PÁGINA	Página 13 de 17

2	Ensayos de laboratorio	Unidad	Paquete 3-4	Cuenca alta	Total
2.22	Carbon y lignito AG	und	15	10	25
2.23	P. Chatas y Alargadas (relacion 1:3)	und	5	3	8
2.24	P. Chatas y Alargadas (relacion 1:5)	und	15	10	25
2.25	Partículas fracturadas Una cara	und	15	10	25
2.26	Sulfatos AG	und	15	10	25
2.27	Cloruros AG	und	15	10	25
2.28	Sales solubles AG	und	15	10	25
2.29	Sales Solubles para subbase granular	und	5	3	8
2.30	Reactividad agregado/alcalí	und	9	10	19
2.31	Abrasión los ángeles	und	17	44	61
2.32	Propiedades físicas de la roca	und	17	44	61
2.33	Corte directo en discontinuidad	und	7	18	25
2.34	Compresión simple	und	7	18	25

6. ENTREGABLE

Se proporcionará la información a medida que se van obteniendo resultado al área de ingeniería para los diseños correspondientes. El entregable de toda la información se presentará en un informe final cuyo contenido es el siguiente:

- Resultados e interpretación de las exploraciones geotécnicas;
Registros de calicatas y reporte de ensayos de densidad de campo,
Reporte de ensayos de granulometría global.
Reporte de geomecánica
Registro de perforación diamantina
Registro de los ensayos de prospección sísmica (ensayos MASW y refracción sísmica)
- Certificado de los ensayos de laboratorio propuestos (Ver Cuadro 5.1)
- Panel o registro fotográfico de los trabajos de campo. **Imágenes georreferenciadas donde indique la fecha, ubicación y coordenadas UTM y código de investigación.**
- Planos de ubicación de exploraciones geotécnicas.

Los informes entregables serán aceptados luego de la conformidad del especialista responsable de la supervisión y revisión de los trabajos. Se detalla el listado de los entregables:

Cuadro 6.1. Lista de entregables según el TDR

PROYECTO	ENTREGABLES	ETAPA
Paquete 3-4	Informe de geofísica	Etapas 1
	Informe de geomecánica	Etapas 1
	Informe final de estudio de mecánica de suelos	Etapas 1
Cuenca Alta	Informe de geofísica	Etapas 1
	Informe de geomecánica	Etapas 1
	Informe de geomecánica Fase 1	Etapas 2
	Reporte de perforación Fase 1	Etapas 2
	Informe de geomecánica Fase 2	Etapas 2
	Informe final de estudio de mecánica de suelos	Etapas 2

	PLAN DE TRABAJO ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DEL SERVICIO – CUENCA HUAURA	CODIGO	PT-24-0021
		VERSIÓN	03
		FECHA	8/11/2024
		PÁGINA	Página 14 de 17

7. EQUIPO DE TRABAJO

El equipo para los trabajos de campo estará constituido por los siguientes frentes, distribuidos de la siguiente manera:

Cuadro 7.1. Grupo de Trabajo

Actividad	Personal
Perforación diamantina (30 m)	Perforista
	Geólogo
	Ayudantes 1
	Ayudantes 2
Excavación de Calicatas con maquinaria	Operador
	Geólogo
	Ayudante 1
Excavación de Calicatas Manual	Geólogo
	Ayudante 1
	Ayudante 2
Geomecánica	Geólogo
	Ayudantes 1
Geofísica	Geofísico
	Ayudante 1
	Ayudante 2
	Ayudante 3

8. SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE

Los trabajos de campo se realizarán siguiendo el reglamento interno de seguridad, salud ocupacional y medio ambiente de entidad convocante referenciados bajo la ley de Seguridad y Salud Ocupacional en el Trabajo (Ley N° 29783 / D.S. 005-2012. Antes de realizar cada labor diaria, el personal desarrollará los siguientes ítems:

- Charlas de inicio de jornada (Charla de 5 minutos)
- Check List, de equipos, herramientas, vehículos
- Análisis de Trabajo Seguro

	PLAN DE TRABAJO ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DEL SERVICIO – CUENCA HUAURA	CODIGO	PT-24-0021
		VERSIÓN	03
		FECHA	8/11/2024
		PÁGINA	Página 15 de 17

9. CRONOGRAMA DE TRABAJO

El cronograma para el estudio geotécnico se contempla en 02 Etapas:

Etapas 1:

Ejecución de las calicatas en canteras de río, canteras de cerro y DMEs, así mismo, ejecución de los estudios geofísicos y un porcentaje de estaciones geomecánicas en las canteras de rocas según los resultados de la evaluación geológica-geotécnica de cada cantera.

Etapas 2:

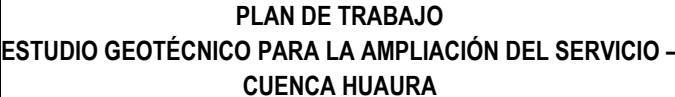
- Fase 01: Ejecución de geomecánicas y perforación diamantina en la cantera de roca Tres Montones, en el primer trimestre del 2025.
- Fase 02: Ejecución de geomecánica y perforación diamantina en la cantera de roca La Cumbre y/o Moroc – SD de Nava, en el segundo o tercer trimestre del 2025.

Finalmente se presentan 3 cronogramas;

Para la Etapa 1: corresponde 39 días de campo y un total de 55 días para entrega de informes.

Para la Fase 1 de la Etapa 2 (en el primer trimestre 2025): corresponde 18 días de campo y un total de 29 días para entrega de informes.

Para la Fase 2 para la Etapa 2 (en el segundo o tercer semestre 2025): corresponde 32 días de campo y un total de 41 días para entrega de informes.



PT-24-0021

03

8/11/2024

Página 16 de 17

ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DEL SERVICIO – CUENCA HUAURA

[illegible]

GRUPOS DE TRABAJO

Grupo 1	Calicata con maquina
Grupo 2	Calicata manual
Grupo 3	Geomecánica
Grupo 4	Geofísica

CRONOGRAMA ETAPA 2 - FASE 1

ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DEL SERVICIO – CUENCA HUAURA

			Cuenca alta	Total	Dias	DÍAS (Primer Trimestre 2025)																												
						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
1	Trabajos de campo																																	
1.1	Perforación de 30ml (4) FASE 1 (Tres Montones)	ml	120	120	16																													
1.2	Geomecánica (Tres Montones)	und	6	6	1																													
2.0	Ensayos de laboratorio																																	
2.31	Abrasión los angeles	und	12	12																														
2.32	Propiedades físicas de la roca	und	12	12																														
2.33	Corte directo en discontinuidad	und	5	5																														
2.34	Compresión simple	und	5	5																														
3	Elaboración de informe																																	
3.1	Cuenca Alta: Informe de Geomecánica Fase 1																																	
3.2	Cuenca Alta: Reporte de Perforación Fase 1																																	

CRONOGRAMA ETAPA 2 - FASE 2

ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DEL SERVICIO – CUENCA HUAURA

			Cuenca alta	Total	Dias	DIAS (Segundo Trimestre)																																									
1	Trabajos de campo					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	
1.1	Perforación de 30ml (7) FASE 2 (La Cumbre y CD de Nava)	ml	210	210	28																																										
1.2	Geomecánica (La Cumbre y CD de Nava)	und	19	19	4																																										
2.0 Ensayos de laboratorio																																															
2.31	Abrasión los angeles	und	26	26																																											
2.32	Propiedades físicas de la roca	und	26	26																																											
2.33	Corte directo en discontinuidad	und	11	11																																											
2.34	Compresión simple	und	11	11																																											
3 Elaboración de informe																																															
3.1	Cuenca Alta: Informe de Geomecánica Fase 2																																														
3.2	Cuenca Alta: Informe final de mecanica de suelos																																														
GRUPOS DE TRABAJO																																															
Grupo 1		Geomecánica																																													
Grupo 2		Perforación																																													

GRUPOS DE TRABAJO

Grupo 1	Geomecánica
Grupo 2	Perforación