

	PRESIDENCIA DEL CONSEJO DE MINISTROS "AUTORIDAD PARA LA RECONSTRUCCIÓN CON CAMBIOS"	Revisión: R00
	CONTRATO: Proyecto "Entrega de las defensas ribereñas de los Ríos Casma y Huarmey – (Paquete 4)" REGIÓN: ANCASH	Emisión: 02/11/2022
		Página 1 de 137



REVISIÓN DE DOCUMENTOS TÉCNICOS

☐ A- ACEPTADO

☐ B- ACEPTADO CON COMENTARIOS

☐ C- RECHAZADO

FIRMA

FECHA



MEMORIA DESCRIPTIVA DEL ESTUDIO DE CANTERAS Y FUENTES DE AGUA P2 RÍO HUARMEY SECTOR 2 PARTE ALTA

400199-OHL001-501-XX-DM-GE-100002

REV N°	FECHA	DESCRIPCIÓN	ELAB. POR	REV. POR	APROB. POR
R00	02/11/2022	Emitido para Aprobación	Click here to enter text.	Click here to enter text.	Click here to enter text.
FIRMAS:					

	CONTRATO:	Revisión: V01
	"ENTREGA DE LAS DEFENSAS RIBEREÑAS DE LOS RÍOS CASMA Y HUARMY (PAQUETE 4)"	Emisión: 02/11/2022
	REGIÓN: ANCASH	Página 2 de 137


OHSA
Perú

REVISIÓN DE DOCUMENTOS TÉCNICOS

☐ A. ACEPTADO PARA REMISIÓN A ARCC

☐ B. RECHAZADO

REVISADO POR

FECHA

MEMORIA DESCRIPTIVA DEL ESTUDIO DE CANTERAS Y FUENTES DE AGUA P2 RÍO HUARMY SECTOR 2 PARTE ALTA

HY8212-400199-02-PC-RP-GE-P2_CA_FA_DME-V01

REV N°	FECHA	DESCRIPCIÓN	ELAB. POR	REV. POR	APROB. POR
V01	02/11/2022	Emitido para Aprobación	NEIL YALAN	ARMANDO TENORIO	MAXIMO HATTA
FIRMAS:					

***"ENTREGA DE LAS DEFENSAS
RIBEREÑAS DE LOS RÍOS CASMA Y
HUARMEY (PAQUETE 4)"***

*Proyecto 2: "Creación del servicio de protección ante
peligro de inundaciones en ambas márgenes del río
Huarmey, desde el Sector Huamba hasta la salida al
Mar, en los distritos de Huarmey y Huayan de la
provincia de Huarmey - Departamento de Ancash"*

Noviembre 2022

Hoja de control de calidad

Documento	Memoria descriptiva del estudio de canteras y fuentes de agua P2 rio Huarmey Sector 2 Parte alta.		
Proyecto	Proyecto 2: "Creación del servicio de protección ante peligro de inundaciones en ambas márgenes del río Huarmey, desde el Sector Huamba hasta la salida al Mar, en los distritos de Huarmey y Huayan de la provincia de Huarmey - Departamento de Ancash"		
Código	HY8212-400199-02-PC-RP-GE-P2_CA_FA_DME-V01		
Autores:	Firma:	NYL/TMA	
	Fecha:	02/11/2022	
Verificado	Firma:	HSM	
	Fecha:	02/11/2022	
Destinatario	Autoridad de la Reconstrucción con Cambios		
Notas			

Índice

ESTUDIO DE CANTERAS,FUENTES DE AGUA Y DMEs.....	11
PROYECTO 2 – RIO HUARMEY PARTE ALTA.....	11
1. INTRODUCCIÓN.....	11
2. OBJETIVOS.....	12
3. EXPLORACIONES GEOTÉCNICAS EN CANTERAS	13
3.1. Excavación de Calicatas	13
3.2. Caracterización Geomecánica del macizo rocoso	13
3.3. Clasificación del macizo rocoso.....	13
3.3.1. Clasificación RMR	14
3.3.2. Índice Geológico de Resistencia, GSI	15
3.4. Ensayos de laboratorio	15
3.5. Requisitos de calidad de los agregados	16
3.5.1. Requerimientos técnicos en agregados de cerro y río.....	16
3.5.2. Requerimientos técnicos para enrocado.....	19
3.6. Canteras de Cerro.....	21
3.6.1. Tayca agregados.....	21
3.6.2. Afirmado Rio Seco 2	28
3.7. Canteras de Río.....	34
3.7.1. La Cabaña	34
3.7.2. Garlero.....	39
3.7.3. Mal Paso.....	53
3.7.4. Pedregal	69
3.7.5. Rio Seco.....	77
3.7.6. Huarmey 7.....	96
3.8. Canteras de Roca.....	104
3.8.1. TAYCA 1	104
3.8.2. TAYCA 2	108
3.8.3. PEDREGAL.....	112
3.8.4. ROCA GARLERO 2.....	115
3.8.5. ROCA KM 38.....	119
4. Exploraciones de Fuentes de Agua	124

4.1. Análisis de Resultados.....	124
5. Depósito de Material Excedente.....	125
5.1. Ubicación.....	125
5.2. Accesibilidad.....	126
5.3. Descripción Geotécnica-Geológica.....	130
5.4. Descripción Geométrica	130
5.4.1.DME N° P-01	130
5.4.2.DME N° P-06	131
5.4.3.DME N° P-10	131
5.4.4.DME N° P-10A	132
5.5. Análisis de Estabilidad del DME.....	132
5.5.1. Sismicidad.....	132
5.5.2. Parámetros de Resistencia	133
5.5.3. Resultados de los Análisis de Estabilidad.....	133
6. CONCLUSIONES.....	134

ANEXOS:

ANEXO I REGISTRO DE CALICATAS

ANEXO II ENSAYOS DE LABORATORIO

ANEXO III GRANULOMETRÍA GLOBAL

ANEXO IV GRANULOMETRÍA GLOBAL

ANEXO V ANALISIS DE ESTABILIDAD DME

ANEXO VI PLANOS

ANEXO VII INF. PREDIAL Y TRAMITES

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Imagen satelital del acceso a cantera Tayca Agregados	21
Ilustración 2. Exploración de calicatas cantera Tayca Agregados	22
Ilustración 3. Huso para conformación de dique Cantera Tayca Agregados	26
Ilustración 4. Imagen satelital del acceso a cantera Afirmado Río Seco 2	28
Ilustración 5. Perfil Estratigráfico de la cantera Afirmado Río Seco 2	29
Ilustración 6. Exploración de calicatas cantera afirmado Río Seco 2	30
Ilustración 7. Huso para conformación de dique Cantera Afirmado Río Seco 2	32
Ilustración 8. Imagen satelital del acceso a la cantera La Cabaña	34
Ilustración 9. Perfil Estratigráfico Cantera La Cabaña	35
Ilustración 10. Exploración de calicatas cantera La Cabaña	36
Ilustración 11. Huso para conformación de dique Cantera La Cabaña	38
Ilustración 12. Imagen satelital del acceso a la cantera Garlero	39
Ilustración 13. Perfil Estratigráfico Cantera Garlero	40
Ilustración 14. Exploración de calicatas cantera Garlero	46
Ilustración 15. Huso para conformación de dique Cantera Garlero	51
Ilustración 16. Imagen satelital del acceso a la cantera Malpaso	53
Ilustración 17. Perfil Estratigráfico Cantera Mal Paso	54
Ilustración 18. Exploración de calicatas cantera MALPASO	61
Ilustración 19. Huso para conformación de dique Cantera MALPASO	67
Ilustración 20 .Imagen satelital del acceso a la cantera Río Pedregal	69
Ilustración 21. Perfil Estratigráfico Cantera Pedregal	70
Ilustración 22. Exploración de calicatas cantera Río Pedregal	73
Ilustración 23. Huso para conformación de dique Cantera Cantera Pedregal	76
Ilustración 24. Imagen satelital del acceso a la cantera río Seco	78
Ilustración 25. Perfil Estratigráfico Cantera Río Seco	79
Ilustración 26. Exploración de calicatas cantera Río Seco	87
Ilustración 27. Huso para conformación de dique Cantera Río Seco	94
Ilustración 28. Imagen satelital del acceso a la cantera río Huarmey 7	96
Ilustración 29. Perfil Estratigráfico Cantera Huarmey 7	97
Ilustración 30. Exploración de calicatas cantera Huarmey 7	99
Ilustración 31. Huso para conformación de dique Cantera Huarmey 7	102
Ilustración 32. Imagen satelital del acceso a cantera ROCA TAYCA 1	104
Ilustración 33. Exploración de calicatas cantera Tayca 1	105
Ilustración 34. Imagen satelital del acceso a cantera ROCA Tayca 2	108
Ilustración 35. Exploración de calicatas cantera Tayca 2	109
Ilustración 36. Imagen satelital del acceso a cantera ROCA PEDREGAL	112
Ilustración 37. Imagen satelital del acceso a la cantera GARLERO 2	116
Ilustración 38. Imagen satelital del acceso a la cantera de ROCA KM38	120
Ilustración 39. Imagen satelital de la ubicación de los DME N° P-07	126
Ilustración 40. Imagen satelital de la ubicación de los DME N° P-11	126
Ilustración 41. Imagen satelital de la ubicación de los DME N° P-11A	127
Ilustración 42. Imagen satelital de la ubicación de los DME N° P-10	127

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 43. Imagen satelital de la ubicación de los DME N° P-01.....	128
Ilustración 44. Imagen satelital de la ubicación de los DME N° P-10A.....	128
Ilustración 45. Imagen satelital de la ubicación de los DME N° P-02.....	129
Ilustración 46. Imagen satelital de la ubicación de los DME N° P-06.....	129

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Calidad del Macizo Rocoso en relación con el índice RMR.....	14
Tabla 2 Relación de ensayos efectuados en agregados de suelos y rocas.....	15
Tabla 3 Granulométrica del material para conformación del dique.....	16
Tabla 4 Franjas granulométricas para afirmado.....	17
Tabla 5 Requisitos de calidad para agregado fino.....	18
Tabla 6 Granulometría de agregado fino.....	18
Tabla 7 requisitos de calidad para agregado grueso.....	18
Tabla 8 Granulometría para agregado grueso.....	20
Tabla 9.Exploraciones de la cantera Tayca Agregados.....	22
Tabla 10 Resumen de ensayos de laboratorio de las calicatas de la Cantera Tayca Agregados.....	22
Tabla 11 Análisis de ensayos de laboratorio de las calicatas de la Cantera Tayca Agregados.....	24
Tabla 12 Volumen de explotación de la Cantera Tayca.....	27
Tabla 13.Exploraciones de la cantera Afirmado Rio Seco 2.....	29
Tabla 14 Resumen de ensayos de laboratorio de las calicatas de la Cantera Afirmado Rio Seco 2.....	30
Tabla 15 Análisis de ensayos de laboratorio de las calicatas de la Cantera Afirmado Rio Seco 2.....	31
Tabla 16 Granulometría en Volumen de la Cantera Afirmado Rio Seco 2.....	33
Tabla 17 Volumen de explotación de la Cantera Afirmado Rio Seco 2.....	33
Tabla 18.Exploraciones de la cantera La Cabaña.....	35
Tabla 19 Resumen de ensayos de laboratorio de las calicatas de la Cantera La Cabaña.....	36
Tabla 20 Análisis de ensayos de laboratorio de las calicatas de la Cantera La Cabaña.....	37
Tabla 21 Granulometría en Volumen de la Cantera de río La Cabaña.....	38
Tabla 22 Volumen de explotación de la Cantera de río La Cabaña.....	39
Tabla 23.Exploraciones de la cantera Garlero.....	44
Tabla 24 Resumen de ensayos de laboratorio de las calicatas de la Cantera Garlero.....	46
Tabla 25 Análisis de ensayos de laboratorio de las calicatas de la Cantera Garlero.....	51
Tabla 26 Granulometría en Volumen de la Cantera de río Garlero.....	52
Tabla 27 Volumen de explotación de la Cantera de río Garlero.....	52
Tabla 28.Exploraciones de la cantera MALPASO.....	59
Tabla 29 Resumen de ensayos de laboratorio de las calicatas de la Cantera MALPASO.....	61
Tabla 30 Análisis de ensayos de laboratorio de las calicatas de la Cantera MALPASO.....	66
Tabla 31 Granulometría en Volumen de la Cantera de río Mal Paso.....	68
Tabla 32 Volumen de explotación de la Cantera de río Malpaso.....	68
Tabla 33.Exploraciones de la cantera Rio Pedregal.....	72
Tabla 34 Resumen de ensayos de laboratorio de las calicatas de la Cantera Rio Pedregal.....	74
Tabla 35 Análisis de ensayos de laboratorio de las calicatas de la Cantera Rio Pedregal.....	75

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Tabla 36 Granulometría en Volumen de la Cantera de río Pedregal	76
Tabla 37 Volumen de explotación de la Cantera Pedregal	77
Tabla 38.Exploraciones de la cantera Río Seco	85
Tabla 39 Resumen de ensayos de laboratorio de las calicatas de la Cantera Río Seco	87
Tabla 40 Análisis de ensayos de laboratorio de las calicatas de la Cantera Río Seco	93
Tabla 41 Granulometría en Volumen de la Cantera de río Seco	95
Tabla 42 Volumen de explotación de la Cantera de Río Seco	95
Tabla 43.Exploraciones de la cantera Huarmey 7.....	98
Tabla 44 Resumen de ensayos de laboratorio de las calicatas de la Cantera Huarmey 7	99
Tabla 45 Análisis de ensayos de laboratorio de las calicatas de la Cantera Huarmey 7	102
Tabla 46 Granulometría en Volumen de la Cantera de río Huarmey 7	103
Tabla 47 Volumen de explotación de la Cantera de Huarmey 7	103
Tabla 48 Resumen de ensayos de laboratorio de las calicatas de la cantera ROCA TAYCA 1.....	105
Tabla 49 Resumen de ensayos de laboratorio de las calicatas de la cantera ROCA TAYCA 1.....	106
Tabla 50 Valoración de RMR o calidad de la roca de la Cantera de ROCA TAYCA 1	106
Tabla 51 Valoración GSI- Cantera de ROCA TAYCA 1	106
Tabla 52 Orientaciones promedio de los principales sistemas de Discontinuidades- Cantera de ROCA TAYCA 1	106
Tabla 53 Volumen de explotación de la Cantera TAYCA 1	107
Tabla 54 Resumen de ensayos de laboratorio de las calicatas de la cantera ROCA TAYCA 2.....	109
Tabla 55 Resumen de ensayos de laboratorio de las calicatas de la cantera TAYCA 2.....	110
Tabla 56 Valoración de RMR o calidad de la roca de la Cantera de ROCA TAYCA 2	110
Tabla 57 Valoración GSI- Cantera de roca ROCA TAYCA 2.....	110
Tabla 58 Orientaciones promedio de los principales sistemas de Discontinuidades- Cantera de roca TAYCA 2	110
Tabla 59 Volumen de explotación de la Cantera TAYCA 2	111
Tabla 60 Resumen de ensayos de laboratorio de las calicatas de la cantera ROCA PEDREGAL.....	113
Tabla 61 Resumen de ensayos de laboratorio de las calicatas de la cantera ROCA PEDREGAL.....	113
Tabla 62 Valoración de RMR o calidad de la roca de la Cantera de ROCA PEDREGAL	113
Tabla 63 Valoración GSI- Cantera de roca ROCA PEDREGAL	114
Tabla 64 Orientaciones promedio de los principales sistemas de Discontinuidades- Cantera de roca PEDREGAL	114
Tabla 65 Volumen de explotación de la Cantera de Roca Garlero 2	115
Tabla 66 Resumen de ensayos de laboratorio de las calicatas de la cantera ROCA GARLERO 2.....	116
Tabla 67 Resumen de ensayos de laboratorio de las calicatas de la cantera ROCA GARLERO 2.....	117
Tabla 68 Valoración de RMR o calidad de la roca de la Cantera de ROCA GARLERO 2	117
Tabla 69 Valoración GSI- Cantera de roca ROCA GARLERO 2	118
Tabla 70 Orientaciones promedio de los principales sistemas de Discontinuidades- Cantera de Roca GARLERO 2	118
Tabla 71 Volumen de explotación de la Cantera de Roca Garlero 2	119
Tabla 72 Muestras extraídas en cantera de ROCA KM 38.....	120
Tabla 73 Resumen de ensayos de laboratorio de las calicatas de la cantera ROKA KM38	121

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Tabla 74 Resumen de ensayos de laboratorio de las calicatas de la cantera ROCA KM38.....	121
Tabla 75 Valoración de RMR o calidad de la roca de la Cantera de ROCA KM38	122
Tabla 76 Valoración GSI– Cantera de ROCA KM 38	122
Tabla 77 Orientaciones promedio de los principales sistemas de Discontinuidades– Cantera de ROCA KM38.....	122
Tabla 78 Volumen de explotación de la Cantera de ROCA KM38	123
Tabla 79 Ubicación de muestreo de fuentes de Agua.....	124
Tabla 80 Análisis químico realizado a la muestra de agua.....	124
Tabla 81 Ensayos de laboratorio realizados a las fuentes de Agua en Laboratorio.....	124
Tabla 82 Características geométricas del DME P-01	130
Tabla 83 Características geométricas del DME P-06	131
Tabla 84 Características geométricas del DME N° P-10.....	131
Tabla 85 Características geométricas del DME N° P-10A.....	132
Tabla 86 PGA Sector Huarmey	132
Tabla 87 Coeficiente Sísmico DME - Sector Huarmey	133
Tabla 88 Parámetros de resistencia del material en el DME	133
Tabla 89 Factores de seguridad calculados del DME	134

ESTUDIO DE CANTERAS, FUENTES DE AGUA Y DMEs PROYECTO 2 – RIO HUARMEY PARTE ALTA

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe comprende el estudio de las canteras que proveerán los agregados para la construcción de los diques DIPR-003 MD, DIPR-004 MD, DIPR-004 MI, DIPR-006 MD, que conforma el Proyecto 2 denominado "Creación del servicio de protección ante peligro de inundaciones en ambas márgenes del río Huarmey, desde el Sector Huamba hasta el sector Congon, en los distritos de Huarmey y Huayan de la provincia de Huarmey - Departamento de Ancash"

El objetivo del estudio es identificar y caracterizar canteras cercanas al proyecto y que cuenten con el volumen suficiente para cubrir la demanda de materiales requeridos por las obras.

El estudio consistió en primer lugar en identificar a lo largo del emplazamiento de los diques proyectados materiales que cumplan con la calidad necesaria para ser usados en la construcción de las obras, seguidamente se ejecutó un programa de exploración dirigido a caracterizar los materiales que conforman las canteras, en cada cantera se extrajo muestras que luego fueron llevadas al laboratorio para ser analizadas, del análisis respectivo se obtuvo las propiedades físicas y mecánicas de los materiales. A través de las exploraciones también se pudo determinar el área explotable de cada cantera para posteriormente mediante el levantamiento topográfico de la zona estimar el volumen de material a explotar, conociendo las propiedades de los materiales se pudo evaluar el tipo de explotación y el tratamiento a los que se someterá al material para obtener los agregados conforme a las especificaciones técnicas del proyecto. En cada cantera de suelo se realizó granulometrías integrales con la finalidad de estimar los rendimientos, insumos necesarios para conocer los volúmenes explotables en cada cantera. Asimismo, se identificó las fuentes de agua aprovechables para el proyecto.

El presente estudio de canteras abarcó la identificación de las exploraciones realizadas, la caracterización de los materiales, su accesibilidad, el tipo de explotación, el tratamiento de los agregados, los rendimientos por tipo de agregado y el volumen de explotación de las siguientes canteras en el sector Huarmey bajo:

- Cantera de Cerro Tayca agregados
- Cantera Afirmado Rio Seco 2
- Cantera Tayca afirmado
- Cantera de río La Cabaña
- Cantera de río Garlero
- Cantera de río Mal Paso
- Cantera de río Pedregal
- Cantera de río Rio Seco
- Cantera de río Huarmey 7
- Cantera de Roca Tayca 1
- Cantera de Roca Tayca 2
- Cantera de Roca Pedregal
- Cantera de Roca Garlero 2
- Cantera de Roca KM 38

El informe está compuesto de 6 capítulos, los primeros capítulos están conformados por la introducción, objetivos y a partir del capítulo 3 empieza el desarrollo de las descripciones de las canteras, exponiendo la exploración de campo ejecutada en cada cantera, su rendimiento y uso. El capítulo 4 y 5 desarrolla el análisis químico de la fuente de agua y la evaluación del DME respectivamente. Finalmente, el capítulo 6 presenta las conclusiones.

2. OBJETIVOS

- Evaluación de los materiales identificados en las canteras, considerando el mapeo geológico a nivel local.
- Revisión de la compatibilidad en las características de los materiales identificados dentro del área prevista para las fuentes de materiales.
- Obtener el rendimiento a partir las granulometrías globales ejecutadas en campo.
- Obtener los volúmenes aprovechables de las canteras tanto de cerro como de río.

3. EXPLORACIONES GEOTÉCNICAS EN CANTERAS

Las exploraciones geotécnicas en canteras consistieron en el reconocimiento e identificación de los materiales que conforman las canteras de suelo y roca, en el caso de las canteras de suelo la investigación fue directa a través de la excavación de calicatas y ensayos insitu; en las canteras de roca la exploración consistió en la evaluación geológica del macizo rocoso y la extracción de bloques de roca.

3.1. Excavación de Calicatas

Se excavó calicatas de profundidad variable en las canteras de cerro y río, de 3 m de profundidad como máximo, la excavación fue ejecutada con retroexcavadora en los emplazamientos de las canteras proyectadas de acuerdo con el programa de exploración proyectado por TYP SA y aprobada por OHLA.

En cada calicata se elaboró el registro de excavación de calicatas el cual contiene la ubicación de cada exploración, la descripción visual de los suelos de acuerdo con la norma ASTM D-2488 y el registro fotográfico de cada calicata.

Del interior de la calicata se extrajo muestras alteradas de suelo con la finalidad de enviarlas a laboratorio para la ejecución de los respectivos ensayos.

3.2. Caracterización Geomecánica del macizo rocoso

Dentro del área de cada una de las canteras de roca se realizaron estaciones geomecánicas con la finalidad de realizar mediciones que permitan obtener los parámetros para la clasificación del macizo rocoso.

Los parámetros medidos en cada estación geomecánica fueron: tipo de roca, tipo de discontinuidad, resistencia, orientación espaciada, persistencia, terminación, apertura, rugosidad, tipo de relleno, espesor del relleno, ondulación, meteorización y presencia de agua.

3.3. Clasificación del macizo rocoso

Con los parámetros obtenidos en la caracterización geomecánica, se clasificó geomecánicamente el macizo rocoso con el objetivo de definir los sectores explotables dentro del área de la cantera. El criterio usado en la clasificación geomecánica fue el de Bieniawski 1989 (Clasificación Geomecánica de Bieniawski. RMR: Rock Mass Rating 1989), además se determinó indirectamente el Índice de Resistencia Geológica (GSI) usando las teorías establecidas por Marinos & Hoek (2001).

La resistencia a la compresión de la roca intacta fue determinada con el Martillo Schmidt mientras que el índice de calidad (RQD) fue determinado para cada estación, mediante el registro lineal (Ramírez Oyanguren et al, 1984), teniendo como parámetro de entrada principal la frecuencia de fracturamiento por metro lineal.

Los criterios que involucran las características lito – estructurales y calidad de la masa rocosa en el área de estudio, determinan la zonificación. Los parámetros usados para la zonificación geomecánica de la masa rocosa fueron:

- Los resultados de la caracterización de la masa rocosa, especialmente las condiciones estructurales.
- La calidad de la masa rocosa determinada por las clasificaciones geomecánicas.

3.3.1. Clasificación RMR

Desarrollada por Bieniawski en 1973, con actualizaciones en 1979 y 1989, constituye un sistema de clasificación de macizos rocosos que permite a su vez relacionar índices de calidad con parámetros geotécnicos del macizo y de excavación y sostenimiento en túneles. Esta clasificación tiene en cuenta los siguientes parámetros geomecánicos:

- Resistencia uniaxial de la matriz rocosa
- Grado de fracturación en términos del RQD.
- Espaciado de las discontinuidades
- Condiciones hidrogeológicas
- Orientación de las discontinuidades con respecto a la excavación.

La incidencia de estos parámetros en el comportamiento geomecánico de un macizo se expresa por medio del índice de calidad RMR, rock mass rating, que varía de 0 a 100.

Para aplicar la clasificación RMR se divide el macizo rocoso en zonas o tramos que presenten características geológicas más o menos uniformes de acuerdo con las observaciones hechas en campo, en las que se lleva a cabo la toma de datos y medidas referentes a las propiedades y características de la matriz rocosa y de las discontinuidades.

Una vez obtenidas las puntuaciones que resultan de aplicar los cinco parámetros de clasificación, se efectuar la corrección por orientación de discontinuidades y se obtiene un valor numérico con el que se clasifica finalmente el macizo rocoso. Esta clasificación distingue cinco clases, cuyo significado geotécnico se expresa en la Tabla 1; a cada clase de macizo se le asigna una calidad y unas características geotécnicas.

Tabla 1 Calidad del Macizo Rcoso en relación con el índice RMR
(Fuente: Bieniawski, Z.T., 1989)

Clase	Calidad	Valoración RMR
I	Muy Buena	100 - 81
II	Buena	80 - 61
III	Media	60 - 41
IV	Mala	40 - 21
V	Muy Mala	< 20

Así un macizo rocoso duro, poco fracturado, sin filtraciones importantes y poco meteorizadas, presentando muy pocos problemas frente a su estabilidad y resistencia; se puede deducir que tendrá una capacidad portante alta, permitirá la excavación de taludes con altas pendientes y no precisará medidas de estabilización y refuerzo en túneles.

3.3.2. Índice Geológico de Resistencia, GSI

El índice de resistencia geológica **GSI** o método de clasificación **GSI** es un sistema de caracterización de las propiedades Geomecánica de los macizos rocosos, a través de la fácil identificación por evaluación visual de las propiedades geológicas en el campo.

Para macizos rocosos con un valor de GSI mayor a 25, se puede establecer una relación entre GSI y el RMR89 seco con la siguiente ecuación:

$$GSI = RMR_{89} - 5$$

El GSI se obtuvo en relación con el RMR, para lo cual se consideró la recomendación de Hoek (2005), donde se menciona que el GSI es igual al RMR – 5, éste fue tomado debido a que es bastante práctico y muy utilizado en el estudio de taludes.

3.4. Ensayos de laboratorio

Se realizaron ensayos de laboratorio con la finalidad de conocer las propiedades físicas, mecánicas y químicas de los agregados provenientes de las canteras. A partir de los resultados obtenidos se pudo verificar que los materiales de las canteras seleccionadas cumplen con las especificaciones técnicas del proyecto.

Se presenta la relación de ensayos realizados en las muestras de agregados extraídas de las canteras:

Tabla 2 Relación de ensayos efectuados en agregados de suelos y rocas
(Fuente: Elaboración propia, 2022)

Tipo de agregado	Ensayo	Norma
Suelos	Análisis granulométrico global	ASTM D5519
	Análisis granulométrico de suelos por tamizado	ASTM D6913
	Análisis granulométrico de mezclas de áridos	ASTM D-136
	Material que pasa la malla 200	ASTM C-117
	Límites de Atterberg Malla N° 40	ASTM D-4318
	Humedad Natural	ASTM D 2216
	Abrasión los ángeles	ASTM C-131
	Materia Orgánica en Suelos	AASHTO T 267
	Proctor modificado	ASTM D-1557
	California Bearing Ratio (CBR)	ASTM D-1883
	Triaxial CD	ASTM D-7181
	Permeabilidad carga constante	ASTM D-2434
	Paquete de Ensayos para agregados de concreto	-
Roca	Ensayo petrográfico microscópico de la roca	ASTM D-1889

	Análisis petrográfico macroscópico	ASTM C-535
	Ensayo de abrasión	ASTM C-535
	Propiedades físicas	ASTM D-2216-98
	Compresión simple	ASTM D 2938

3.5. Requisitos de calidad de los agregados

De acuerdo con el diseño de las estructuras proyectadas los materiales que se usaran en la construcción deberán cumplir con los requisitos de calidad que aseguren su correcto desempeño, por tal motivo se ha considerado verificar el cumplimiento de dichos requisitos, en tal sentido el presente ítem muestra los requisitos de calidad que deben cumplir los agregados dependiendo del uso para el cual son destinados y su origen.

3.5.1. Requerimientos técnicos en agregados de cerro y río

Los agregados provenientes de canteras de cerro y río se usarán en la construcción de los diques, protección de la corona (afirmado) y concreto. El uso de los agregados de una cantera estará supeditado a que cumpla con los estándares para el cual el material es requerido por lo tanto no todos los materiales deben cumplir con los requisitos de calidad para todos los usos sino básicamente para el uso que dicho material ha sido destinado.

3.5.1.1. Agregados para cuerpo de dique

Los agregados para la conformación del cuerpo del dique deben cumplir con una granulometría especificada además de otros aspectos referidos a la resistencia y trabajabilidad del material.

El huso granulométrico que debe cumplir los agregados para la conformación del cuerpo del dique, será obtenido de los análisis de infiltración realizados.

Los requisitos de calidad adicionales que deben cumplir los agregados para la conformación del cuerpo de diques son los siguientes:

Tabla 3 Granulométrica del material para conformación del dique
(Elaboración propia, 2022)

Tamaño del Tamiz (mm)	% que pasa
152.4 (6")	100
101.6 (4")	70 – 100
63.5 (2 1/2")	55 – 100
38.1 (1 1/2")	40 – 95
12.7 (1/2")	25 – 80
4.75 (N° 4)	20 – 70
0.45 (N° 40)	5 – 35
0.075 (N° 200)	0 – 15

Los requisitos de calidad complementarios que deben cumplir los agregados para la conformación del cuerpo de diques son los siguientes:

- Desgaste de los Ángeles: 60% máx.

3.5.1.2. Agregados para protección de corona de dique (afirmado)

Para la protección de la corona del dique se ha previsto que los agregados deben cumplir los requisitos de calidad para afirmado. El huso granulométrico que deben cumplir los agregados para afirmado, será obtenido de los análisis de infiltración realizados.

Las partículas de los agregados serán duras, resistentes y durables, sin exceso de partículas planas, blandas o desintegrables y sin materia orgánica, terrones de arcilla u otras sustancias perjudiciales. Sus condiciones de limpieza dependerán del uso que se vaya a dar al material.

Los requisitos de calidad que deberán cumplir los materiales deberán ajustarse a algunas de las siguientes franjas granulométricas, según lo indicado en la Tabla 6.

Los materiales por emplear deberán ajustarse a algunas de las siguientes franjas granulométricas mostradas en la Tabla 4.

Tabla 4 Franjas granulométricas para afirmado
(Elaboración propia, 2022)

Tamaño del Tamiz (mm)	% que pasa
50.0 (2")	100
37.5 (1 ½")	95 - 100
25.0 (1")	90 - 100
19.0 (¾")	65 - 100
9.50 (3/8")	45 - 80
4.75 (Nº4)	30 - 65
2.00 (Nº10)	22 - 52
0.425 (Nº40)	15 - 35
0.075 (Nº200)	5 - 20

Además, deberán satisfacer los siguientes requisitos de calidad:

- Desgaste Los Ángeles: 50% máx.
- Límite Líquido: 35% máx.
- Índice de Plasticidad: 4 - 9%
- CBR: 40% mín. Referido al 100% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de Carga de 0.1" (2.5 mm).

3.5.1.3. Agregados para concreto

Para la protección de la corona del dique se ha previsto que los agregados deberán cumplir los requisitos de calidad para afirmado. La Tabla 5 muestra los requisitos de calidad del agregado fino y la Tabla 6 muestra la granulometría del agregado fino (ASTM C -33).

Tabla 5 Requisitos de calidad para agregado fino
(Fuente: Elaboración propia 2022)

Ensayo		Requisito
Limpieza		
Índice de plasticidad, % máximo		No plástico
Equivalente de arena, % mínimo	$f_c \leq 21 \text{ MPa (210 Kg/cm}^2\text{)}$	65
	$f_c > 21 \text{ MPa (210 Kg/cm}^2\text{)}$	75
Valor de azul de metileno, máximo		5
Terrones de arcilla y partículas deleznales, % máximo		3
Partículas livianas en los agregados, % máximo		0.5
Material que pasa el tamiz de 75 μm (n.º 200), % máximo		3
Contenido de materia orgánica		
Color más oscuro permisible		Igual a muestra patrón
Características químicas		
Contenido de sulfatos, expresado como SO_4 , % máximo		1.2
Contenido de cloruros, expresado como Cl^- , % máximo		0.1
Absorción		
Absorción de agua, % máximo		4

Tabla 6 Granulometría de agregado fino
(Fuente: ASTM C-33)

Tamiz (mm)	Porcentaje que pasa
9,5 mm (3 / 8")	100
4,75 mm (N.º 4)	95-100
2,36 mm (N.º 8)	80-100
1,18 mm (N.º 16)	50-85
0,60 mm (N.º 30)	25-60
0,30 mm (N.º 50)	5-30
0,15 mm (N.º 100)	0-10

La Tabla 7 muestra los requisitos de calidad del agregado grueso y la Tabla 8 muestra la granulometría del agregado grueso.

Tabla 7 requisitos de calidad para agregado grueso
(Fuente: Elaboración propia 2022)

Ensayo	Requisito
Dureza	
Desgaste en la máquina de Los Ángeles, % máximo	40
Limpieza	
Terrones de arcilla y partículas deleznales, % máximo	3
Carbón y lignito, % máximo	0.5
Geometría de las partículas	
Partículas fracturadas mecánicamente (una cara), % mínimo	60
Partículas chatas y alargados (relación 5:1), % máximo	10
Características químicas	
Contenido de sulfatos, expresado como ión SO_4 , % máximo	4

Ensayo	Requisito
Contenido de cloruros, expresado como ión Cl^- , % máximo	0.1

3.5.2. Requerimientos técnicos para enrocado

Los bloques de roca que se usarán en la construcción del enrocado de protección de los diques deberán estar compuestos por roca sólida, dura, de forma angular y resistente al clima, además deberán cumplir los siguientes requisitos de calidad:

- Peso específico mínimo de la roca será superior a 2.5 ton/m^3 .
- La absorción no debe ser superior a 2%.
- Pérdida por desgaste en peso del ensayo de abrasión en la máquina de Los Ángeles será inferior al 35%.

No se podrán utilizar, por considerarse inadecuadas, entre otras, rocas de los tipos serpentina; tobas volcánicas; micacitas y filitas, anhidrita, yeso y rocas solubles; tobas calcáreas y caliche; arcosas y limolitas; lutitas, ni otras que se desintegran espontáneamente al estar expuestas a la intemperie o que, al ser compactadas, sufran una trituración importante o adquieran una consistencia terrosa.

Tabla 8 Granulometría para agregado grueso
(Fuente: Elaboración propia 2022)



Tamaño nominal (abertura tamices cuadrada)	% Porcentaje que pasa														
	AG- 1 (90 a 37.5 mm)	AG- 2 (63 a 37,5 mm)	AG-3 (50 a 25 mm)	AG-357 (50 a 4,75 mm)	AG- 4 (37,5 a 19,0 mm)	AG- 467 (37,5 a 4,75 mm)	AG- 5 (25 a 12,5 mm)	AG- 56 (25 a 9,5 mm)	AG- 57 (25 a 4,75 mm)	AG- 6 (19 a 9,5 mm)	AG- 67 (19 a 4,75 mm)	AG- 7 (12,5 a 4,75 mm)	AG- 8 (9,5 a 2,36 mm)	AG- 89 (9,5 a 1,18 mm)	AG- 9(*) (4,75 a 1,18 mm)
100 mm (4")	100														
90 mm (3 ½")	90-100														
75 (3")		100													
63 mm (2 1/5")	25-60	90-100	100	100											
50 mm (2")		35-70	90-100	95-100	100	100									
37,5 mm (1½")	0-15	0-15	35-70		90-100	95-100	100	100	100						
25,0 mm (1")			0-15	35-70	20-55		90-100	90-100	95-100	100	100				
19,0 mm (¾")	0-5	0-5			0-15	35-70	20-55	40-85		90-100	90-100	100			
12,5 mm (½")			0-5	10-30			0-10	10-40	25- 60	20-55		90-100	100	100	
9,5 mm (3/8")					0-5	10-30	0-5	0-15		0-15	20-55	40-70	85-100	90-100	100
4,75 mm (N°.4)				0-5		0-5		0-5	0-10	0-5	0-10	0-15	10-30	20-55	85-100
2,36 mm (N°.8)									0-5		0-5	0-5	0-10	5-30	10-40
1,18 mm (N°.16)													0-5	0-10	0-10
300 µm (N°.50)														0-5	0-5

(*) El tamaño de agregado número 9 (AG-9) se define en C 125 como agregado fino. Se incluye como agregado grueso cuando se combina con el tamaño número 8 (AG-8) creando el tamaño de material 89 (AG-89), e cual es un agregado de tamaño grueso definido en la C 125. Fuente: ASTM C 33.

(**) NTP 400.037 Agregados " Especificaciones normalizadas para agregados en hormigón (concreto)" : se permitirá el uso de los agregados que no cumplan con las especificaciones específicas, siempre y cuando existan estudios calificados a satisfacción de las partes, que aseguren que el material producirá hormigón (concreto) de la calidad requerida. Se debe de considerar como una EE.

3.6. Canteras de Cerro

3.6.1. Tayca agregados

3.6.1.1. Ubicación

La Cantera Tayca Agregados se encuentra en el distrito de Huarney, provincia de Huarney, departamento de Ancash. El centro geométrico aproximadamente de la cantera Tayca Agregados es 8892412,822500 coordenadas UTM.

3.6.1.2. Accesibilidad

El acceso a la Cantera de Tayca Agregados es ingresando por la “Autopista AN-1149”, como se muestra en la Ilustración 1.

Ilustración 1. Imagen satelital del acceso a cantera Tayca Agregados
(Fuente: Elaboración propia, 2022)



3.6.1.3. Descripción

El lugar pertenece al proveedor en Tayca. El material se encuentra conformado por gravas y arena pobremente gradada con grava y limo (GP/GP-GM/GW-GM), de color gris, de compacidad suelta no plástica no se encontró nivel freático. Asimismo, aproximadamente presenta 97% gravas, 2% arenas y 1% finos.

3.6.1.4. Investigación realizada

En la cantera Tayca, se realizaron un total de 4 calicatas.

Tabla 9. Exploraciones de la cantera Tayca Agregados
(Fuente: Elaboración propia, 2022)

#	RÍO	CALICATA	Coordenadas UTM		FECHA DE EJECUCIÓN	PROF. (m)	NIVEL FREÁTICO (m)
			Este	Norte			
1	Río TA	C-CE-TA-01	822494	8892325	15/02/2022	-	-
2	Río TA	C-CE-TA-02	822497	8892318	15/02/2022	-	-
3	Río TA	C-CE-TA-03	822565	8892360	15/02/2022	-	-
4	Río TA	C-CE-TA-04	822548	8892933	15/02/2022	-	-

Ilustración 2. Exploración de calicatas cantera Tayca Agregados
(Fuente: Elaboración propia, 2022)



3.6.1.5. Análisis de Resultados

Tabla 10 Resumen de ensayos de laboratorio de las calicatas de la Cantera Tayca Agregados
(Elaboración propia 2022)

ENSAYOS	CALICATAS				RESUMEN ESTADISTICO			
	C-CE-TA-01	C-CE-TA-02	C-CE-TA-03	C-CE-TA-04	Nº	DS	CV	Prom.
Grava (%)	97.3	73.7	66.5	71.7	4	13.7	17.7	77.3
Arena (%)	2.0	19.9	26.3	26.9	4	11.6	61.8	18.8
Finos (%)	0.7	6.4	7.2	1.4	4	3.4	85.0	3.9
Humedad natural (%)	0.7	0.5	1.2	1.2	4	0.3	39.4	0.9

ENSAYOS	CALICATAS				RESUMEN ESTADISTICO			
	C-CE-TA-01	C-CE-TA-02	C-CE-TA-03	C-CE-TA-04	N°	DS	CV	Prom.
LL (malla 40)	NP	NP	NP	NP	4	-	-	NP
LP (malla 40)	NP	NP	NP	NP	4	-	-	NP
IP (malla 40)	NP	NP	NP	NP	4	-	-	NP
Clasificación SUCS	GP	GP-GM	GW-GM	GP	4	-	-	GP
Clasificación AASHTO	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)	4	-	-	A-1-a
Abrasión (%)	17.0	13.4	15.7	14.1	4	1.6	10.7	15.1
Optimo contenido de humedad % (natural)	5.7	6.4	6.0	5.2	4	0.5	8.7	5.8
Densidad máxima, g/cm ³ (natural)	2.24	2.23	2.22	2.23	4	0.0	0.3	2.2
CBR (Natural) al 100%	88	89	90	91	4	1.4	1.6	89.4
CBR (Natural) al 95%	50	47	50	51	4	2.0	4.0	49.6
Equivalente de arena (%)	39.6	39.3	39.3	39.4	4	0.1	0.0	39.4
Equivalente de arena (lavado) (%)	80.3	80.3	79.7	79.6	4	0.4	0.5	80.0
Sales Solubles Totales AG	0.1	0.1	0.04	0.1	4	0.0	14.5	0.1
Sales Solubles Totales AF (mg/kg)	0.5	0.5	0.6	0.5	4	0.0	2.1	0.5
Partículas Chatas y Alargadas (natural, relación 1:3) (%)	1.8	0.8	0.7	1.2	4	0.5	44.4	1.1
Partículas con una cara fracturada (natural)	99.5	99.6	99.4	99.2	4	0.2	0.2	99.4
Partículas con dos caras fracturadas (natural)	96.6	98.1	97.2	98.3	4	0.8	0.8	97.6
Durabilidad Sulfato de Sodio o Magnesio AG	1.72	8.80	1.06	1.06	4	3.8	119.4	3.2
Durabilidad Sulfato de Sodio o Magnesio AF	9.55	3.67	5.78	4.41	4	2.6	44.7	5.9
Absorción AG (%)	0.3	0.2	0.3	0.3	4	0.0	13.6	0.3
Absorción AF (%)	1.1	1.0	1.1	1.0	4	0.1	6.7	1.1
Azul de metileno (mg/g)	3.00	3.20	3.10	3.30	4	0.1	4.1	3.2
Contenido de impurezas	0.65	0.45	0.50	0.50	4	0.1	16.4	0.5
Terrones de Arcilla y partículas friables AG (%)	0.08	0.05	0.07	0.03	4	0.0	38.6	0.1
Terrones de Arcilla y partículas friables AF	2.33	2.00	1.00	1.00	4	0.7	43.3	1.6

ENSAYOS	CALICATAS				RESUMEN ESTADISTICO			
	C-CE-TA-01	C-CE-TA-02	C-CE-TA-03	C-CE-TA-04	N°	DS	CV	Prom.
Partículas Livianas AG	0.000	0.000	0.000	0.000	4	-	-	0.0
Partículas Livianas AF	0.000	0.000	0.000	0.000	4	-	-	0.0
Pasante la malla N°200 (natural)	5.0	4.2	14.5	4.5	4	5.0	71	7
Impurezas orgánicas AF para concreto	Grado 1	Grado 1	Grado 1	Grado 1	-	-	-	NCIO
Contenidos de Sulfatos AG (mg/kg)	0.02	0.02	0.02	0.02	4	0.0	3.1	0.0
Contenidos de Sulfatos AF (mg/kg)	0.10	0.10	0.10	0.10	4	0.0	0.6	0.1
Contenidos de Cloruros AG (mg/kg)	0.02	0.02	0.02	0.02	4	0.0	2.7	0.0
Contenidos de Cloruros AF (mg/kg)	0.02	0.02	0.02	0.02	4	0.0	4.2	0.0
Peso específico AG	2.852	2.853	2.846	2.849	4	0.0	0.1	2.9
Peso específico AF	2.728	2.736	2.719	2.726	4	0.0	0.3	2.7
Peso unitario suelto AG (kg/cm ³)	1697.0	1676.0	1671.0	1670.0	4	12.6	0.8	1678.5
Peso unitario suelto AF (kg/cm ³)	1636.0	1599.0	1604.0	1607.0	4	16.7	1.0	1611.5
Peso unitario varillado AG	1777.0	1722.0	1722.0	1763.0	4	28.3	1.6	1746.0
Peso unitario varillado AF	1704.0	1673.0	1650.0	1686.0	4	22.7	1.4	1678.3
Reactividad agregado/álcali AG	NR	NR	NR	NR	4	-	-	NR
Reactividad agregado/álcali AF	NR	NR	NR	NR	4	-	-	NR

NCIO: No contiene impurezas orgánicas

NR: No reactivo

Tabla 11 Análisis de ensayos de laboratorio de las calicatas de la Cantera Tayca Agregados
(Elaboración propia 2022)

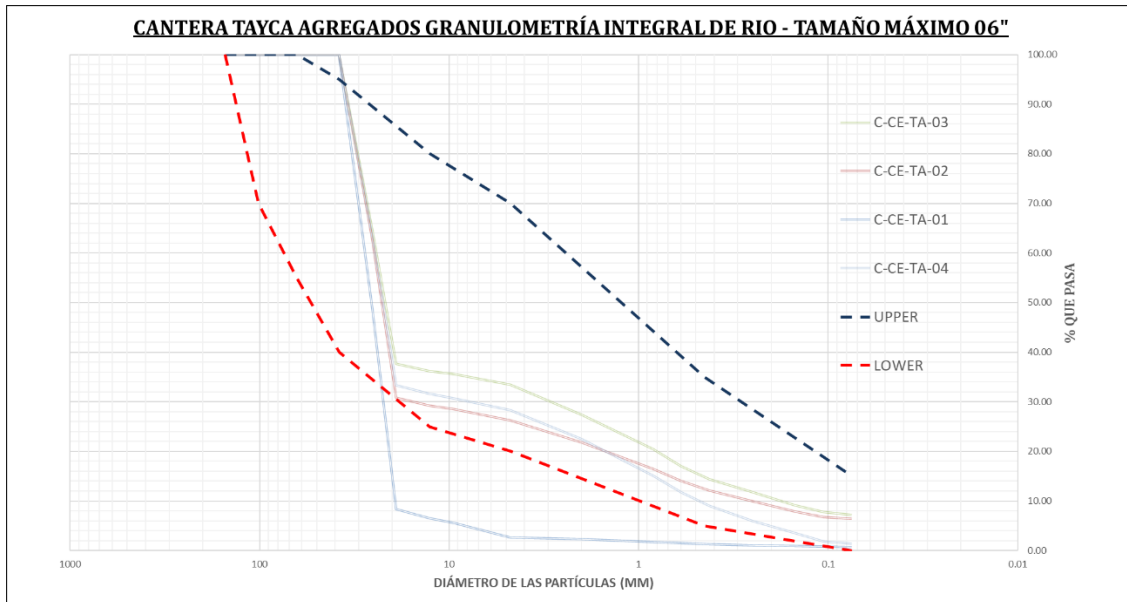
Ensayos de laboratorio ejecutados	Método de Ensayo	Especificaciones técnicas			Resultado obtenido	Usos	
		Dique		Concreto f'c ≤ 210 kg/cm2		Dique base y cuerpo	Concreto f'c ≤ 210 kg/cm2
		Base y Cuerpo	Corona				
Límite Líquido N° 40	ASTM D 4318	-	-	-	NP	-	-
Índice de Plasticidad N° 40	ASTM D 4318	< 11%	< 10%	NP	NP	Sí cumple	Sí cumple
Clasificación AASHTO	ASTM D3282	Ver nota	Ver nota	-	A-1-a	Sí cumple	-
Abrasión (%)	ASTM C 131	60% Máx.	60% Máx.	40% Máx	15.1	Sí cumple	Sí cumple

Ensayos de laboratorio ejecutados	Método de Ensayo	Especificaciones técnicas			Resultado obtenido	Usos	
		Dique		Concreto f'c ≤ 210 kg/cm2		Dique base y cuerpo	Concreto f'c ≤ 210 kg/cm2
		Base y Cuerpo	Corona				
CBR (natural)	MTC E 132	-	-	.	89	-	-
Equivalente de Arena (natural)	MTC E 114	-	-	65% Mín	39	-	No cumple
Equivalente de Arena (lavado)	MTC E 114	-	-	65% Mín	80	MTC E 114	Sí cumple
Sales Solubles Totales AG	MTC E 219	-	-	-	0.1	-	-
Sales Solubles Totales AF	MTC E 219	-	-	-	0.5	-	-
Partículas Chatas y Alargadas (natural, relación 1:3)	ASTM D 4791	-	-	-	1.1	-	-
Partículas con una cara fracturada (natural)	ASTM D5821	-	-	60% Mín	99	-	Sí cumple
Partículas con dos caras fracturadas (natural)	MTC E 210	-	-	-	98	-	-
Durabilidad Sulfato de Magnesio AG	ASTM C88	-	-	18% Máx	3.2	-	Sí cumple
Durabilidad Sulfato de Magnesio AF	ASTM C88	-	-	15% Máx	5.9	-	Sí cumple
Absorción AG	MTC E 206	-	-	-	0.3	-	-
Absorción AF	MTC E 205	-	-	4% Máx	1.1	-	Sí cumple
Azul de Metileno AF	AASTHO TP 57	-	-	5 Máx	3.15	-	Sí cumple
Terrones de Arcilla y partículas friables AG	NTP 400.015	-	-	3% Máx	0.1	-	Sí cumple
Terrones de Arcilla y partículas friables AF	NTP 400.015	-	-	3% Máx	1.6	-	Sí cumple
Partículas Livianas AG	ASTM C123	-	-	0.5% Máx	0.000	-	Sí cumple
Partículas Livianas AF	ASTM C123	-	-	0.5% Máx	0.000	-	Sí cumple
Pasante la malla N°200 (natural)	ASTM C117	-	-	3% Máx	7.1	-	No cumple
Impurezas orgánicas AF para concreto	ASTM C 87	-	-	Color más osc. perm.	NCIO	-	Sí cumple
Contenidos de Sulfatos AG	NTP 400.042	-	-	1% Máx	0.021	-	Sí cumple
Contenidos de Sulfatos AF	NTP 400.042	-	-	1.2% Máx	0.099	-	Sí cumple
Contenidos de Cloruros AG	NTP 400.042	-	-	0.1% Máx	0.017	-	Sí cumple
Contenidos de Cloruros AF	NTP 400.042	-	-	0.1% Máx	0.020	-	Sí cumple
Reactividad agregado/álcali AG	MTC E 217	-	-	NR	NR	-	Si cumple
Reactividad agregado/álcali AF	MTC E 217	-	-	NR	NR	-	Si cumple
Permeabilidad (cm/s)	ASTM D 2434	-	-	-	9.02E-03	-	-

Nota: Clasificación AASHTO permitida es A-1-a, A-1-b, A-2-4, A-2-6 y A-3

Para la evaluación de resultados de la cantera el material cumple los requerimientos para su uso como agregado para la elaboración de concreto.

Ilustración 3. Huso para conformación de dique Cantera Tayca Agregados
(Fuente: Elaboración propia, 2022)



Teniendo en cuenta que esta cantera es de un proveedor y esta cantera es para agregados, se hizo ingresar en el Huso considerando que el material está parcialmente dentro del Huso granulométricos, por lo cual se recomienda que el material se puede usar para la conformación del dique realizando mezclas. Tener en cuenta que el proveedor nos puede brindar diferentes tamaños para los usos requeridos.

3.6.1.6. Explotación

La extracción se realizará en forma directa, con excavadora, cargador frontal y volquetes.

3.6.1.7. Usos Propuestos

Tomando en consideración las recomendaciones efectuadas en el ítem anterior el material de la cantera de Tayca agregados puede ser usado para agregado de concreto, asimismo puede ser utilizado como relleno para cuerpo de dique realizando mezcla con otras canteras.

3.6.1.8. Tratamiento

El material por utilizar en la conformación de los diques será de tamaño máximo 6" (152.4 mm). Además, se verificará en todo momento que el material también en la conformación del dique, cumpla con las características granulométricas y de calidad establecidas en este documento y en los requerimientos técnicos del proyecto.

El tratamiento del material será mediante zarandeo estático.

3.6.1.9. Rendimiento

El rendimiento para la cantera Tayca será del 100%, será obtenida de proveedor

3.6.1.10. Volumen de Explotación

Considerando los perfiles estratigráficos de la cantera Tayca agregados y las profundidades alcanzadas en las calicatas exploradas se determina un área de cantera de 11213.075 m² y un volumen bruto aproximadamente de 32938.52 m³.

Tabla 12 Volumen de explotación de la Cantera Tayca
(Elaboración Propia, 2022)

Descripción	Símbolo	%	Volumen (m ³)
Volumen bruto	Vb		32938.52
Desbroce (h=0.00 m.)	D	0	0
Volumen neto	Vn=Vb-D		32939
Volumen over (>6")	V0	0.00	0
Volumen utilizable	Vu=Vn-V0		32939
Merma	M	2	659
Volumen desechable	Vd=D+V0+M		659

3.6.2. Afirmado Río Seco 2

3.6.2.1. Ubicación

La Cantera Río Seco se encuentra en el distrito de Huarmey, provincia de Huarmey, departamento de Ancash. El centro geométrico aproximadamente de la cantera Río Seco es 8894159, 186095 coordenadas UTM.

3.6.2.2. Accesibilidad

El acceso a la Cantera Afirmado Río Seco 2 Agregados es ingresando por la "Autopista AN-109" en el margen izquierdo del río Huarmey, como se muestra en la Ilustración 4.

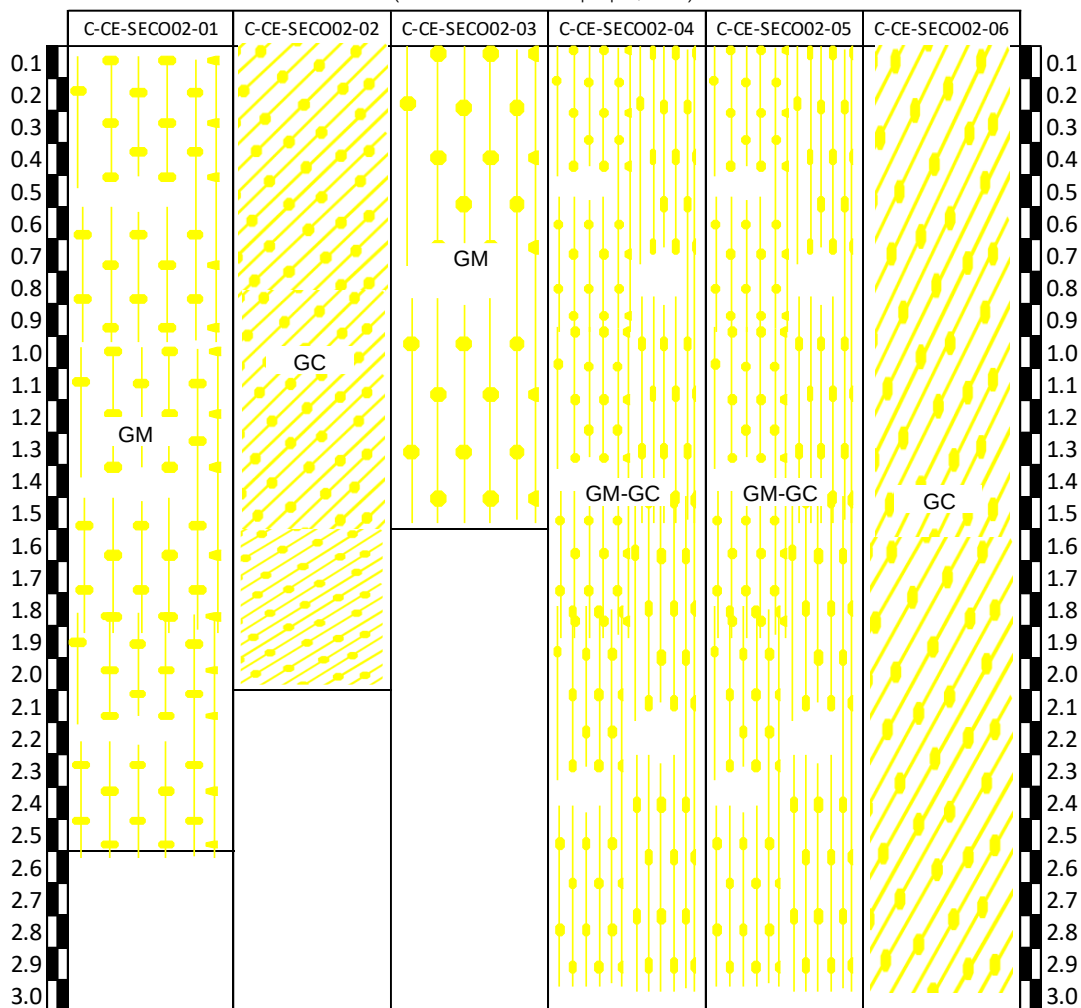
Ilustración 4. Imagen satelital del acceso a cantera Afirmado Río Seco 2
(Fuente: Elaboración propia, 2022)



3.6.2.3. Descripción

El lugar presenta acumulaciones de material ya recolectado. El material de cantera se encuentra conformado por gravas, así como arena pobremente gradada con grava y limos (GM/GC/GM-GC/GW), de color marrón, de compactación medio denso, baja plasticidad, con cementación moderada a fuerte, no se encontró nivel freático. Asimismo, presenta aproximadamente 50% gravas, 20% de arena y 30% de finos.

Ilustración 5. Perfil Estratigráfico de la cantera Afirmado Rio Seco 2
(Fuente: Elaboración propia, 2022)



3.6.2.4. Investigación realizada

Tabla 13.Exploraciones de la cantera Afirmado Rio Seco 2
(Fuente: Elaboración propia, 2022)

#	RÍO	CALICATA	Coordenadas UTM		FECHA DE EJECUCIÓN	PROF. (m)	NIVEL FREÁTICO (m))
			Este	Norte			
1	Cerro SECO02	C-CE-SECO02-01	186002	8894193	25/05/2022	-	-
2	Cerro SECO02	C-CE-SECO02-02	186122	8894144	25/05/2022	-	-
3	Cerro SECO02	C-CE-SECO02-03	186223	8894133	25/05/2022	-	-
4	Cerro SECO02	C-CE-SECO02-04	186163	8894158	25/05/2022	-	-
5	Cerro SECO02	C-CE-SECO02-05	186100	8894165	25/05/2022	-	-
6	Cerro SECO02	C-CE-SECO02-06	186048	8894179	25/05/2022	-	-

Ilustración 6. Exploración de calicatas cantera afirmado Rio Seco 2
(Fuente: Elaboración propia, 2022)



3.6.2.5. Análisis de Resultados

Tabla 14 Resumen de ensayos de laboratorio de las calicatas de la Cantera Afirmado Rio Seco 2
(Elaboración propia 2022)

ENSAYOS	CALICATAS						RESUMEN ESTADISTICO			
	C-CE-SECO2-01	C-CE-SECO2-02	C-CE-SECO2-03	C-CE-SECO2-04	C-CE-SECO2-05	C-CE-SECO2-06	N°	DS	CV	Prom.
Grava (%)	59.1	90.5	57.1	56.5	48.6	60.2	6	14.5	23.5	62.0
Arena (%)	23.9	18.4	15.7	18.7	28.4	24.5	6	4.8	22.0	21.6
Finos (%)	17.0	21.1	27.2	24.8	23.0	15.3	6	4.6	21.4	21.4
Humedad natural (%)	1.7	1.9	2.2	1.3	2.5	1.9	6	0.4	21.5	1.9
LL (malla 40)	31	30	40	23	28	29	6	5.6	18.4	30.2
LP (malla 40)	24	20	28	17	21	20	6	3.8	17.7	21.7
IP (malla 40)	7	10	12	6	7	9	6	2.3	26.6	8.5
Clasificación SUCS	GM	GC	GM	GM-GC	GM-GC	GC	6	-	-	GM / GC
Clasificación AASHTO	A-2-4(0)	A-2-4(0)	A-2-6(0)	A-1-b(0)	A-2-4(0)	A-2-4(0)	6	-	-	A-2-4
Abrasión (%)	33.0		23.9		31.8		3	4.9	16.7	29.6
Optimo contenido de humedad % (natural)	10.1		10.3		10.6		3	0.3	2.4	10.3

ENSAYOS	CALICATAS						RESUMEN ESTADISTICO			
	C-CE-SECO2-01	C-CE-SECO2-02	C-CE-SECO2-03	C-CE-SECO2-04	C-CE-SECO2-05	C-CE-SECO2-06	N°	DS	CV	Prom.
Densidad máxima, g/cm³ (natural)	2.13		2.10		2.11		3	0.0	0.8	2.1
CBR (Natural) al 100%	15		11		13		3	2.0	15.2	12.9
CBR (Natural) al 95%	8		6		7		3	1.0	13.2	7.3
Equivalente de arena (%)	13.0		9.0		14.0		3	2.6	22.0	12.0
Contenido de impurezas	3.2		2.5		2.0		3	0.6	23.5	2.6
Pasante la malla N°200 (natural)	41.7		63.4		44.7		3	11.8	23.5	49.9

NCIO: No contiene impurezas orgánicas

NR: No reactivo

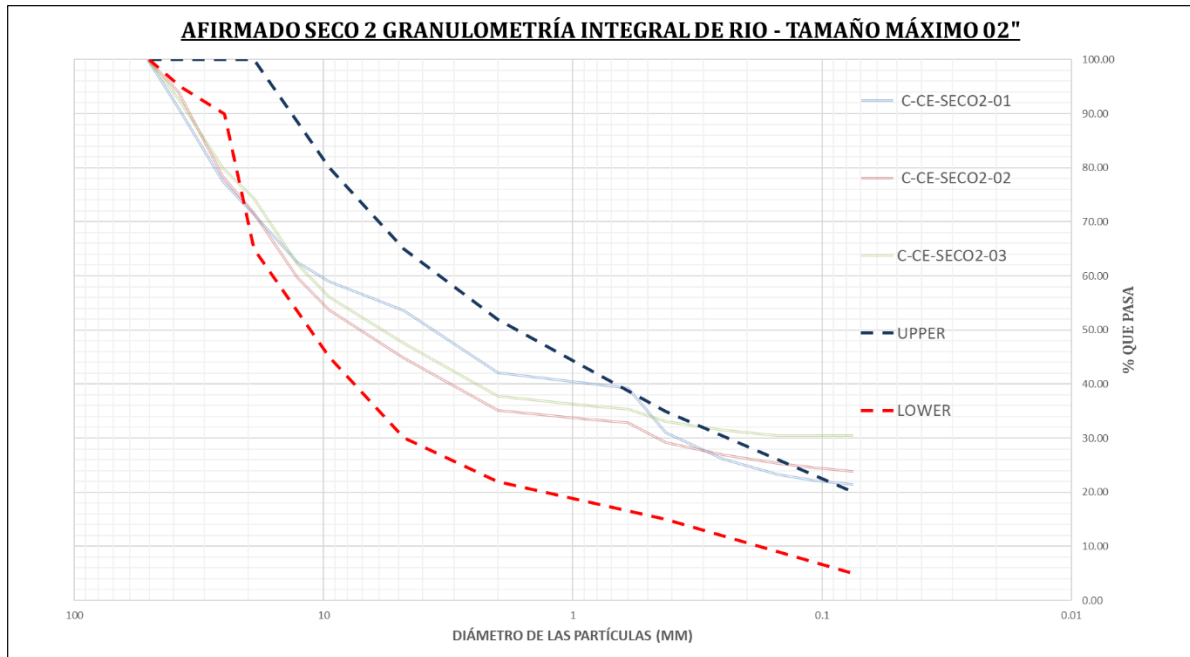
Tabla 15 Análisis de ensayos de laboratorio de las calicatas de la Cantera Afirmado Rio Seco 2
(Elaboración propia 2022)

Ensayos de laboratorio ejecutados	Método de Ensayo	Especificaciones técnicas		Resultado obtenido	Usos
		Dique			Afirmado
		Base y Cuerpo	Afirmado		
Límite Líquido N° 40	ASTM D 4318	-	35% Máx	30.17	Sí cumple
Índice de Plasticidad N° 40	ASTM D 4318	< 11%	4-9%	8.5	Sí cumple
Clasificación AASHTO	ASTM D3282	Ver nota	Ver nota	A-2-4	-
Abrasión (%)	ASTM C 131	60% Máx.	50% Máx.	29.6	Sí cumple
CBR (natural)	MTC E 132	-	40%min	13	No cumple
CBR (chancado)	MTC E 132	-	40%min	53	Sí cumple
Equivalente de Arena (natural)	MTC E 114	-	-	12	
Pasante la malla N°200 (natural)				49.93	-

Nota: Clasificación AASHTO permitida es A-1-a, A-1-b, A-2-4, A-2-6 y A-3

Para la evaluación de resultados de la cantera, el material cumple con los requerimientos para su uso como agregado para la preparación de afirmado.

Ilustración 7. Huso para conformación de dique Cantera Afirmado Rio Seco 2
(Fuente: Elaboración propia, 2022)



Según el huso se considera que el material se encuentra en su totalidad dentro del mismo por lo cual se puede utilizar o realizar mezclas con el mismo, por lo mencionados se recomienda que el material puede ser usado para la conformación de afirmado.

3.6.2.6. Explotación

La extracción se realizará en forma directa, con excavadora, cargador frontal y volquetes.

3.6.2.7. Usos Propuestos

Tomando en consideración las recomendaciones efectuadas en el ítem anterior el material de la cantera Afirmado Rio Seco 2 puede ser usado como relleno para cuerpo de dique considerando los tratamientos respectivos.

3.6.2.8. Tratamiento

El material por utilizar en la conformación de afirmado será de tamaño máximo 2" (50.8 mm). Además, se verificará en todo momento que el material sea para la conformación de afirmado, asimismo este cumpla con las características granulométricas y de calidad establecidas en este documento y en los requerimientos técnicos del proyecto.

3.6.2.9. Rendimiento

El rendimiento de la cantera se realizó en base a la granulometría global realizada.

Tabla 16 Granulometría en Volumen de la Cantera Afirmado Rio Seco 2
(Elaboración Propia, 2022)

Abertura	% Retenido	% Acumulado	% Pasante
6	7.70	7.70	92.30
4	5.97	13.67	86.33
3	6.00	19.67	80.33
2	12.00	31.67	68.33
<2	68.33	100.00	

El rendimiento para el uso en la conformación del cuerpo del dique de la cantera Afirmado Rio Seco 2:

Dique: $100\% - 31.67\%$ (retenida acumulado malla 2") $\rightarrow$ Rendimiento = 68.33%

3.6.2.10. Volumen de Explotación

Considerando los perfiles estratigráficos de la cantera Afirmado rio Seco 2 y las profundidades alcanzadas en las calicatas exploradas. Se determina un área de explotación de 19829.292 m² y un volumen bruto de 39 406.27 m³.

Tabla 17 Volumen de explotación de la Cantera Afirmado Rio Seco 2
(Elaboración Propia, 2022)

Descripción	Símbolo	%	Volumen (m ³)
Volumen bruto	Vb		39406.27
Desbroce (h=0.00 m.)	D	0	0
Volumen neto	Vn=Vb-D		39406
Volumen over (>6")	V0	31.67	12479
Volumen utilizable	Vu=Vn-V0		26927

3.7. Canteras de Río

3.7.1. La Cabaña

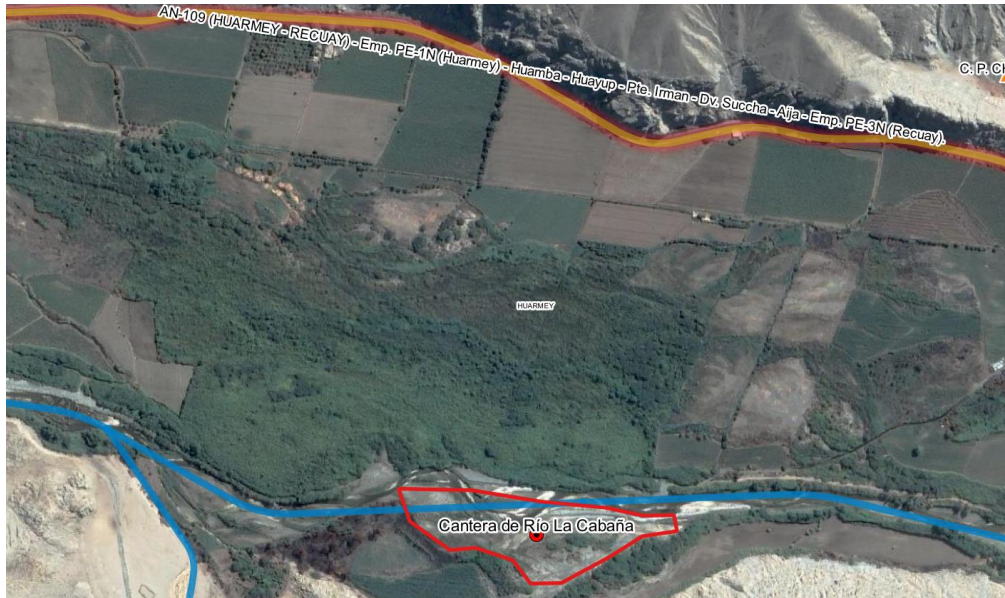
3.7.1.1. Ubicación

La Cantera la Cabaña se encuentra en el distrito de Huarmed, provincia de Huarmed, departamento de Ancash. El centro geométrico aproximadamente de la cantera la Cabaña es 8890079,824554 coordenadas UTM.

3.7.1.2. Accesibilidad

El acceso a la Cantera de la Cabaña es ingresando por la "Autopista AN-109", como se muestra en la Ilustración 8.

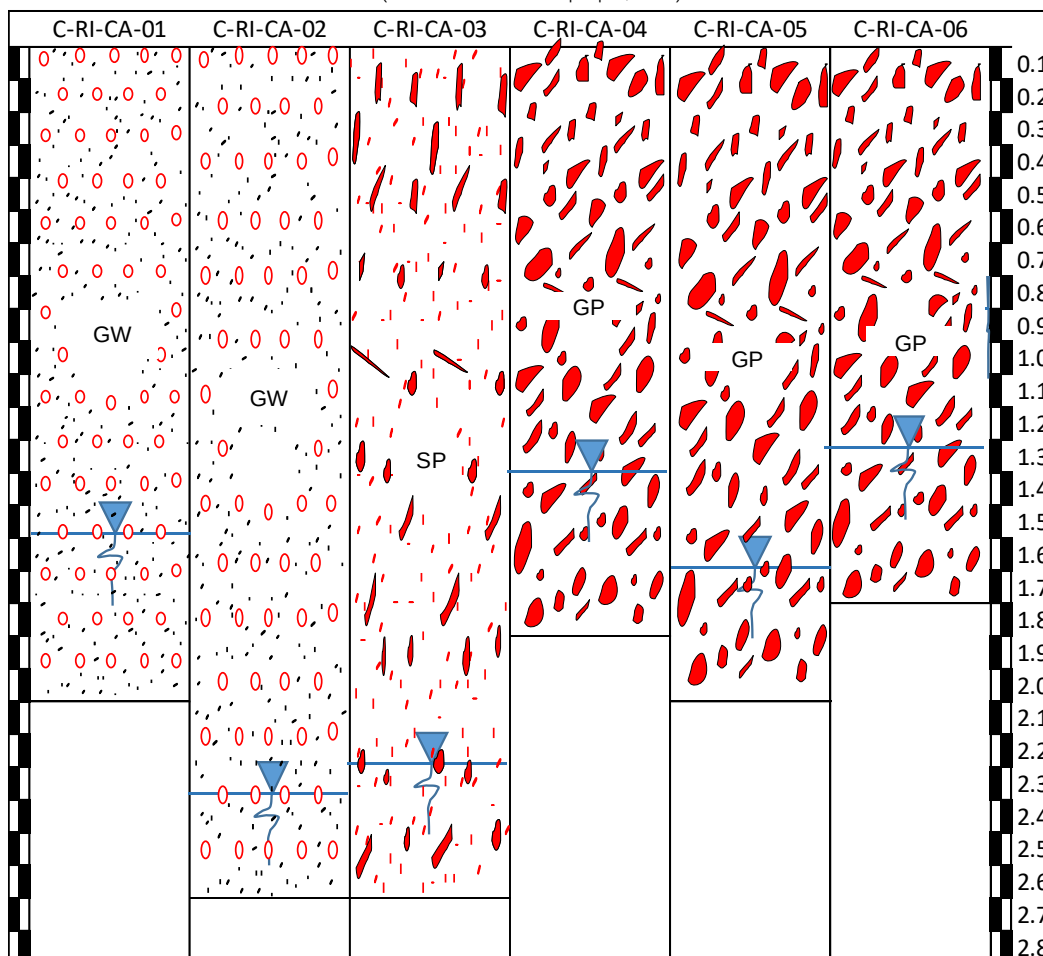
Ilustración 8. Imagen satelital del acceso a la cantera La Cabaña
(Fuente: Elaboración propia, 2022)



3.7.1.3. Descripción

El lugar presenta acumulaciones de material ya recolectado. El material de cantera se encuentra conformado por gravas y arena pobremente gradada (GP/GW/SP) y trazas de finos de baja plasticidad, de color gris oscuro, de compacidad suelta, se encontró nivel freático. Asimismo, presenta gravas y piedras de forma subredondeada, donde aproximadamente el 30% son piedras, 60% gravas, 9% arenas y 1% finos.

Ilustración 9. Perfil Estratigráfico Cantera La Cabaña
(Fuente: Elaboración propia, 2022)



3.7.1.4. Investigación realizada

Tabla 18. Exploraciones de la cantera La Cabaña
(Fuente: Elaboración propia, 2022)

N°	Río	Calicata	Coordenadas UTM		Fechas de ejecución	Prof. (m)	Nivel Freático (m)
			Este	Norte			
1	Cantera La Cabaña	C-RI-CA-01	824732	8890085	16/02/2022	2.00	1.50
2	Cantera La Cabaña	C-RI-CA-02	824583	8890090	16/02/2022	2.60	2.30
3	Cantera La Cabaña	C-RI-CA-03	824571	8890024	16/02/2022	2.70	2.30
4	Cantera La Cabaña	C-RI-CA-04	824504	8890073	17/02/2022	1.80	1.30
5	Cantera La Cabaña	C-RI-CA-05	824532	8890135	17/02/2022	2.00	1.60
6	Cantera La Cabaña	C-RI-CA-06	824391	8890124	17/02/2022	1.70	1.20

Ilustración 10. Exploración de calicatas cantera La Cabaña
(Fuente: Elaboración propia, 2022)



3.7.1.5. Análisis de Resultados

Tabla 19 Resumen de ensayos de laboratorio de las calicatas de la Cantera La Cabaña
(Elaboración propia 2022)

ENSAYOS	CALICATAS						RESUMEN ESTADISTICO			
	C-RI-CA-01	C-RI-CA-02	C-RI-CA-03	C-RI-CA-04	C-RI-CA-05	C-RI-CA-06	N°	DS	CV	Prom.
Grava (%)	68.8	44.8	39.7	74.9	79.8	50.3	6	16.9	28.3	59.7
Arena (%)	30.4	52.0	59.2	23.5	18.8	48.7	6	16.7	43.1	38.8
Finos (%)	0.8	3.2	1.1	1.7	1.4	1.0	6	0.9	57.5	1.5
Humedad natural (%)	1.7	8.7	2.4	4.8	6.1	4.1	6	2.6	55.4	4.6
LL (malla 40)	NP	NP	NP	NP	NP	NP	6	-	-	NP
LP (malla 40)	NP	NP	NP	NP	NP	NP	6	-	-	NP
IP (malla 40)	NP	NP	NP	NP	NP	NP	6	-	-	NP
Clasificación SUCS	GW	SP	SP	GP	GP	GP	6	-	-	GP
Clasificación AASHTO	A-1-a(1)	A-1-b(1)	A-1-b(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)	6	-	-	A-1-a
Abrasión (%)	17.9	17.8	18.1	19.9	19.8	19.9	6	1.1	5.6	18.9

ENSAYOS	CALICATAS						RESUMEN ESTADISTICO			
	C-RI-CA-01	C-RI-CA-02	C-RI-CA-03	C-RI-CA-04	C-RI-CA-05	C-RI-CA-06	Nº	DS	CV	Prom.
Optimo contenido de humedad % (natural)						4.9	1	-	-	4.9
Densidad máxima, g/cm³ (natural)						2.21	1	-	-	2.2
CBR (Natural) al 100%						80	1	-	-	79.7
CBR (Natural) al 95%						35	1	-	-	35.3
Contenido de impurezas	0.91	1.15	0.99	1.13	1.213	0.913	6	-	-	1.05
Pasante la malla N°200 (natural)	3	6.71	3.14	3.64	3.47	3.47	6	1.4	34	4.0
Permeabilidad (cm/s)						5.48E-03				5.48E-03

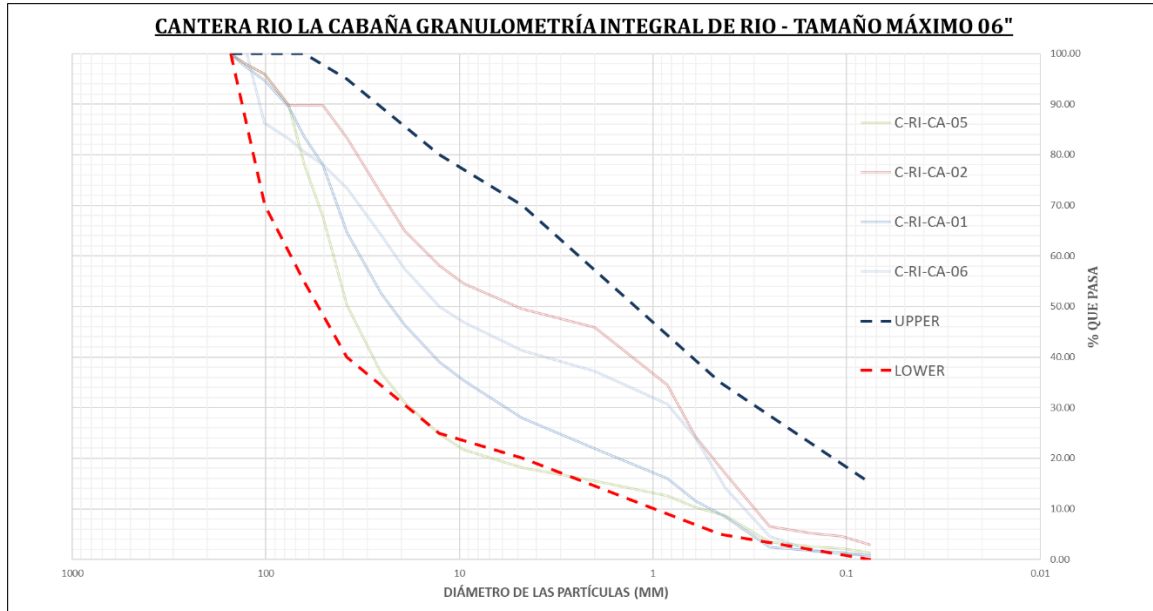
Tabla 20 Análisis de ensayos de laboratorio de las calicatas de la Cantera La Cabaña
(Elaboración propia 2022)

Ensayos de laboratorio ejecutados	Método de Ensayo	Especificaciones técnicas		Resultado obtenido	Usos
		Dique			Dique base y cuerpo
		Base y Cuerpo	Corona		
Límite Líquido N° 40	ASTM D 4318	-	-	NP	-
Índice de Plasticidad N° 40	ASTM D 4318	< 11%	< 10%	NP	Sí cumple
Clasificación AASHTO	ASTM D3282	Ver nota	Ver nota	A-1-a	Sí cumple
Abrasión (%)	ASTM C 131	60% Máx.	60% Máx.	18.9	Sí cumple
CBR (natural)	MTC E 132	-	-	80	-
Contenido de impurezas	ASTM D - 2974	-	-	1.05	-

Nota: Clasificación AASHTO permitida es A-1-a, A-1-b, A-2-4, A-2-6 y A-3

De la evaluación de resultados para la cantera, se considera que el material para la conformación del cuerpo de dique cumple con los requerimientos técnicos.

Ilustración 11. Huso para conformación de dique Cantera La Cabaña
(Fuente: Elaboración propia, 2022)



Según el huso se considera que el material se encuentra dentro del mismo, por lo cual se recomienda que el material se puede usar para la conformación del dique o hacer combinaciones para que cumpla con el uso granulométrico propuesto.

3.7.1.6. Explotación

3.7.1.7. Usos Propuestos

Tomando en consideración las recomendaciones efectuadas en el ítem anterior el material de la cantera La Cabaña puede ser usado como relleno para cuerpo de dique.

3.7.1.8. Tratamiento

3.7.1.9. Rendimiento

El rendimiento de las canteras se realizó en base a la granulometría global realizada, se obtiene un rendimiento alto, debido a que en la zona de la cantera de río La Cabaña, ya se cuenta con material seleccionado.

Tabla 21 Granulometría en Volumen de la Cantera de río La Cabaña
(Fuente: Elaboración Propia, 2022)

Abertura	% Retenido	% Acumulado	% Pasante
6	7.38	7.38	92.62
4	5.98	13.36	86.64
3	4.86	18.22	81.78
2	9.13	27.35	72.65
<2	72.65	100.00	

Para el uso en la conformación del cuerpo del dique de la cantera de río La Cabaña:

Dique: 100% - 7.38% (retenida acumulado malla 6") → Rendimiento = 92.62%.

3.7.1.10. Volumen de Explotación

Considerando los perfiles estratigráficos de la cantera de río La Cabaña se tiene un área de explotación de 31307.44 m² y un volumen bruto de 52414.42 m³.

Tabla 22 Volumen de explotación de la Cantera de río La Cabaña
(Fuente: Elaboración Propia, 2022)

Descripción	Símbolo	%	Volumen (m ³)
Volumen bruto	Vb		52414.42
Desbroce (h=0.00 m.)	D	0	0
Volumen neto	Vn=Vb-D		52414
Volumen over (>6")	V0	7.38	3869
Volumen utilizable	Vu=Vn-V0		48545

3.7.2. Garlero

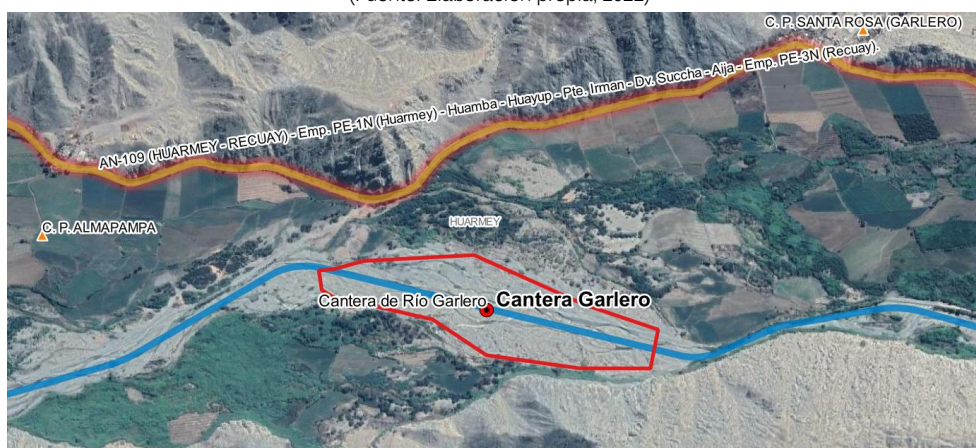
3.7.2.1. Ubicación

La Cantera Garlero se encuentra en el distrito de Huarmey, provincia de Huarmey, departamento de Ancash. El centro geométrico aproximadamente de la cantera Garlero es 8891630,176151 coordenadas UTM.

3.7.2.2. Accesibilidad

El acceso a la Cantera Garlero es ingresando por la "Autopista AN-109", como se muestra en la Ilustración 12.

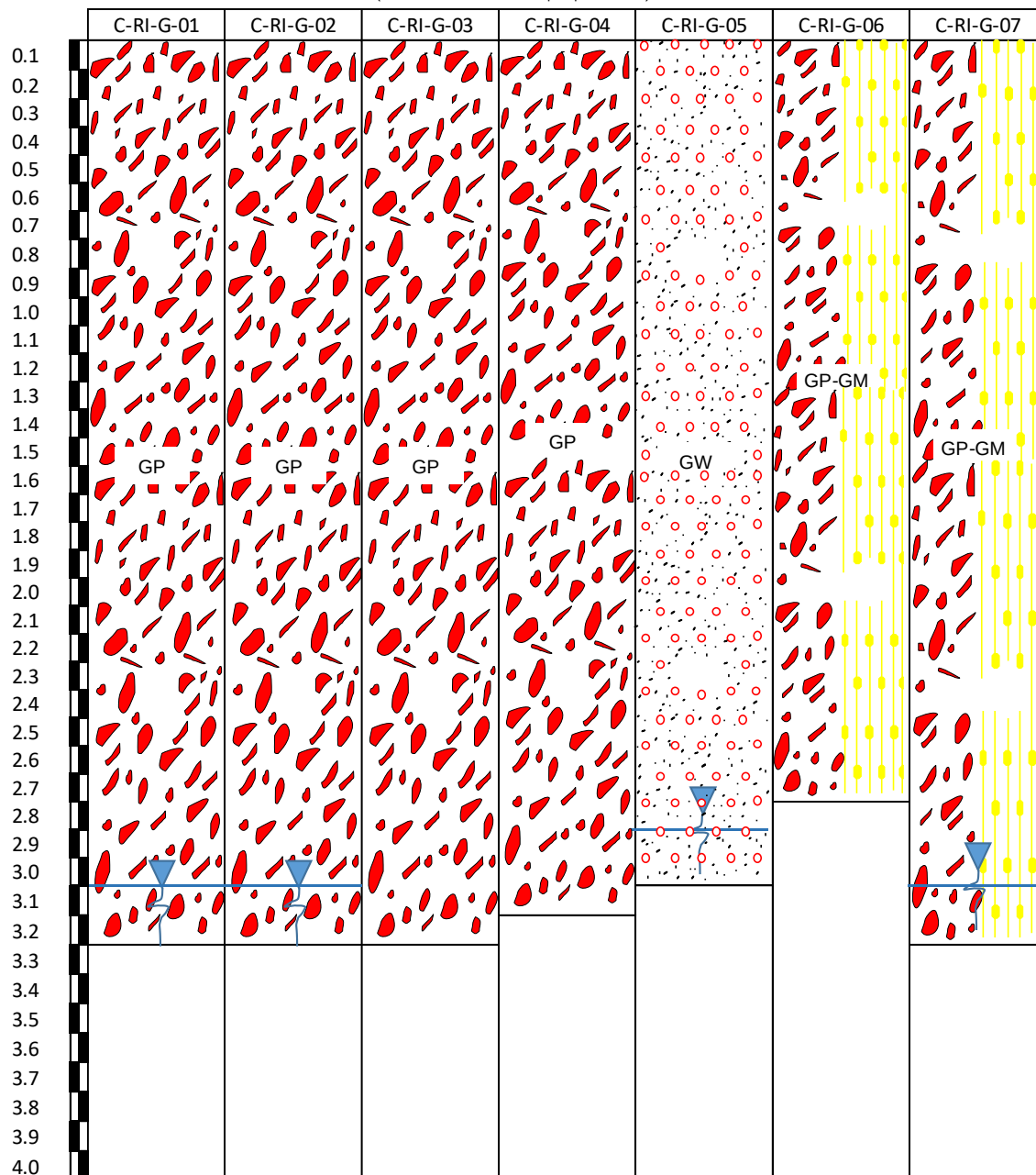
Ilustración 12. Imagen satelital del acceso a la cantera Garlero
(Fuente: Elaboración propia, 2022)

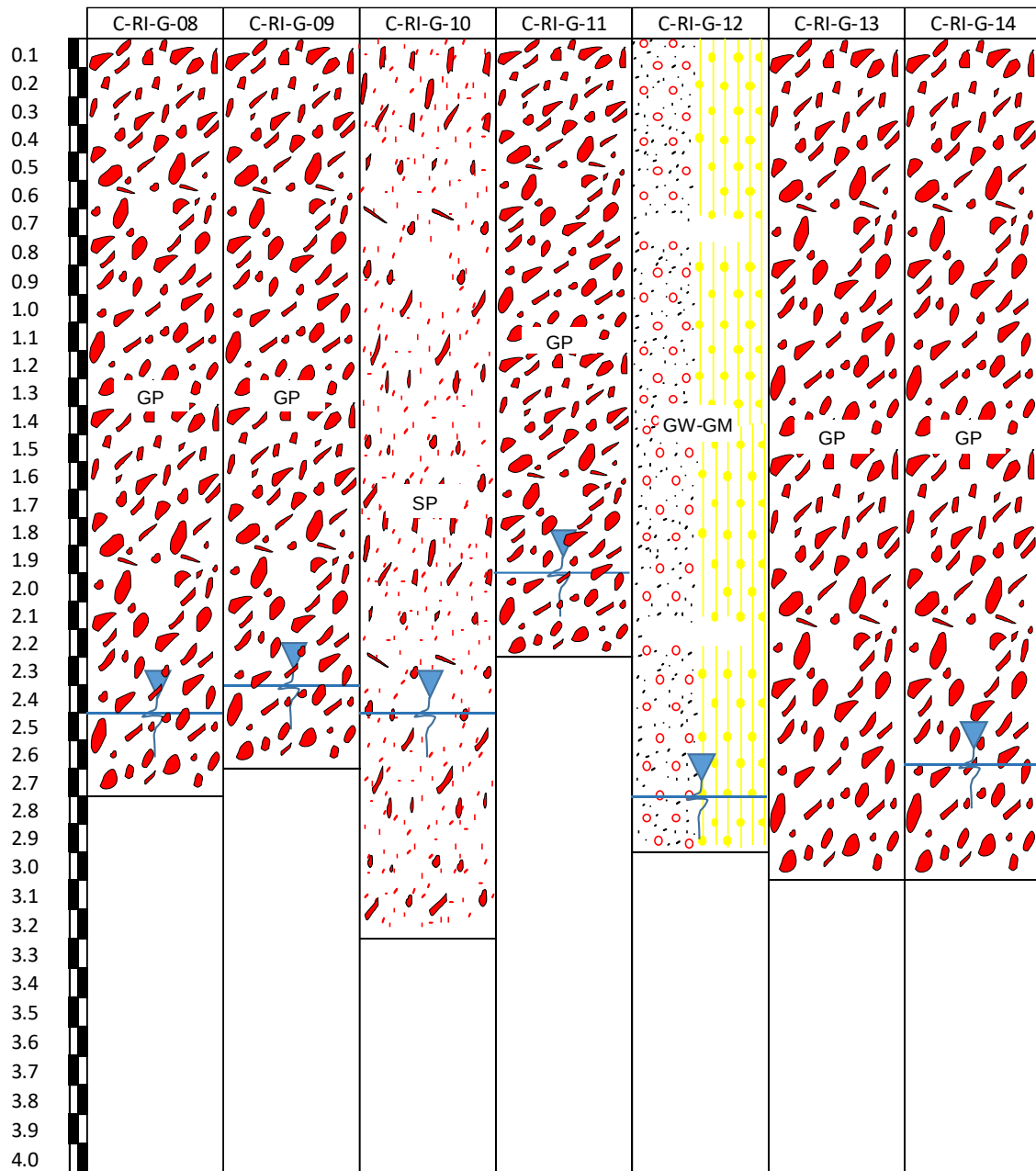


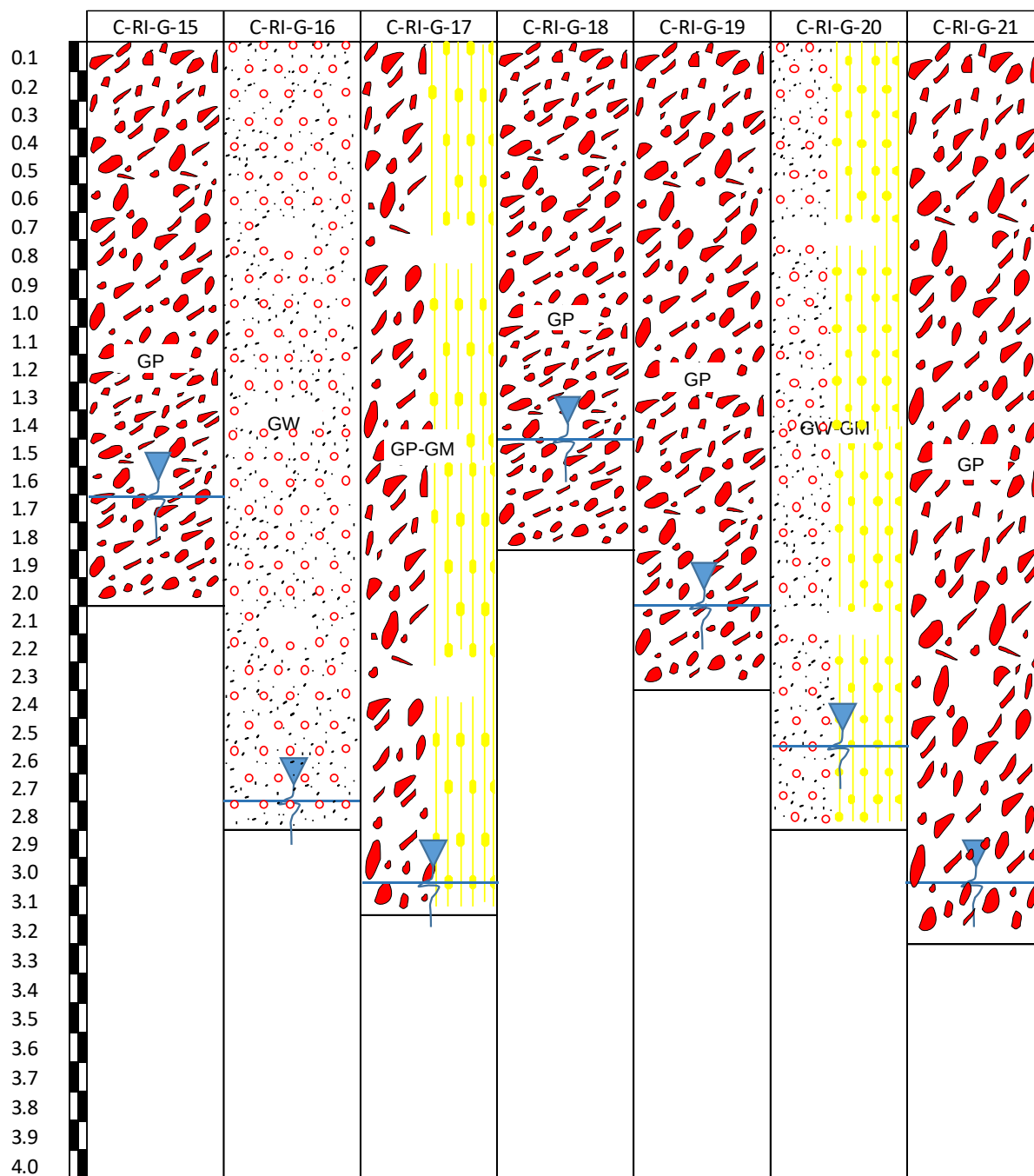
3.7.2.3. Descripción

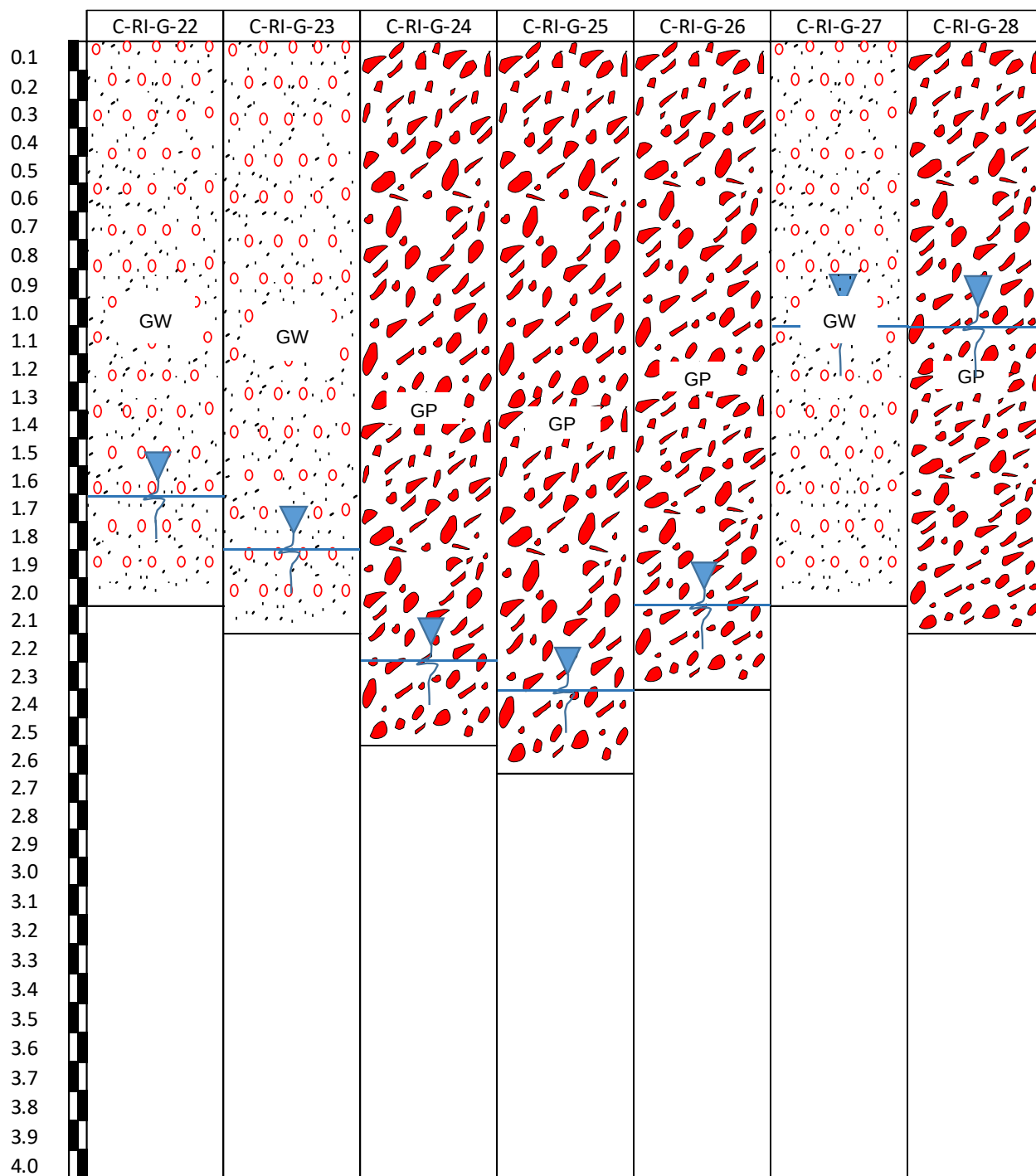
El lugar presenta grava mal gradada con presencia de bloques, bolones y cantos. En la zona presenta depósito de suelos eluviales-aluviales.

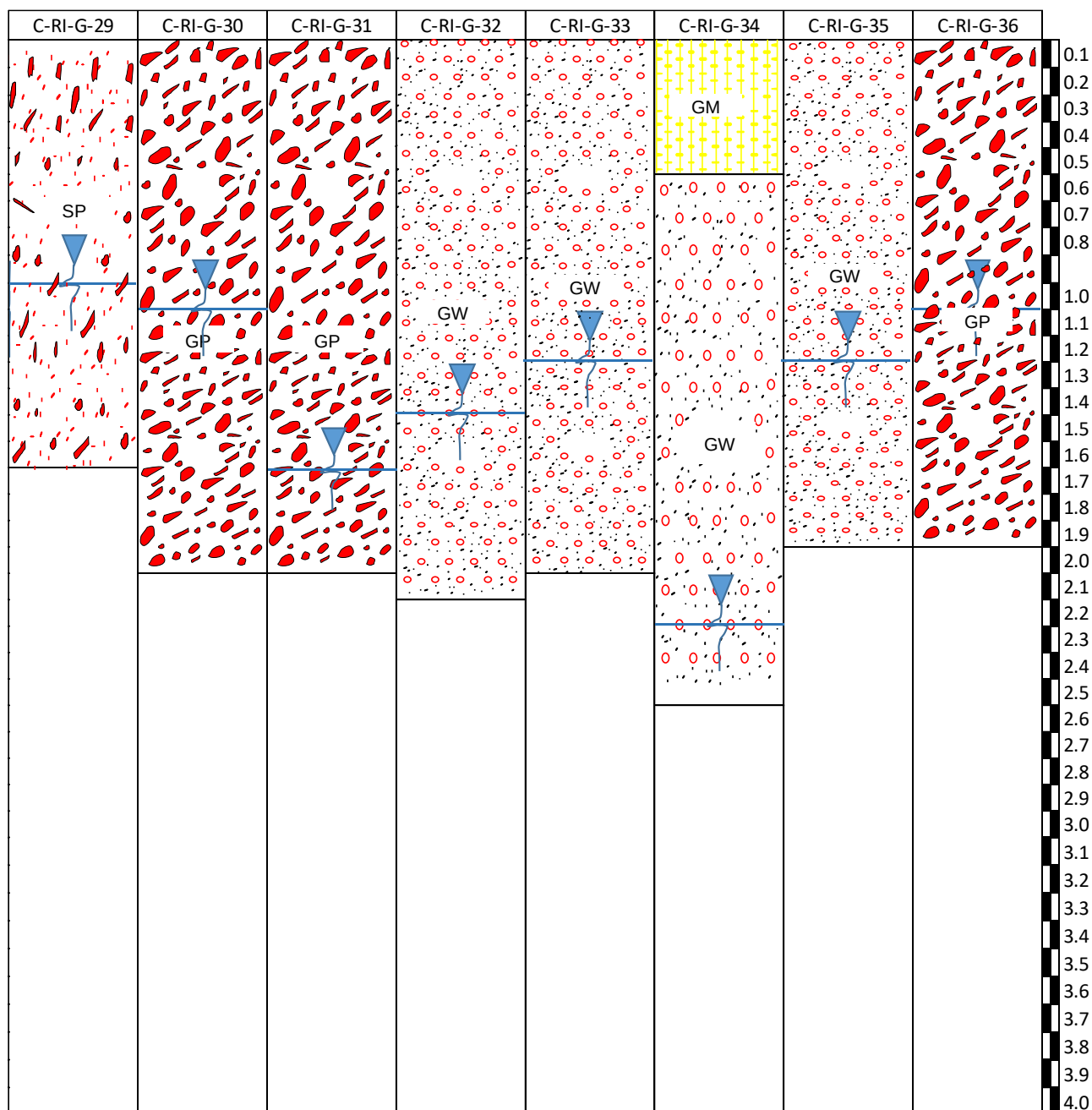
Ilustración 13. Perfil Estratigráfico Cantera Garlero
(Fuente: Elaboración propia, 2022)











3.7.2.4. Investigación realizada

Tabla 23.Exploraciones de la cantera Garlero
(Fuente: Elaboración propia, 2022)

N°	Río	Calicata	Coordenadas UTM		Fechas de ejecución	Prof. (m)	Nivel Freático (m)
			Este	Norte			
1	Cantera Garlero	C-RI-G-01	176589	8891524	10/02/2022	3.20	3.00
2	Cantera Garlero	C-RI-G-02	176585	8891480	10/02/2022	3.20	3.00
3	Cantera Garlero	C-RI-G-03	176535	8891495	10/02/2022	3.20	3.00
4	Cantera Garlero	C-RI-G-04	176460	8891478	10/02/2022	3.10	-

N°	Río	Calicata	Coordenadas UTM		Fechas de ejecución	Prof. (m)	Nivel Freático (m)
			Este	Norte			
5	Cantera Garlero	C-RI-G-05	176530	8891549	10/02/2022	3.00	2.80
6	Cantera Garlero	C-RI-G-06	176432	8891566	10/02/2022	2.70	2.50
7	Cantera Garlero	C-RI-G-07	176444	8891611	10/02/2022	3.00	2.80
8	Cantera Garlero	C-RI-G-08	176345	8891657	11/02/2022	2.70	2.40
9	Cantera Garlero	C-RI-G-09	176350	8891561	10/02/2022	2.60	2.30
10	Cantera Garlero	C-RI-G-10	176370	8891474	10/02/2022	3.20	3.10
11	Cantera Garlero	C-RI-G-11	176289	8891715	13/02/2022	2.20	1.90
12	Cantera Garlero	C-RI-G-12	176264	8891541	11/02/2022	2.90	2.70
13	Cantera Garlero	C-RI-G-13	176288	8891486	10/02/2022	3.00	-
14	Cantera Garlero	C-RI-G-14	176223	8891725	13/02/2022	3.00	2.60
15	Cantera Garlero	C-RI-G-15	176205	8891653	13/02/2022	2.00	1.60
16	Cantera Garlero	C-RI-G-16	176187	8891548	11/02/2022	2.80	2.70
17	Cantera Garlero	C-RI-G-17	176177	8891518	11/02/2022	3.10	3.00
18	Cantera Garlero	C-RI-G-18	176159	8891735	13/02/2022	1.80	1.40
19	Cantera Garlero	C-RI-G-19	176168	8891686	13/02/2022	2.30	2.00
20	Cantera Garlero	C-RI-G-20	176115	8891568	11/02/2022	2.80	2.50
21	Cantera Garlero	C-RI-G-21	176108	8891525	11/02/2022	3.20	3.00
22	Cantera Garlero	C-RI-G-22	176100	8891757	12/02/2022	2.00	1.60
23	Cantera Garlero	C-RI-G-23	176103	8891700	12/02/2022	2.10	1.80
24	Cantera Garlero	C-RI-G-24	176081	8891597	12/02/2022	2.50	2.20
25	Cantera Garlero	C-RI-G-25	176043	8891545	11/02/2022	2.60	2.30
26	Cantera Garlero	C-RI-G-26	176040	8891789	12/02/2022	2.30	2.00
27	Cantera Garlero	C-RI-G-27	176012	8891648	12/02/2022	2.00	1.00
28	Cantera Garlero	C-RI-G-28	175992	8891603	12/02/2022	2.10	1.00
29	Cantera Garlero	C-RI-G-29	175975	8891778	12/02/2022	1.60	0.90
30	Cantera Garlero	C-RI-G-30	175941	8891738	12/02/2022	2.00	1.00
31	Cantera Garlero	C-RI-G-31	175965	8891615	11/02/2022	2.00	1.60
32	Cantera Garlero	C-RI-G-32	175885	8891708	12/02/2022	2.10	1.40
33	Cantera Garlero	C-RI-G-33	175910	8891630	11/02/2022	2.00	1.20
34	Cantera Garlero	C-RI-G-34	175835	8891631	11/02/2022	2.50	2.20
35	Cantera Garlero	C-RI-G-35	175825	8891732	12/02/2022	1.90	1.20
36	Cantera Garlero	C-RI-G-36	175758	8891718	12/02/2022	1.90	1.00

Ilustración 14. Exploración de calicatas cantera Garlero
(Fuente: Elaboración propia, 2022)



3.7.2.5. Análisis de Resultados

Tabla 24 Resumen de ensayos de laboratorio de las calicatas de la Cantera Garlero
(Elaboración propia 2022)

ENSAYOS	CALICATAS						
	C-RI-G-01	C-RI-G-02	C-RI-G-03	C-RI-G-04	C-RI-G-05	C-RI-G-06	C-RI-G-07
Grava (%)	67.1	56.4	62.0	60.5	73.3	66.4	61.0
Arena (%)	29.2	40.7	36.4	37.8	23.0	26.8	32.8
Finos (%)	3.7	2.9	1.7	1.7	3.7	6.8	6.3
Humedad natural (%)	1.2	7.2	5.1	5.1	2.4	1.4	4.3
LL (malla 40)	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
LP (malla 40)	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
IP (malla 40)	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
Clasificación SUCS	GP	GP	GP	GP	GW	GP-GM	GP-GM
Clasificación AASHTO	A-1-a (1)	A-1-a (1)	A-1-a (1)	A-1-a (1)	A-1-a (1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)
Abrasión (%)	14.1	14.5	13.8	13.7	13.6	14.1	13.3
Optimo contenido de humedad % (natural)							
Densidad máxima, g/cm ³ (natural)							

ENSAYOS	CALICATAS						
	C-RI-G-01	C-RI-G-02	C-RI-G-03	C-RI-G-04	C-RI-G-05	C-RI-G-06	C-RI-G-07
CBR (Natural) al 100%							
CBR (Natural) al 95%							
Contenido de impurezas	1.46	1.51	1.40	1.31	1.39	1.24	1.41
Pasante la malla N°200 (natural)	5	5.38	3.84	3.13	5.74	8.47	8.15

ENSAYOS	CALICATAS						
	C-RI-G-08	C-RI-G-09	C-RI-G-10	C-RI-G-11	C-RI-G-12	C-RI-G-13	C-RI-G-14
Grava (%)	62.8	68.0	6.8	79.4	69.5	65.4	49.1
Arena (%)	33.0	31.1	89.8	19.9	25.5	30.1	47.7
Finos (%)	4.2	0.9	3.4	0.8	5.0	4.6	3.2
Humedad natural (%)	7.2	1.4	3.7	0.9	3.5	1.0	6.7
LL (malla 40)	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
LP (malla 40)	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
IP (malla 40)	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
Clasificación SUCS	GP	GP	SP	GP	GW-GM	GP	GP
Clasificación AASHTO	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-b(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)
Abrasión (%)	13.9	13.6	13.6	13.5	12.8	13.0	13.5
Optimo contenido de humedad % (natural)							
Densidad máxima, g/cm ³ (natural)							
CBR (Natural) al 100%							
CBR (Natural) al 95%							
Contenido de impurezas	1.30	2.05	1.15	1.13	1.20	1.27	1.27
Pasante la malla N°200 (natural)	6.11	2.8	5.71	2.95	7.18	6.28	5.51

ENSAYOS	CALICATAS						
	C-RI-G-15	C-RI-G-16	C-RI-G-17	C-RI-G-18	C-RI-G-19	C-RI-G-20	C-RI-G-21
Grava (%)	63.5	85.1	59.2	73.8	77.2	68.5	64.5
Arena (%)	32.3	12.7	33.4	22.9	21.9	26.2	32.6
Finos (%)	4.3	2.2	7.5	3.3	0.8	5.3	2.9
Humedad natural (%)	9.3	2.1	5.6	1.7	1.1	0.9	6.1
LL (malla 40)	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
LP (malla 40)	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
IP (malla 40)	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
Clasificación SUCS	GP	GW	GP-GM	GP	GP	GW-GM	GP
Clasificación AASHTO	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)
Abrasión (%)	13.2	12.8	12.3	13.5	13.1	13.6	13.2
Optimo contenido de humedad % (natural)			5.6				
Densidad máxima, g/cm ³ (natural)			2.24				
CBR (Natural) al 100%			89				
CBR (Natural) al 95%			46				
Contenido de impurezas	1.29	2.76	1.31	1.29	1.25	1.29	1.26
Pasante la malla N°200 (natural)	6.12	4.39	9.44	9.29	2.16	7.82	5.18

ENSAYOS	CALICATAS						
	C-RI-G-22	C-RI-G-23	C-RI-G-24	C-RI-G-25	C-RI-G-26	C-RI-G-27	C-RI-G-28
Grava (%)	72.9	73.1	73.1	65.4	62.5	75.0	57.9
Arena (%)	25.2	26.4	24.2	31.3	36.2	24.1	41.6
Finos (%)	1.8	0.6	2.7	3.3	1.3	0.9	0.5
Humedad natural (%)	11.2	1.1	14.2	2.3	3.2	1.9	10.8
LL (malla 40)	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP

ENSAYOS	CALICATAS						
	C-RI-G-22	C-RI-G-23	C-RI-G-24	C-RI-G-25	C-RI-G-26	C-RI-G-27	C-RI-G-28
LP (malla 40)	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
IP (malla 40)	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
Clasificación SUCS	GW	GW	GP	GP	GP	GW	GP
Clasificación AASHTO	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)
Abrasión (%)	13.2	13.8	13.8	14.4	13.3	13.0	12.8
Optimo contenido de humedad % (natural)							
Densidad máxima, g/cm ³ (natural)							
CBR (Natural) al 100%							
CBR (Natural) al 95%							
Contenido de impurezas	1.22	1.33	1.49	1.34	1.22	1.30	1.37
Pasante la malla N°200 (natural)	3.23	2.99	4.9	5.39	3.09	3.3	2.31

ENSAYOS	CALICATAS					
	C-RI-G-29	C-RI-G-30	C-RI-G-31	C-RI-G-32	C-RI-G-33	C-RI-G-34
Grava (%)	24.4	77.8	64.2	72.1	77.8	
Arena (%)	73.2	21.2	31.2	26.7	21.4	
Finos (%)	2.4	1.1	4.6	1.2	0.8	
Humedad natural (%)	2.4	0.3	3.5	1.5	3.5	
LL (malla 40)	NP	NP	NP	NP	NP	
LP (malla 40)	NP	NP	NP	NP	NP	
IP (malla 40)	NP	NP	NP	NP	NP	
Clasificación SUCS	SP	GP	GP	GW	GW	
Clasificación AASHTO	A-1-b(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)	
Abrasión (%)	13.6	13.2	13.0		12.8	12.7
Optimo contenido de humedad % (natural)						

ENSAYOS	CALICATAS					
	C-RI-G-29	C-RI-G-30	C-RI-G-31	C-RI-G-32	C-RI-G-33	C-RI-G-34
Densidad máxima, g/cm ³ (natural)						
CBR (Natural) al 100%						
CBR (Natural) al 95%						
Contenido de impurezas	1.29	1.21	1.10	1.14	1.23	1.23
Pasante la malla N°200 (natural)	5.91	3.16	7.17	3.47	3.12	

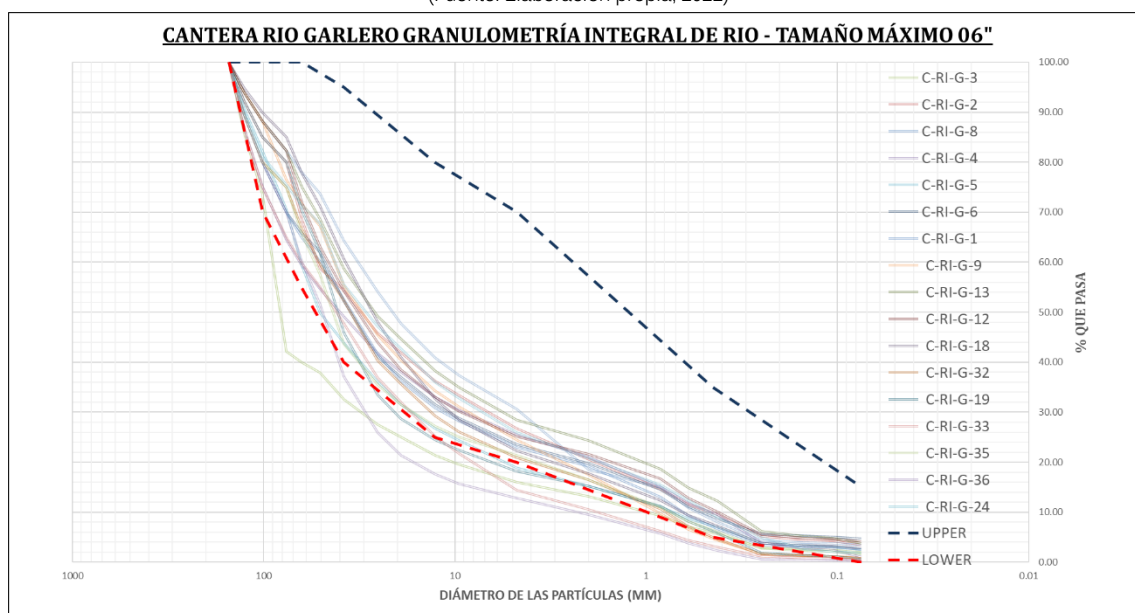
ENSAYOS	CALICATAS		RESUMEN ESTADISTICO			
	C-RI-G-35	C-RI-G-36	N°	DS	CV	Prom.
Grava (%)	71.5	81.7	35	14.8	22.6	65.4
Arena (%)	26.4	18.0	35	14.5	45.5	31.8
Finos (%)	2.2	0.4	35	1.9	67.0	2.8
Humedad natural (%)	2.0	0.5	35	3.4	87.3	3.9
LL (malla 40)	NP	NP	35	-	-	NP
LP (malla 40)	NP	NP	35	-	-	NP
IP (malla 40)	NP	NP	35	-	-	NP
Clasificación SUCS	GW	GP	35	-	-	GP
Clasificación AASHTO	A-1-a(1)	A-1-a(1)	35	-	-	A-1-a
Abrasión (%)	12.6		34	0.5	3.8	13.4
Optimo contenido de humedad % (natural)			1	-	-	5.6
Densidad máxima, g/cm ³ (natural)			1	-	-	2.2
CBR (Natural) al 100%			1	-	-	88.6
CBR (Natural) al 95%			1	-	-	46.1
Contenido de impurezas	1.48	1.33	36	0.3	21.4	1.4
Pasante la malla N°200 (natural)	4.63	2.07	35	2.1	41	5

Tabla 25 Análisis de ensayos de laboratorio de las calicatas de la Cantera Garlero
(Elaboración propia 2022)

Ensayos de laboratorio ejecutados	Método de Ensayo	Especificaciones técnicas		Resultado obtenido	Usos
		Dique			Dique base y cuerpo
		Base y Cuerpo	Corona		
Límite Líquido N° 40	ASTM D 4318	-	-	NP	-
Índice de Plasticidad N° 40	ASTM D 4318	< 11%	< 10%	NP	Sí cumple
Clasificación AASHTO	ASTM D3282	Ver nota	Ver nota	A-1-a	Sí cumple
Abrasión (%)	ASTM C 131	60% Máx.	60% Máx.	13.4	Sí cumple
CBR (natural)	MTC E 132	-	-	89	-
Contenido de impurezas	ASTM D - 2974	-	-	1.35	-
Pasante la malla N°200 (natural)	ASTM C117			5.0	-

Nota: Clasificación AASHTO permitida es A-1-a, A-1-b, A-2-4, A-2-6 y A-3

Ilustración 15. Huso para conformación de dique Cantera Garlero
(Fuente: Elaboración propia, 2022)



Según el huso se considera que el material se encuentra dentro del mismo, por lo cual se recomienda que el material se puede usar para la conformación del dique o hacer combinaciones para que cumpla con el uso granulométrico propuesto.

3.7.2.6. Explotación

La extracción se realizará en forma directa, con excavadora, cargador frontal y volquetes.

3.7.2.7. Usos Propuestos

Tomando en consideración las recomendaciones efectuadas en el ítem anterior el material de la cantera Garlero puede ser usado como relleno para cuerpo de dique.

3.7.2.8. Tratamiento

El material por utilizar en la conformación de los diques será de tamaño máximo 6" (152.4 mm). Además, se verificará en todo momento que el material también en la conformación del dique, cumpla con las características granulométricas y de calidad establecidas en este documento y en los requerimientos técnicos del proyecto.

3.7.2.9. Rendimiento

El rendimiento de las canteras se realizó en base a la granulometría global realizada, se obtiene un rendimiento alto, debido a que, en la zona de la cantera de río Garlero, ya se cuenta con material seleccionado.

Tabla 26 Granulometría en Volumen de la Cantera de río Garlero
(Fuente: Elaboración Propia, 2022)

Abertura	% Retenido	% Acumulado	% Pasante
6	6.40	6.40	93.60
4	16.63	23.03	76.97
3	8.50	31.53	68.47
2	12.47	44.00	56.00
<2	56.00	100.00	

Para el uso en la conformación del cuerpo del dique de la cantera del río Garlero:

Dique: $100\% - 6.40\%$ (retenida acumulado malla 6") $\rightarrow$ Rendimiento = 93.60%

3.7.2.10. Volumen de Explotación

Considerando los perfiles estratigráficos de la cantera de río Garlero y las profundidades alcanzadas en las calicatas exploradas se determinó un área de explotación de 170836.616 m² y un volumen de 322465.18 m³

Tabla 27 Volumen de explotación de la Cantera de río Garlero
(Fuente: Elaboración Propia, 2022)

Descripción	Símbolo	%	Volumen (m ³)
Volumen bruto	Vb		322465.18
Desbroce (h=0.00 m.)	D	0	0
Volumen neto	Vn=Vb-D		322465
Volumen over (>6")	V0	6.40	20635

Descripción	Símbolo	%	Volumen (m ³)
Volumen utilizable	$V_u = V_n - V_0$		301831

3.7.3. Mal Paso

3.7.3.1. Ubicación

La Cantera Malpaso se encuentra en el distrito de Huarney, provincia de Huarney, departamento de Ancash. El centro geométrico aproximadamente de la cantera Malpaso es 8891464,179772 coordenadas UTM.

3.7.3.2. Accesibilidad

El acceso a la Cantera de Malpaso es ingresando por la "Autopista AN-109", como se muestra en la Ilustración 16

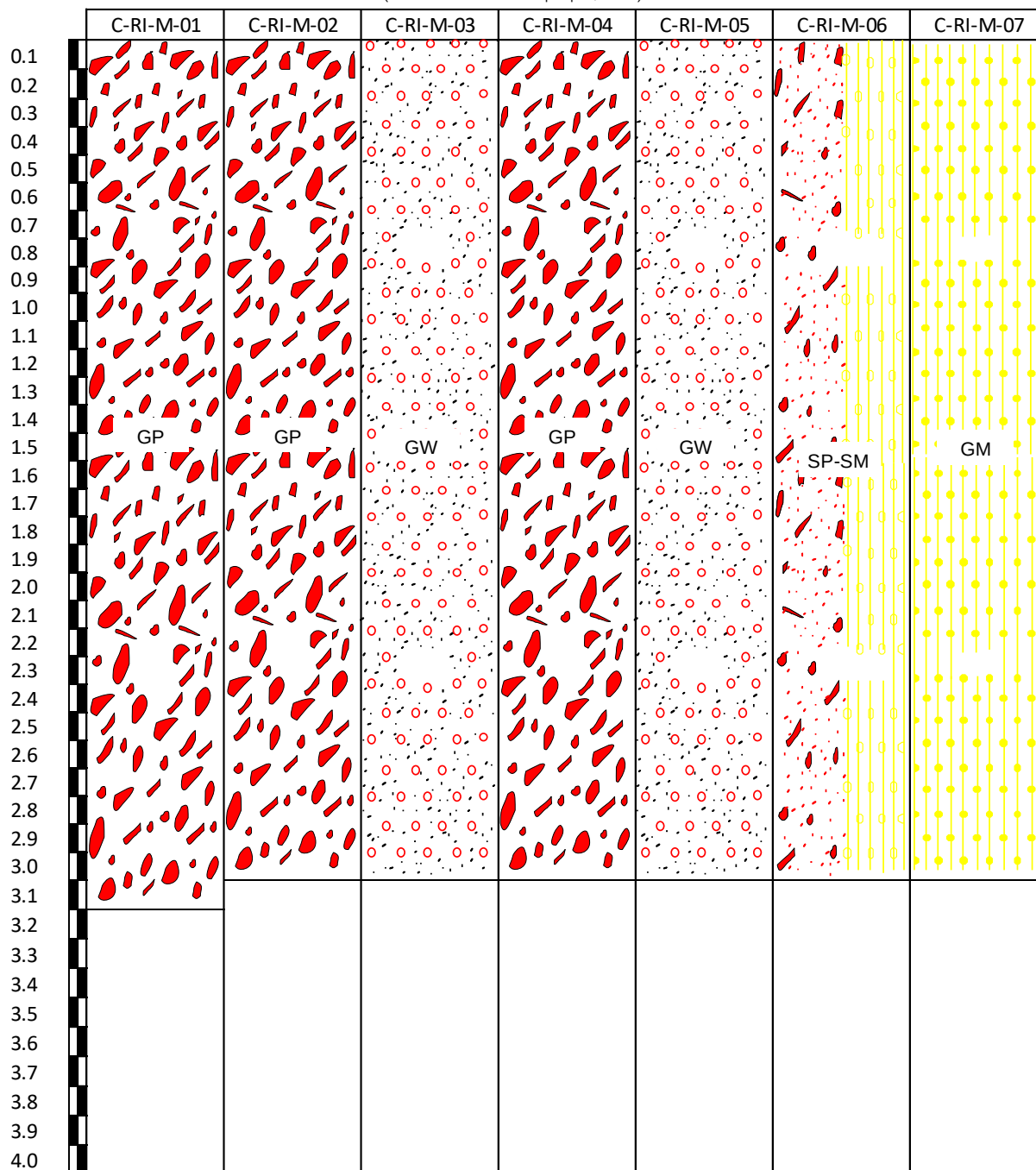
Ilustración 16. Imagen satelital del acceso a la cantera Malpaso
(Fuente: Elaboración propia, 2022)

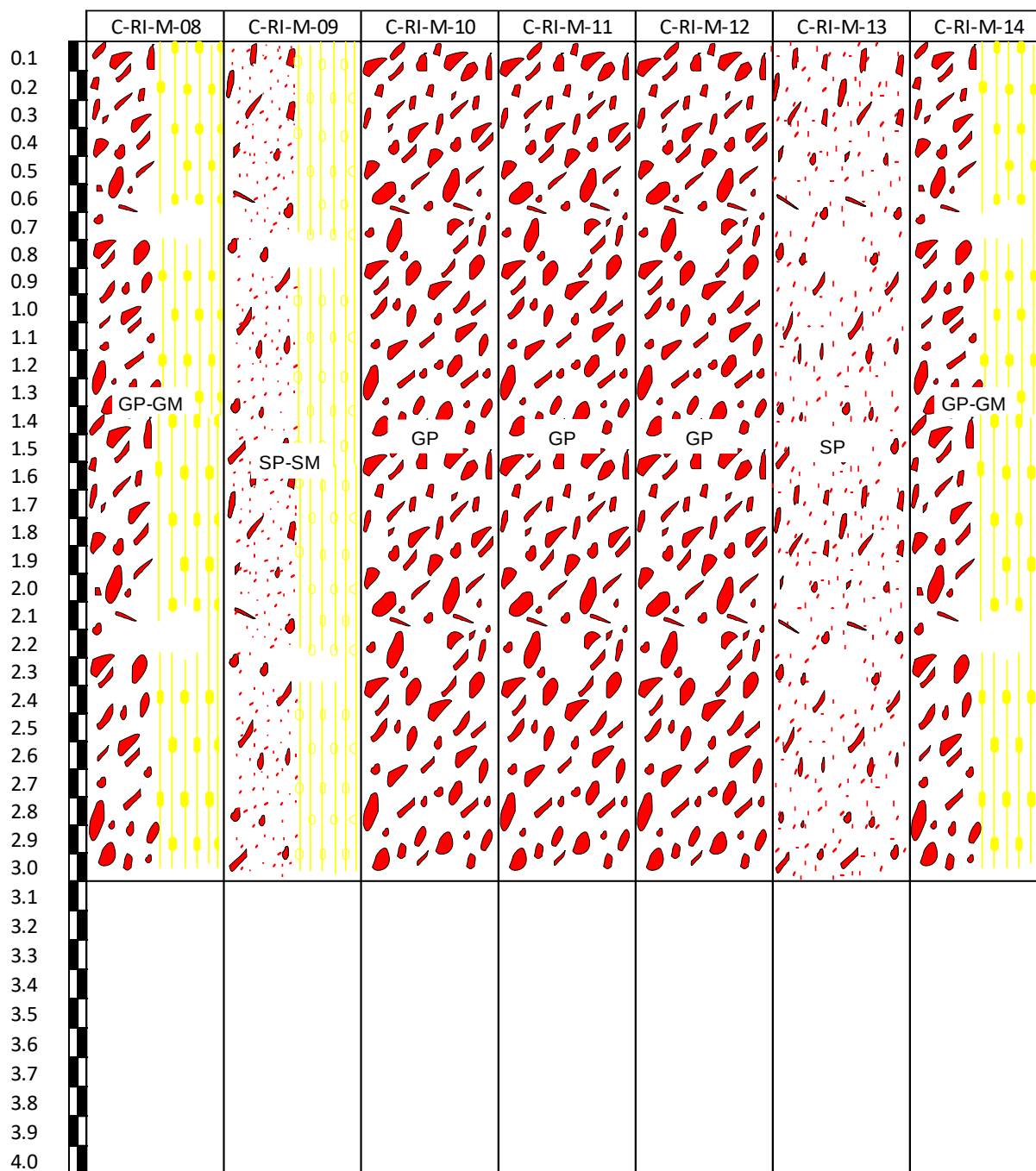


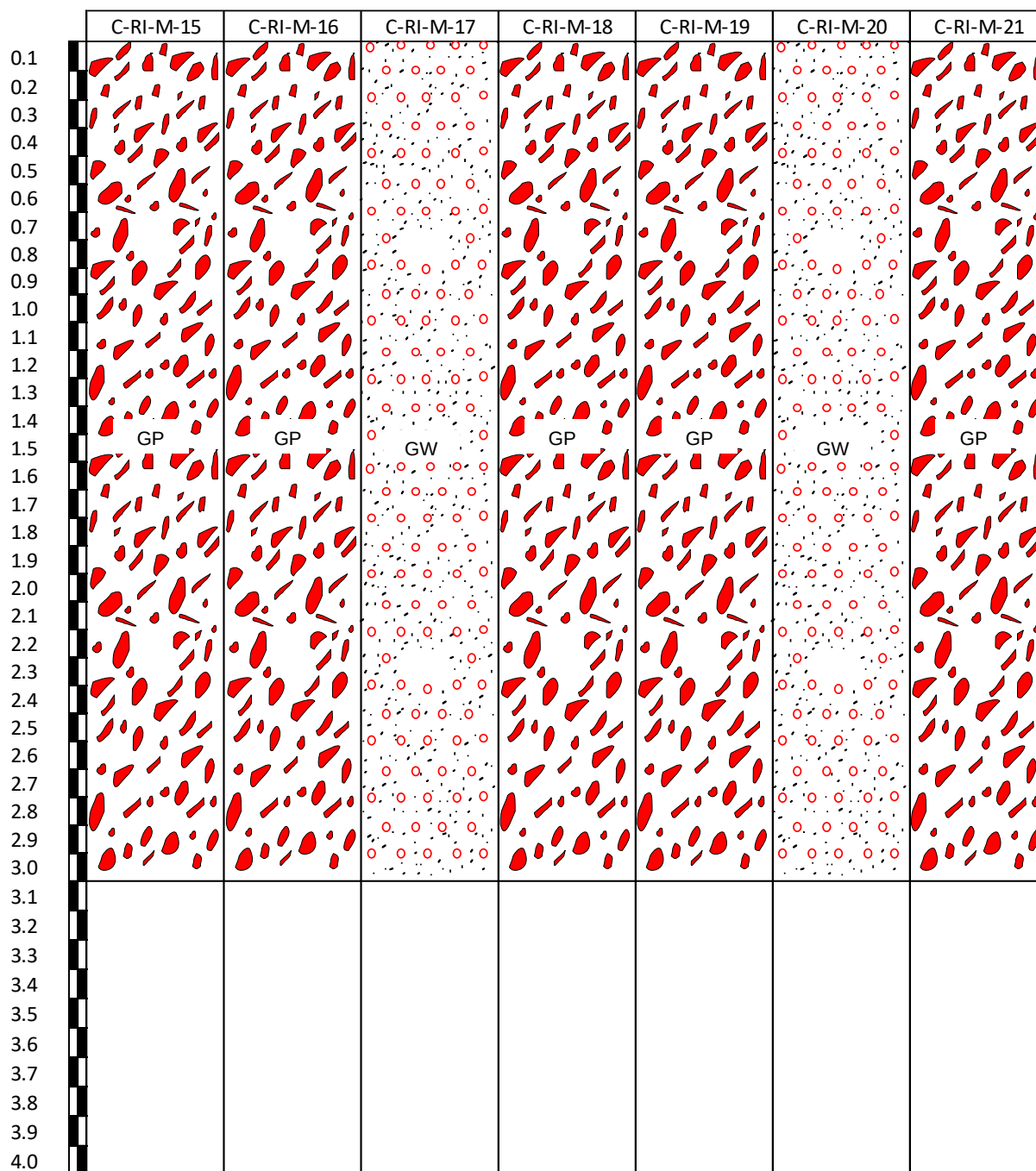
3.7.3.3. Descripción

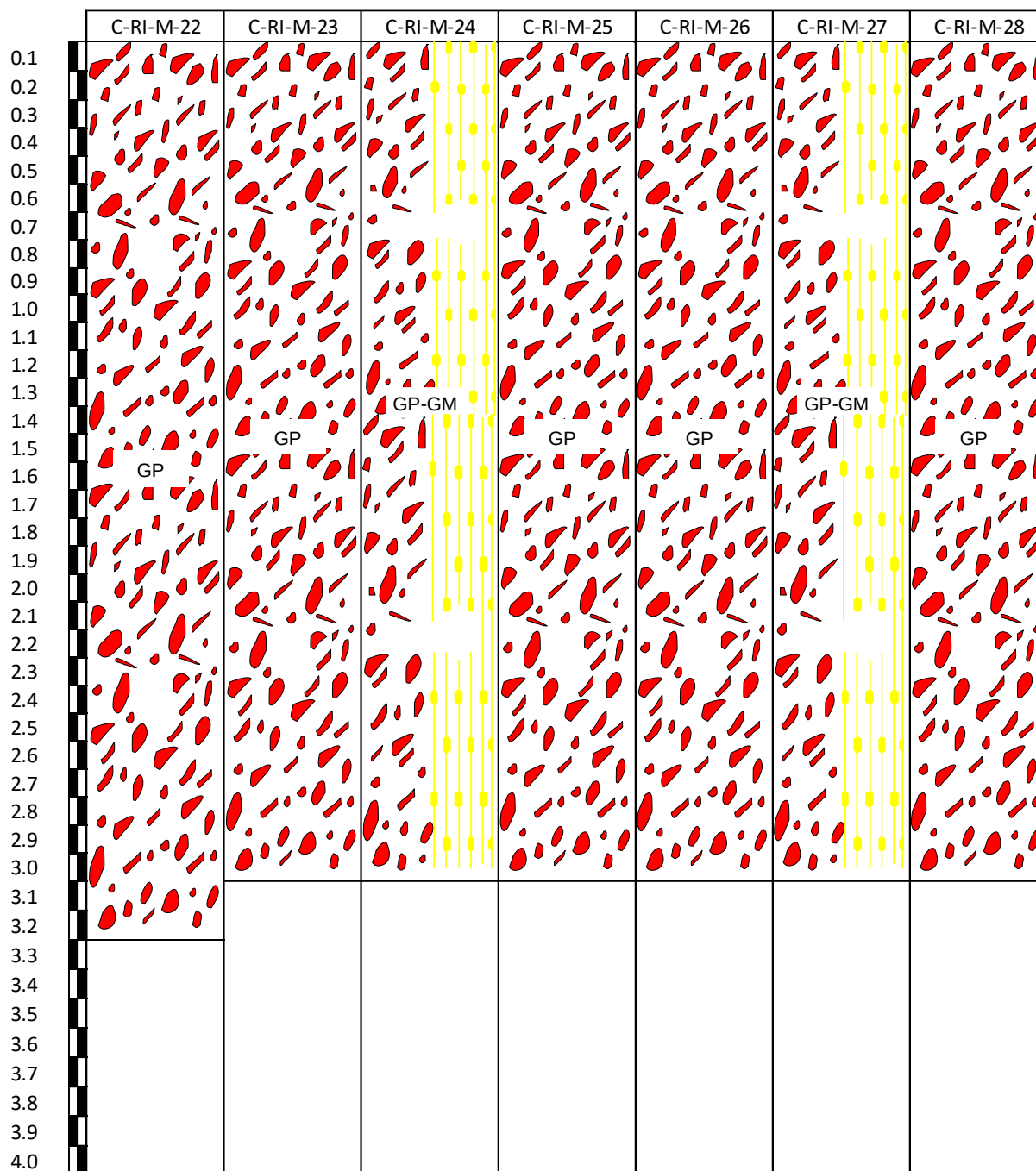
El lugar presenta grava mal gradada con presencia de bloques, bolones y cantos. Asimismo, presenta depósitos cuaternarios coluviales-proluviales.

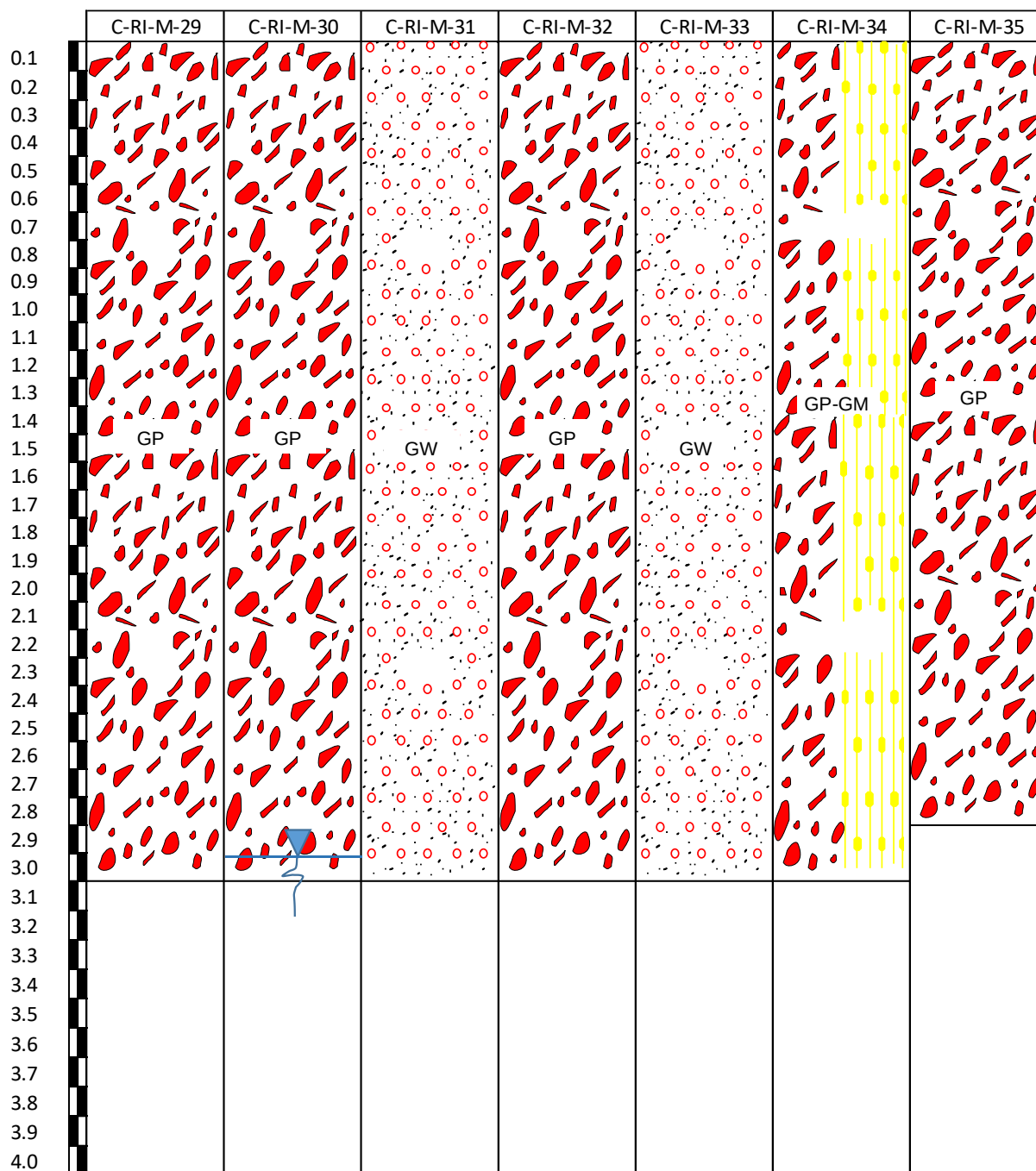
Ilustración 17. Perfil Estratigráfico Cantera Mal Paso
(Fuente: Elaboración propia, 2022)

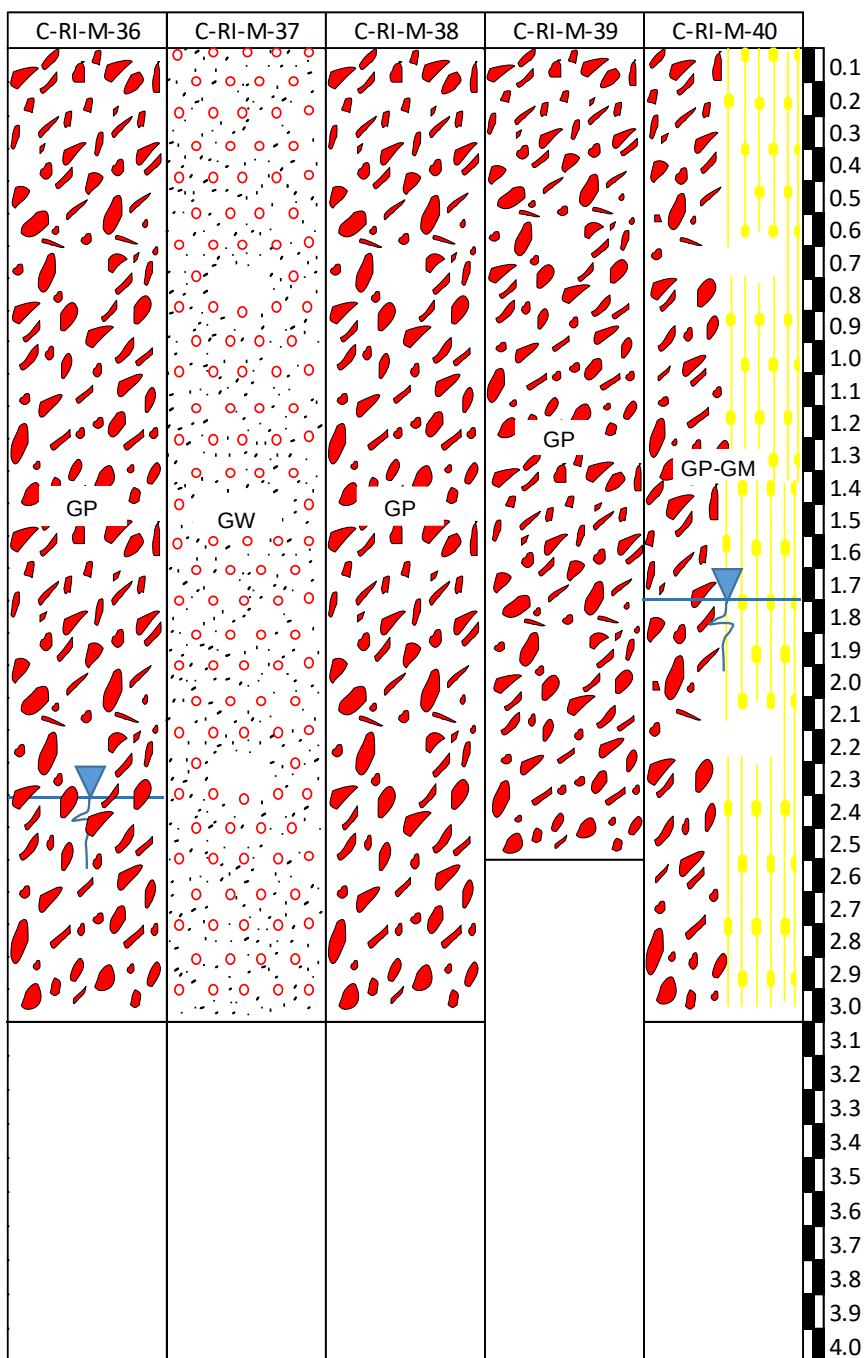












3.7.3.4. Investigación realizada

Tabla 28.Exploraciones de la cantera MALPASO
(Fuente: Elaboración propia, 2022)

N°	Río	Calicata	Coordenadas UTM		Fechas de ejecución	Prof. (m)	Nivel Freático (m)
			Este	Norte			
1	Cantera Malpaso	C-RI-M-01	180163	8891571	3/02/2022	3.10	-
2	Cantera Malpaso	C-RI-M-02	180177	8891494	3/02/2022	3.00	-
3	Cantera Malpaso	C-RI-M-03	180117	8891572	3/02/2022	3.00	-

N°	Río	Calicata	Coordenadas UTM		Fechas de ejecución	Prof. (m)	Nivel Freático (m)
			Este	Norte			
4	Cantera Malpaso	C-RI-M-04	180125	8891499	3/02/2022	3.00	-
5	Cantera Malpaso	C-RI-M-05	180155	8891446	3/02/2022	3.00	-
6	Cantera Malpaso	C-RI-M-06	180068	8891586	3/02/2022	3.00	-
7	Cantera Malpaso	C-RI-M-07	180062	8891491	3/02/2022	3.00	-
8	Cantera Malpaso	C-RI-M-08	180092	8891445	3/02/2022	3.00	-
9	Cantera Malpaso	C-RI-M-09	180018	8891573	3/02/2022	3.00	-
10	Cantera Malpaso	C-RI-M-10	180012	8891512	3/02/2022	3.00	-
11	Cantera Malpaso	C-RI-M-11	180038	8891403	4/02/2022	3.00	-
12	Cantera Malpaso	C-RI-M-12	179963	8891574	3/02/2022	3.00	-
13	Cantera Malpaso	C-RI-M-13	179981	8891481	4/02/2022	3.00	-
14	Cantera Malpaso	C-RI-M-14	179979	8891414	4/02/2022	3.00	-
15	Cantera Malpaso	C-RI-M-15	179912	8891572	3/02/2022	3.00	-
16	Cantera Malpaso	C-RI-M-16	179919	8891499	4/02/2022	3.00	-
17	Cantera Malpaso	C-RI-M-17	179934	8891415	4/02/2022	3.00	2.80
18	Cantera Malpaso	C-RI-M-18	174769	8891590	3/02/2022	3.00	-
19	Cantera Malpaso	C-RI-M-19	179861	8891478	4/02/2022	3.00	-
20	Cantera Malpaso	C-RI-M-20	179844	8891403	4/02/2022	3.00	-
21	Cantera Malpaso	C-RI-M-21	179769	8891590	3/02/2022	3.00	-
22	Cantera Malpaso	C-RI-M-22	179793	8891479	4/02/2022	3.20	-
23	Cantera Malpaso	C-RI-M-23	179787	8891405	4/02/2022	3.00	-
24	Cantera Malpaso	C-RI-M-24	179708	8891546	4/02/2022	3.00	-
25	Cantera Malpaso	C-RI-M-25	179726	8891469	4/02/2022	3.00	-
26	Cantera Malpaso	C-RI-M-26	179738	8891413	5/02/2022	3.00	-
27	Cantera Malpaso	C-RI-M-27	179668	8891542	4/02/2022	3.00	-
28	Cantera Malpaso	C-RI-M-28	179665	8891462	4/02/2022	3.00	-
29	Cantera Malpaso	C-RI-M-29	179698	8891398	4/02/2022	3.00	-
30	Cantera Malpaso	C-RI-M-30	179581	8891528	4/02/2022	3.00	2.90
31	Cantera Malpaso	C-RI-M-31	179601	8891446	5/02/2022	3.00	-
32	Cantera Malpaso	C-RI-M-32	179644	8891379	4/02/2022	3.00	-
33	Cantera Malpaso	C-RI-M-33	179490	8891552	5/02/2022	3.00	2.70
34	Cantera Malpaso	C-RI-M-34	179552	8891393	5/02/2022	3.00	2.60
35	Cantera Malpaso	C-RI-M-35	179429	8891495	5/02/2022	2.80	2.40
36	Cantera Malpaso	C-RI-M-36	179437	8891413	5/02/2022	3.00	2.30
37	Cantera Malpaso	C-RI-M-37	179349	8891469	5/02/2022	3.00	2.60
38	Cantera Malpaso	C-RI-M-38	179358	8891407	5/02/2022	2.70	1.60
39	Cantera Malpaso	C-RI-M-39	179230	8891509	5/02/2022	2.50	1.90
40	Cantera Malpaso	C-RI-M-40	179281	8891409	5/02/2022	3.00	1.70

Ilustración 18. Exploración de calicatas cantera MALPASO
(Fuente: Elaboración propia, 2022)



3.7.3.5. Análisis de Resultados

Tabla 29 Resumen de ensayos de laboratorio de las calicatas de la Cantera MALPASO
(Elaboración propia 2022)

ENSAYOS	CALICATAS						
	C-RI-M-01	C-RI-M-02	C-RI-M-03	C-RI-M-04	C-RI-M-05	C-RI-M-06	C-RI-M-07
Grava (%)	63.4	64.0	66.6	62.0	68.3	28.6	50.1
Arena (%)	32.6	31.7	29.0	33.2	28.2	63.5	22.8
Finos (%)	4.0	4.3	4.3	4.8	3.5	7.9	27.2
Humedad natural (%)	1.7	16.4	2.5	26.8	3.7	1.9	2.8
LL (malla 40)	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
LP (malla 40)	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
IP (malla 40)	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
Clasificación SUCS	GP	GP	GW	GP	GW	SP-SM	GM
Clasificación AASHTO	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-b(1)	A-2-4(0)
Abrasión (%)	13.4	14.4	12.8	14.3	13.6	13.5	16.9
Optimo contenido de humedad % (natural)							

ENSAYOS	CALICATAS						
	C-RI-M-01	C-RI-M-02	C-RI-M-03	C-RI-M-04	C-RI-M-05	C-RI-M-06	C-RI-M-07
Densidad máxima, g/cm ³ (natural)							
CBR (Natural) al 100%							
CBR (Natural) al 95%							
Contenido de impurezas	1.52	1.41	1.59	1.64	1.41	1.61	1.27
Pasante la malla N°200 (natural)	6	7.41	6.76	6.19	5.27	9.26	29.57
Permeabilidad (cm/s)							

ENSAYOS	CALICATAS						
	C-RI-M-08	C-RI-M-09	C-RI-M-10	C-RI-M-11	C-RI-M-12	C-RI-M-13	C-RI-M-14
Grava (%)	51.6	43.4	61.2	60.9	57.2	49.1	50.0
Arena (%)	42.4	47.2	37.6	37.5	42.5	50.9	40.9
Finos (%)	6.0	9.4	1.2	1.6	0.3	0.0	5.1
Humedad natural (%)	1.0	2.8	1.0	8.8	13.7	0.5	4.2
LL (malla 40)	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
LP (malla 40)	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
IP (malla 40)	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
Clasificación SUCS	GP-GM	SP-SM	GP	GP	GP	SP	GP-GM
Clasificación AASHTO	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)
Abrasión (%)	16.4	13.4	13.4	13.0	13.5	13.7	13.3
Optimo contenido de humedad % (natural)							
Densidad máxima, g/cm ³ (natural)							
CBR (Natural) al 100%							
CBR (Natural) al 95%							
Contenido de impurezas	1.27	1.58	1.37	1.89	1.56	1.38	1.49
Pasante la malla N°200 (natural)	7.81	11.4	3.22	3.32	2.81	2.08	7.5

ENSAYOS	CALICATAS						
	C-RI-M-08	C-RI-M-09	C-RI-M-10	C-RI-M-11	C-RI-M-12	C-RI-M-13	C-RI-M-14
Permeabilidad (cm/s)							

ENSAYOS	CALICATAS						
	C-RI-M-15	C-RI-M-16	C-RI-M-17	C-RI-M-18	C-RI-M-19	C-RI-M-20	C-RI-M-21
Grava (%)	61.5	59.8	68.7	59.4	55.4	66.1	64.1
Arena (%)	34.0	39.3	29.9	36.2	43.5	33.7	31.6
Finos (%)	4.5	0.9	1.4	4.4	1.1	0.1	4.3
Humedad natural (%)	1.1	3.8	2.4	1.2	3.1	3.1	2.7
LL (malla 40)	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
LP (malla 40)	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
IP (malla 40)	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
Clasificación SUCS	GP	GP	GW	GP	GP	GW	GP
Clasificación AASHTO	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)
Abrasión (%)	13.3	14.0	13.6	12.9	14.4	14.0	14.1
Optimo contenido de humedad % (natural)							
Densidad máxima, g/cm ³ (natural)							
CBR (Natural) al 100%							
CBR (Natural) al 95%							
Contenido de impurezas	1.54	1.20	1.83	1.46	1.29	1.12	1.45
Pasante la malla N°200 (natural)	7.07	3.66	4.05	6.35	3.21	2.32	6.35
Permeabilidad (cm/s)							

ENSAYOS	CALICATAS						
	C-RI-M-22	C-RI-M-23	C-RI-M-24	C-RI-M-25	C-RI-M-26	C-RI-M-27	C-RI-M-28
Grava (%)	53.7	60.0	60.5	54.0	51.1	45.4	48.3
Arena (%)	45.2	39.9	34.1	44.5	47.2	45.4	48.2
Finos (%)	1.1	0.1	5.4	1.6	1.6	9.2	3.5
Humedad natural (%)	0.8	3.1	3.0	1.8	3.0	1.1	2.9
LL (malla 40)	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
LP (malla 40)	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
IP (malla 40)	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
Clasificación SUCS	GP	GP	GP-GM	GP	GP	GP-GM	GP
Clasificación AASHTO	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)
Abrasión (%)	13.5	12.4	13.7	13.3	13.3	15.2	13.9
Optimo contenido de humedad % (natural)							
Densidad máxima, g/cm ³ (natural)							
CBR (Natural) al 100%							
CBR (Natural) al 95%							
Contenido de impurezas	1.38	1.27	1.22	1.26	1.28	1.26	1.35
Pasante la malla N°200 (natural)	3.59	3.07	7.88	3.05	3.05	13.24	5.59
Permeabilidad (cm/s)							

ENSAYOS	CALICATAS						
	C-RI-M-29	C-RI-M-30	C-RI-M-31	C-RI-M-32	C-RI-M-33	C-RI-M-34	C-RI-M-35
Grava (%)	52.3	57.0	69.7	66.2	68.2	55.5	77.6
Arena (%)	47.2	42.3	29.3	33.3	27.4	38.3	21.9
Finos (%)	0.5	0.7	1.0	0.5	4.4	6.3	0.5
Humedad natural (%)	2.6	2.8	1.6	1.9	2.7	2.2	1.2
LL (malla 40)	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP

ENSAYOS	CALICATAS						
	C-RI-M-29	C-RI-M-30	C-RI-M-31	C-RI-M-32	C-RI-M-33	C-RI-M-34	C-RI-M-35
LP (malla 40)	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
IP (malla 40)	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
Clasificación SUCS	GP	GP	GW	GP	GW	GP-GM	GP
Clasificación AASHTO	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)
Abrasión (%)	13.0	13.4	13.9	15.4	14.4	13.9	14.5
Optimo contenido de humedad % (natural)						6.3	
Densidad máxima, g/cm ³ (natural)						2.19	
CBR (Natural) al 100%						80	
CBR (Natural) al 95%						36	
Contenido de impurezas	1.30	1.29	1.37	1.51	1.41	1.48	1.43
Pasante la malla N°200 (natural)	2.36	3.16	3.7	2.98	6.74	8.47	3.68
Permeabilidad (cm/s)							

ENSAYOS	CALICATAS					RESUMEN ESTADISTICO			
	C-RI-M-36	C-RI-M-37	C-RI-M-38	C-RI-M-39	C-RI-M-40	N°	DS	CV	Prom.
Grava (%)	59.8	68.3	66.1	75.7	59.1	40	9.3	15.8	59.0
Arena (%)	38.7	30.7	29.2	19.9	35.5	40	8.8	23.6	37.2
Finos (%)	1.5	1.0	4.8	4.4	5.4	40	4.6	121.7	3.7
Humedad natural (%)	3.4	1.2	3.0	1.8	2.2	40	4.9	132.2	3.7
LL (malla 40)	NP	NP	NP	NP	NP	40	-	-	NP
LP (malla 40)	NP	NP	NP	NP	NP	40	-	-	NP
IP (malla 40)	NP	NP	NP	NP	NP	40	-	-	NP
Clasificación SUCS	GP	GW	GP	GP	GP-GM	40	-	-	GP
Clasificación AASHTO	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)	40	-	-	A-1-a
Abrasión (%)	15.3	13.4	13.8	16.0	13.8	40	1.0	6.9	14.0

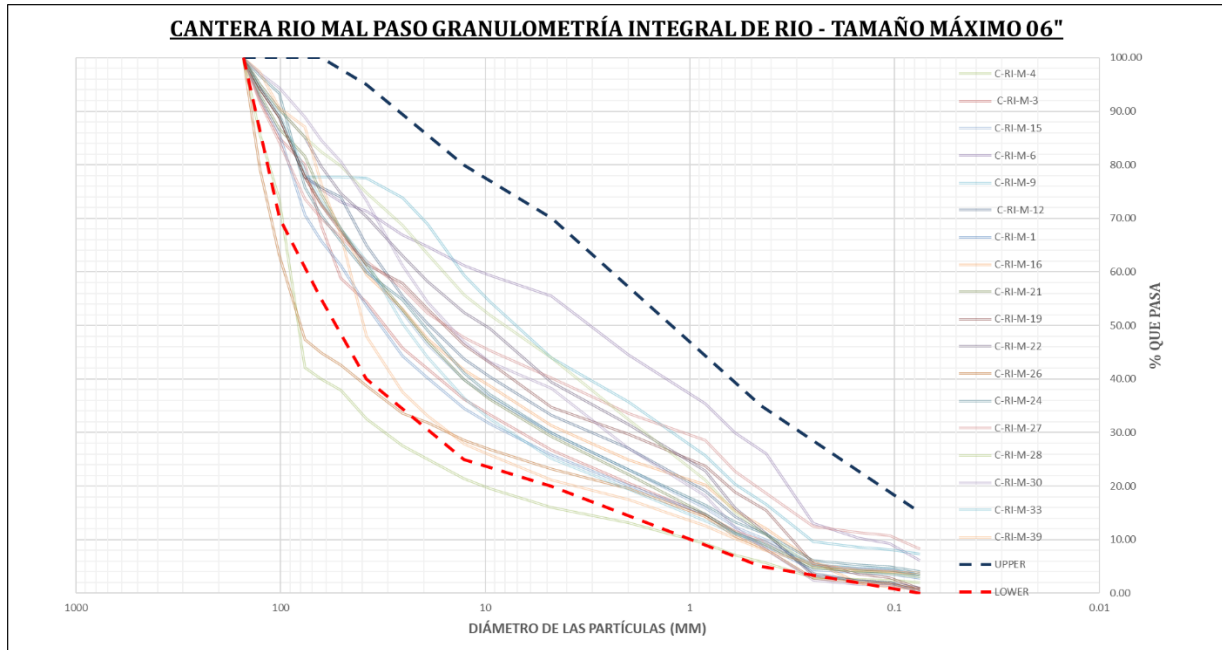
ENSAYOS	CALICATAS					RESUMEN ESTADISTICO			
	C-RI-M-36	C-RI-M-37	C-RI-M-38	C-RI-M-39	C-RI-M-40	N°	DS	CV	Prom.
Optimo contenido de humedad % (natural)	6.9					2	-	-	6.6
Densidad máxima, g/cm³ (natural)	2.22					2	-	-	2.2
CBR (Natural) al 100%						1	-	-	79.6
CBR (Natural) al 95%						1	-	-	36.2
Contenido de impurezas	1.46	2.73	1.30	1.39	1.54	40	0.3	18.0	1.45
Pasante la malla N°200 (natural)	3.67	3.2	6.52	6.71	7.05	40	4.6	77	6
Permeabilidad (cm/s)		9.08E-03							9.08E-03

Tabla 30 Análisis de ensayos de laboratorio de las calicatas de la Cantera MALPASO
(Elaboración propia 2022)

Ensayos de laboratorio ejecutados	Método de Ensayo	Especificaciones técnicas		Resultado obtenido	Usos
		Dique			Dique base y cuerpo
		Base y Cuerpo	Corona		
Límite Líquido N° 40	ASTM D 4318	-	-	NP	-
Índice de Plasticidad N° 40	ASTM D 4318	< 11%	< 10%	NP	Sí cumple
Clasificación AASHTO	ASTM D3282	Ver nota	Ver nota	A-1-a	Sí cumple
Abrasión (%)	ASTM C 131	60% Máx.	60% Máx.	14.0	Sí cumple
CBR (natural)	MTC E 132	-	-	80	-
Contenido de impurezas	UNE 146130	-	-	1.45	-
Pasante la malla N°200 (natural)	ASTM C117			6.0	-
Permeabilidad (cm/s)	ASTM D 2434			9.08E-03	

Nota: Clasificación AASHTO permitida es A-1-a, A-1-b, A-2-4, A-2-6 y A-3

Ilustración 19. Huso para conformación de dique Cantera MALPASO
(Fuente: Elaboración propia, 2022)



Según el huso se considera que el material se encuentra dentro del mismo, por lo cual se recomienda que el material se puede usar para la conformación del dique o hacer combinaciones para que cumpla con el uso granulométrico propuesto.

3.7.3.6. Explotación

La extracción se realizará en forma directa, con excavadora, cargador frontal y volquetes.

3.7.3.7. Usos Propuestos

Tomando en consideración las recomendaciones efectuadas en el ítem anterior el material de la cantera Mal Paso puede ser usado como relleno para cuerpo de dique.

3.7.3.8. Tratamiento

El material por utilizar en la conformación de los diques será de tamaño máximo 6" (152.4 mm). Además, se verificará en todo momento que el material también en la conformación del dique, cumpla con las características granulométricas y de calidad establecidas en este documento y en los requerimientos técnicos del proyecto.

3.7.3.9. Rendimiento

El rendimiento de las canteras se realizó en base a la granulometría global realizada, se obtiene un rendimiento alto, debido a que en la zona de la cantera de río Mal Paso, ya se cuenta con material seleccionado.

Tabla 31 Granulometría en Volumen de la Cantera de río Mal Paso
(Fuente: Elaboración Propia, 2022)

Abertura	% Retenido	% Acumulado	% Pasante
6	7.42	7.42	92.58
4	12.42	19.84	80.16
3	10.21	30.05	69.95
2	8.44	38.49	61.51
<2	61.51	100.00	

Para el uso en la conformación del cuerpo del dique de la cantera Mal Paso:

Dique: $100\% - 7.42\%$ (retenida acumulado malla 6") $\rightarrow$ Rendimiento = 92.58%

3.7.3.10. Volumen de Explotación

Considerando los perfiles estratigráficos de la cantera de río Mal Paso y las profundidades alcanzadas en las calicatas exploradas, se determinó un área de explotación de 202371.69 m² y un volumen bruto de 434017.88 m³.

Tabla 32 Volumen de explotación de la Cantera de río Mal Paso
(Fuente: Elaboración Propia, 2022)

Descripción	Símbolo	%	Volumen (m ³)
Volumen bruto	Vb		434017.88
Desbroce (h=0.00 m.)	D	0	0
Volumen neto	Vn=Vb-D		434018
Volumen over (>6")	V0	7.42	32208
Volumen utilizable	Vu=Vn-V0		401809

3.7.4. Pedregal

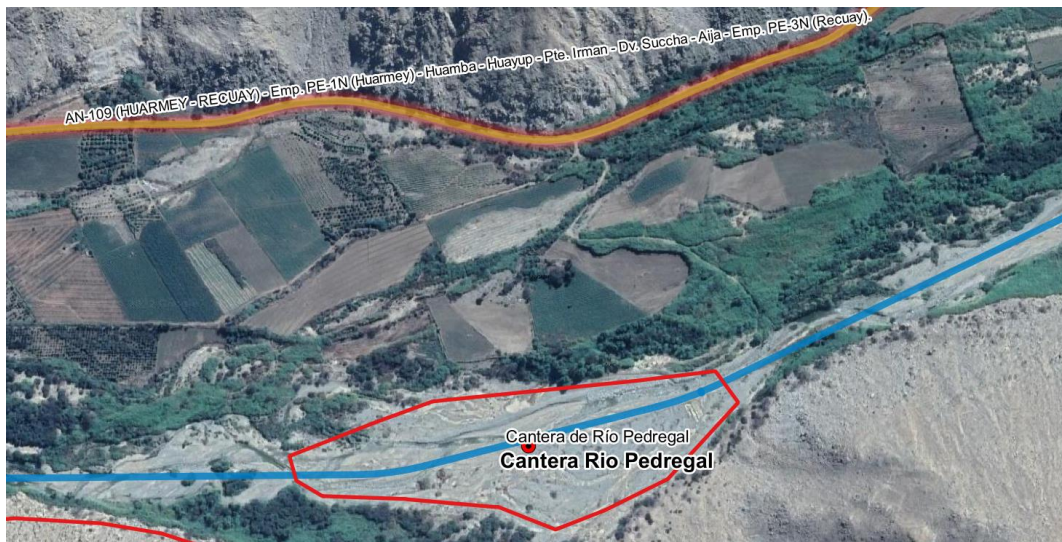
3.7.4.1. Ubicación

La Cantera Río Pedregal se encuentra en el distrito de Huarney, provincia de Huarney, departamento de Ancash. El centro geométrico aproximadamente de la cantera Río Pedregal es 8891717,182664 coordenadas UTM.

3.7.4.2. Accesibilidad

El acceso a la Cantera de Río Pedregal es ingresando por la "Autopista AN-109", como se muestra en la Ilustración 20.

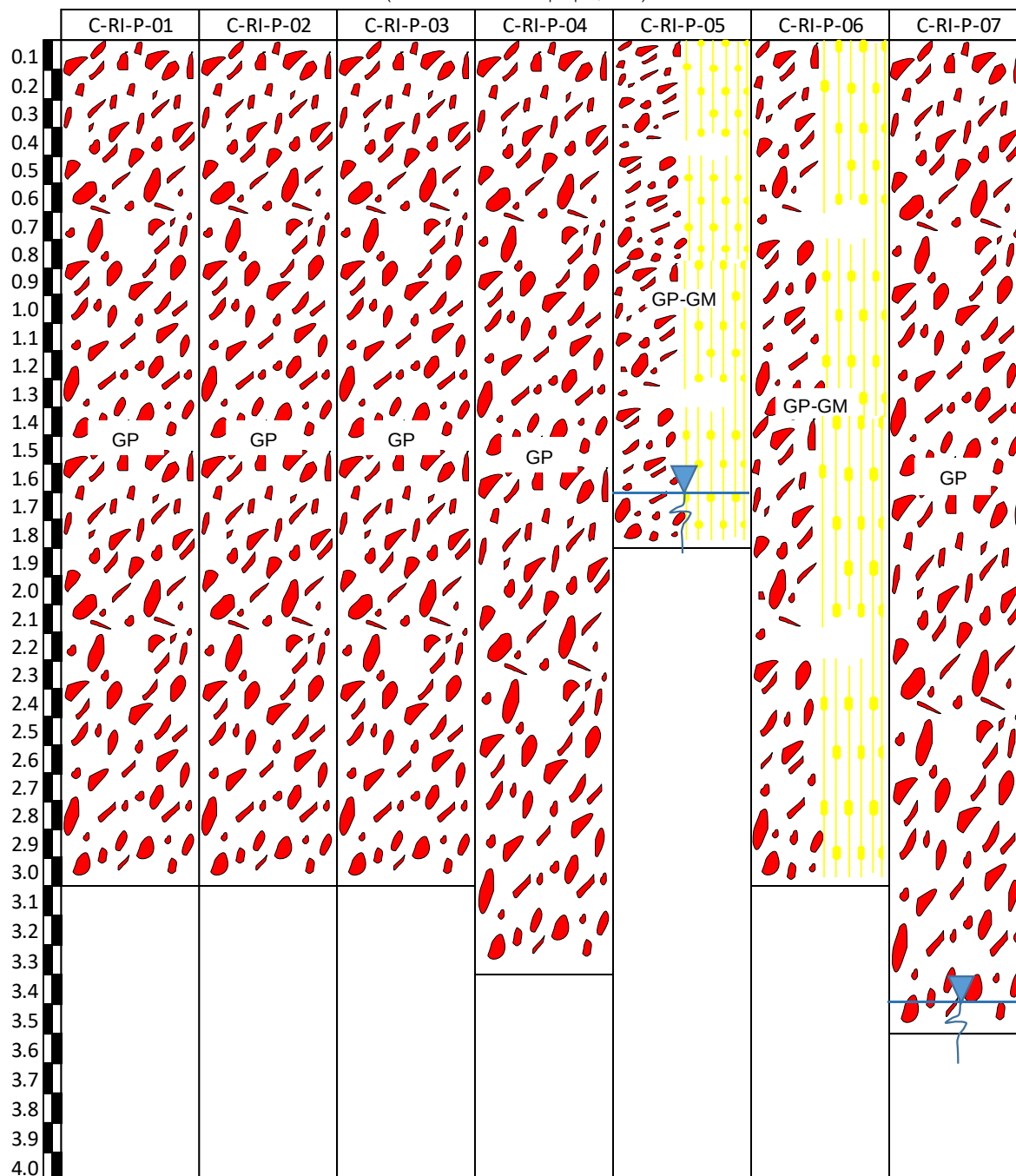
Ilustración 20 .Imagen satelital del acceso a la cantera Río Pedregal
(Fuente: Elaboración propia, 2022)

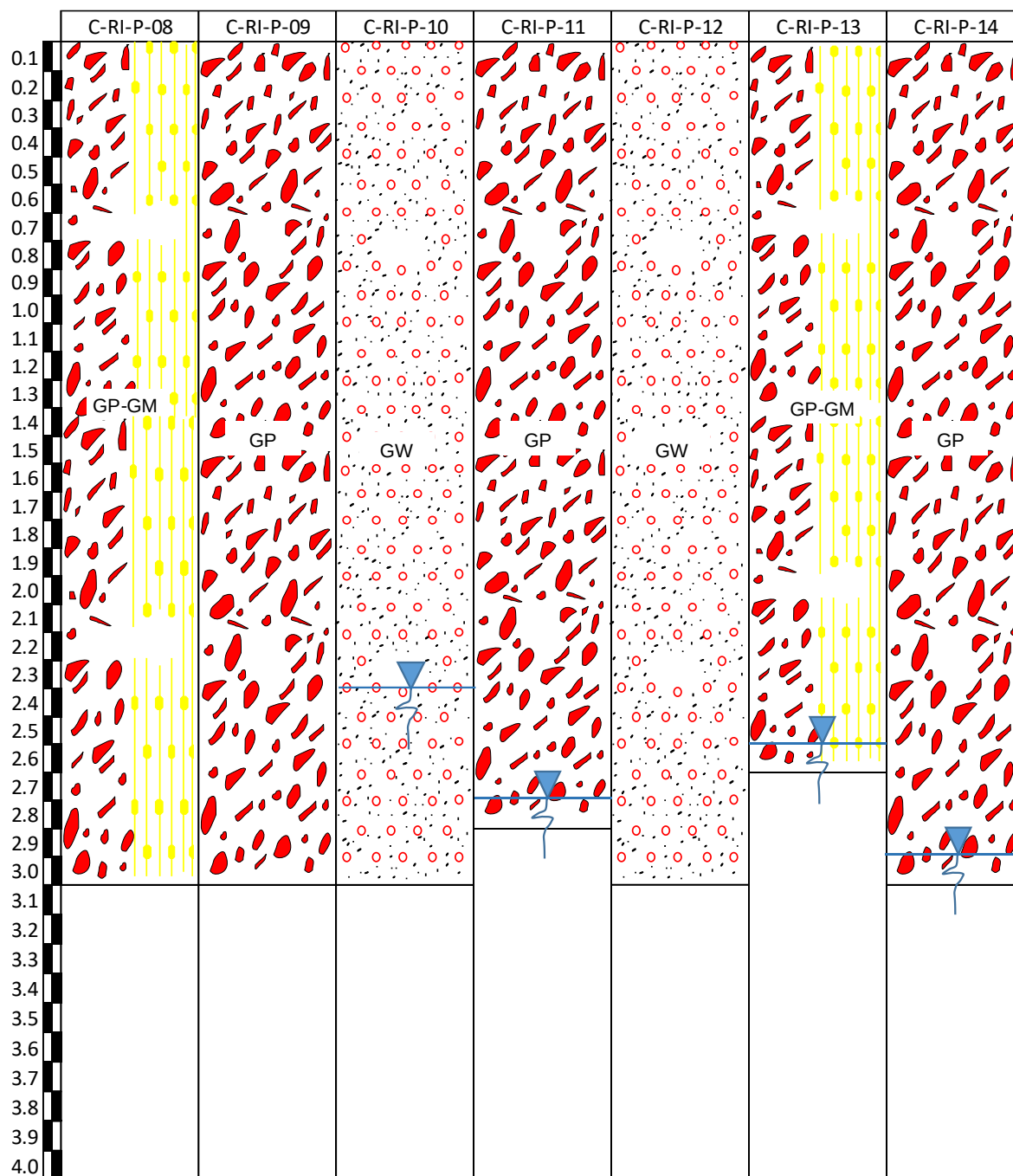


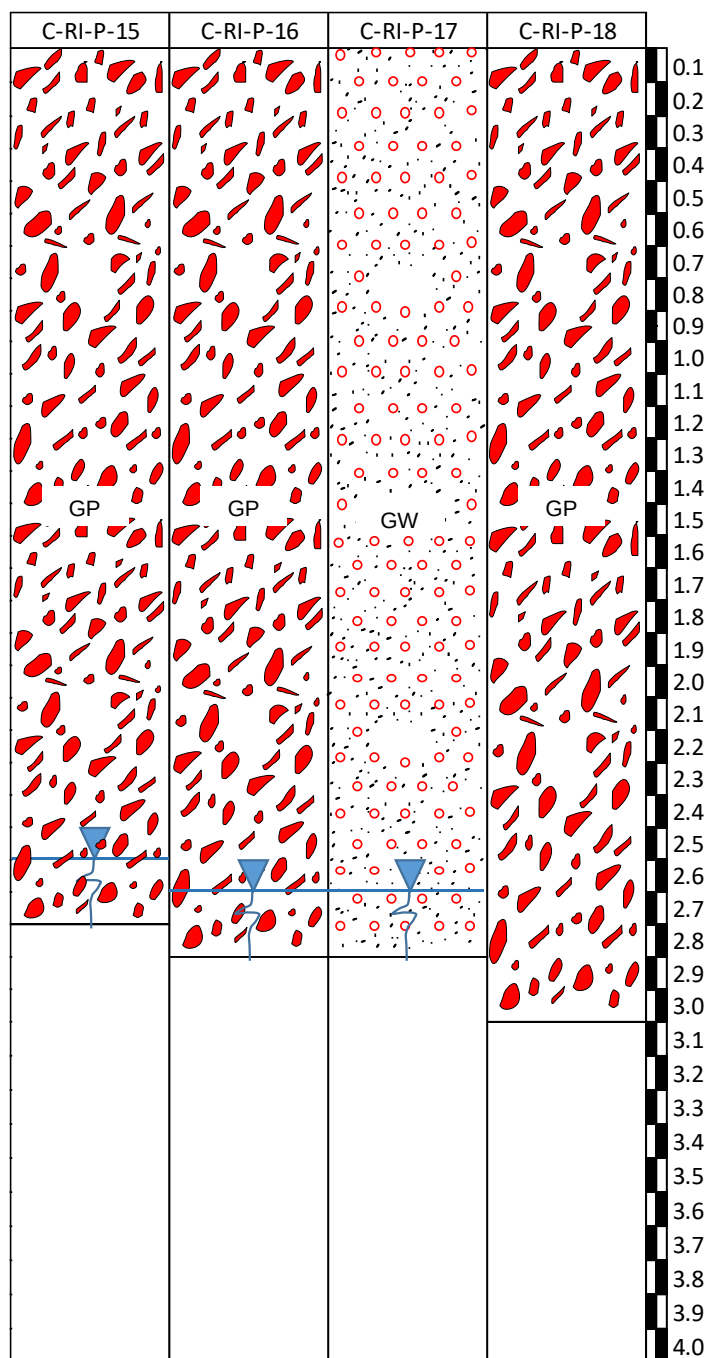
3.7.4.3. Descripción

El lugar presenta grava mal gradada con presencia de bloques, bolones y cantos. Asimismo, presenta depósito de suelos aluviales-fluviales.

Ilustración 21. Perfil Estratigráfico Cantera Pedregal
(Fuente: Elaboración propia, 2022)







3.7.4.4. Investigación realizada

Tabla 33.Exploraciones de la cantera Río Pedregal
(Fuente: Elaboración propia, 2022)

N°	Río	Calicata	Coordenadas UTM		Fechas de ejecución	Prof. (m)	Nivel Freático (m)
			Este	Norte			
1	Cantera Río Pedregal	C-RI-P-01	182933	8891793	1/02/2022	3.00	-
2	Cantera Río Pedregal	C-RI-P-02	182891	8891722	1/02/2022	3.00	-
3	Cantera Río Pedregal	C-RI-P-03	182844	8891760	1/02/2022	3.00	-
4	Cantera Río Pedregal	C-RI-P-04	182796	8891685	1/02/2022	3.30	-
5	Cantera Río Pedregal	C-RI-P-05	182764	8891752	1/02/2022	1.80	1.60

N°	Río	Calicata	Coordenadas UTM		Fechas de ejecución	Prof. (m)	Nivel Freático (m)
			Este	Norte			
6	Cantera Río Pedregal	C-RI-P-06	182774	8891637	1/02/2022	3.00	-
7	Cantera Río Pedregal	C-RI-P-07	182724	8891722	2/02/2022	3.50	-
8	Cantera Río Pedregal	C-RI-P-08	182711	8891615	2/02/2022	3.00	-
9	Cantera Río Pedregal	C-RI-P-09	182667	8891660	2/02/2022	3.00	-
10	Cantera Río Pedregal	C-RI-P-10	182666	8891755	2/02/2022	3.00	2.30
11	Cantera Río Pedregal	C-RI-P-11	182594	8891670	2/02/2022	2.80	2.70
12	Cantera Río Pedregal	C-RI-P-12	182573	8891763	2/02/2022	3.00	-
13	Cantera Río Pedregal	C-RI-P-13	182534	8891643	2/02/2022	2.60	2.50
14	Cantera Río Pedregal	C-RI-P-14	182482	8891734	2/02/2022	3.00	2.90
15	Cantera Río Pedregal	C-RI-P-15	182483	8891685	2/02/2022	2.70	2.50
16	Cantera Río Pedregal	C-RI-P-16	182415	8891710	2/02/2022	2.80	2.60
17	Cantera Río Pedregal	C-RI-P-17	182410	8891673	2/02/2022	2.80	2.60
18	Cantera Río Pedregal	C-RI-P-18	182522	8891746	2/02/2022	3.00	-

Ilustración 22. Exploración de calicatas cantera Río Pedregal
(Fuente: Elaboración propia, 2022)



3.7.4.5. Análisis de Resultados

Tabla 34 Resumen de ensayos de laboratorio de las calicatas de la Cantera Rio Pedregal
(Elaboración propia 2022)

ENSAYOS	CALICATAS				
	C-RI-P-01	C-RI-P-02	C-RI-P-03	C-RI-P-04	C-RI-P-05
Grava (%)	58.2	64.9	54.3	59.2	57.0
Arena (%)	37.9	35.0	45.4	36.1	38.0
Finos (%)	4.0	0.1	0.4	4.7	5.0
Humedad natural (%)	2.1	1.1	1.9	1.4	3.0
LL (malla 40)	NP	NP	NP	NP	NP
LP (malla 40)	NP	NP	NP	NP	NP
IP (malla 40)	NP	NP	NP	NP	NP
Clasificación SUCS	GP	GP	GP	GP	GP-GM
Clasificación AASHTO	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)
Abrasión (%)	14.2	14.1	13.8	13.8	14.5
Optimo contenido de humedad % (natural)					
Densidad máxima, g/cm ³ (natural)					
CBR (Natural) al 100%					
CBR (Natural) al 95%					
Contenido de impurezas	1.68	1.57	1.45	1.56	1.60
Pasante la malla N°200 (natural)	4.64	2.18	1.17	6.06	6.99

ENSAYOS	CALICATAS		RESUMEN ESTADISTICO			
	C-RI-P-06	C-RI-P-07	N°	DS	CV	Prom.
Grava (%)	53.3	77.8	18	11.4	17.7	64.6
Arena (%)	42.6	22.1	18	10.6	32.9	32.3

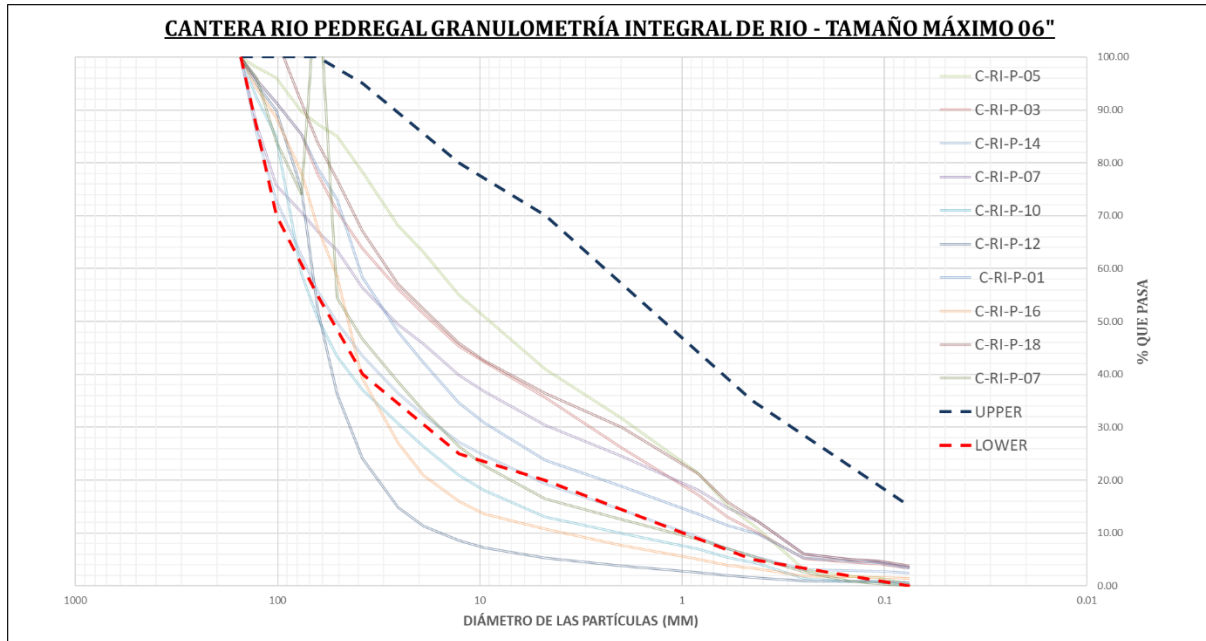
ENSAYOS	CALICATAS		RESUMEN ESTADISTICO			
	C-RI-P-06	C-RI-P-07	N°	DS	CV	Prom.
Finos (%)	5.1	0.1	18	2.3	73.0	3.1
Humedad natural (%)	1.2	3.7	18	3.6	118.0	3.0
LL (malla 40)	NP	NP	18	-	-	NP
LP (malla 40)	NP	NP	18	-	-	NP
IP (malla 40)	NP	NP	18	-	-	NP
Clasificación SUCS	GP-GM	GP	18	-	-	GP
Clasificación AASHTO	A-1-a(1)	A-1-a(1)	18	-	-	A-1-a
Abrasión (%)	16.4	15.8	17	1.1	7.7	14.4
Optimo contenido de humedad % (natural)			1	-	-	5.7
Densidad máxima, g/cm³ (natural)			1	-	-	2.2
CBR (Natural) al 100%			1	-	-	73.8
CBR (Natural) al 95%			1	-	-	30.5
Contenido de impurezas	1.44	1.19	18	0.2	12.5	1.4
Pasante la malla N°200 (natural)	6.5	2.2	18	2.1	49	4

Tabla 35 Análisis de ensayos de laboratorio de las calicatas de la Cantera Rio Pedregal
(Elaboración propia 2022)

Ensayos de laboratorio ejecutados	Método de Ensayo	Especificaciones técnicas		Resultado obtenido	Usos
		Dique			Dique base y cuerpo
		Base y Cuerpo	Corona		
Límite Líquido N° 40	ASTM D 4318	-	-	NP	-
Índice de Plasticidad N° 40	ASTM D 4318	< 11%	< 10%	NP	Sí cumple
Clasificación AASHTO	ASTM D3282	Ver nota	Ver nota	A-1-a	Sí cumple
Abrasión (%)	ASTM C 131	60% Máx.	60% Máx.	14.4	Sí cumple
CBR (natural)	MTC E 132	-	-	74	-
Contenido de impurezas	ASTM D - 2974	-	-	1.43	-
Pasante la malla N°200 (natural)	ASTM C117			4.3	-

Nota: Clasificación AASHTO permitida es A-1-a, A-1-b, A-2-4, A-2-6 y A-3

Ilustración 23. Huso para conformación de dique Cantera Cantera Pedregal
(Fuente: Elaboración propia, 2022)



3.7.4.6. Explotación

La extracción se realizará en forma directa, con excavadora, cargador frontal y volquetes.

3.7.4.7. Usos Propuestos

Tomando en consideración las recomendaciones efectuadas en el ítem anterior el material de la cantera Pedregal puede ser usado como relleno para cuerpo de dique.

3.7.4.8. Tratamiento

El material por utilizar en la conformación de los diques será de tamaño máximo 6" (152.4 mm). Además, se verificará en todo momento que el material también en la conformación del dique, cumpla con las características granulométricas y de calidad establecidas en este documento y en los requerimientos técnicos

3.7.4.9. Rendimiento

El rendimiento de las canteras se realizó en base a la granulometría global realizada, se obtiene un rendimiento alto, debido a que en la zona de la cantera de río Pedregal, ya se cuenta con material seleccionado.

Tabla 36 Granulometría en Volumen de la Cantera de río Pedregal
(Fuente: Elaboración Propia, 2022)

Abertura	% Retenido	% Acumulado	% Pasante
6	10.89	10.89	89.11
4	11.21	22.10	77.90

Abertura	% Retenido	% Acumulado	% Pasante
3	9.86	31.96	68.04
2	14.50	46.46	53.54
<2	53.54	100.00	

Para el uso en la conformación del cuerpo del dique de la cantera de río Pedregal:

Dique: 100% - 10.89% (retenida acumulado malla 6") → Rendimiento = 89.11%

3.7.4.10. Volumen de Explotación

Considerando los perfiles estratigráficos de la cantera de río Pedregal y las profundidades alcanzadas en las calicatas exploradas se determinó un área de explotación de 80994.107m² y un volumen bruto 249918.83 m³

Tabla 37 Volumen de explotación de la Cantera Pedregal
(Fuente: Elaboración Propia, 2022)

Descripción	Símbolo	%	Volumen (m ³)
Volumen bruto	Vb		249918.83
Desbroce (h=0.00 m.)	D	0	0
Volumen neto	Vn=Vb-D		249919
Volumen over (>6")	V0	10.89	27221
Volumen utilizable	Vu=Vn-V0		222698

3.7.5. Río Seco

3.7.5.1. Ubicación

La Cantera Río Seco se encuentra en el distrito de Huarmey, provincia de Huarmey, departamento de Ancash. El centro geométrico aproximadamente de la cantera Río Seco es 8893744, 185310 coordenadas UTM.

3.7.5.2. Accesibilidad

El acceso a la Cantera es ingresando por la "Autopista AN-109", como se muestra en la Ilustración, sin embargo, se debe considerar que el río se encuentre en época de caudal bajo para su acceso, como se muestra en la Ilustración 24.

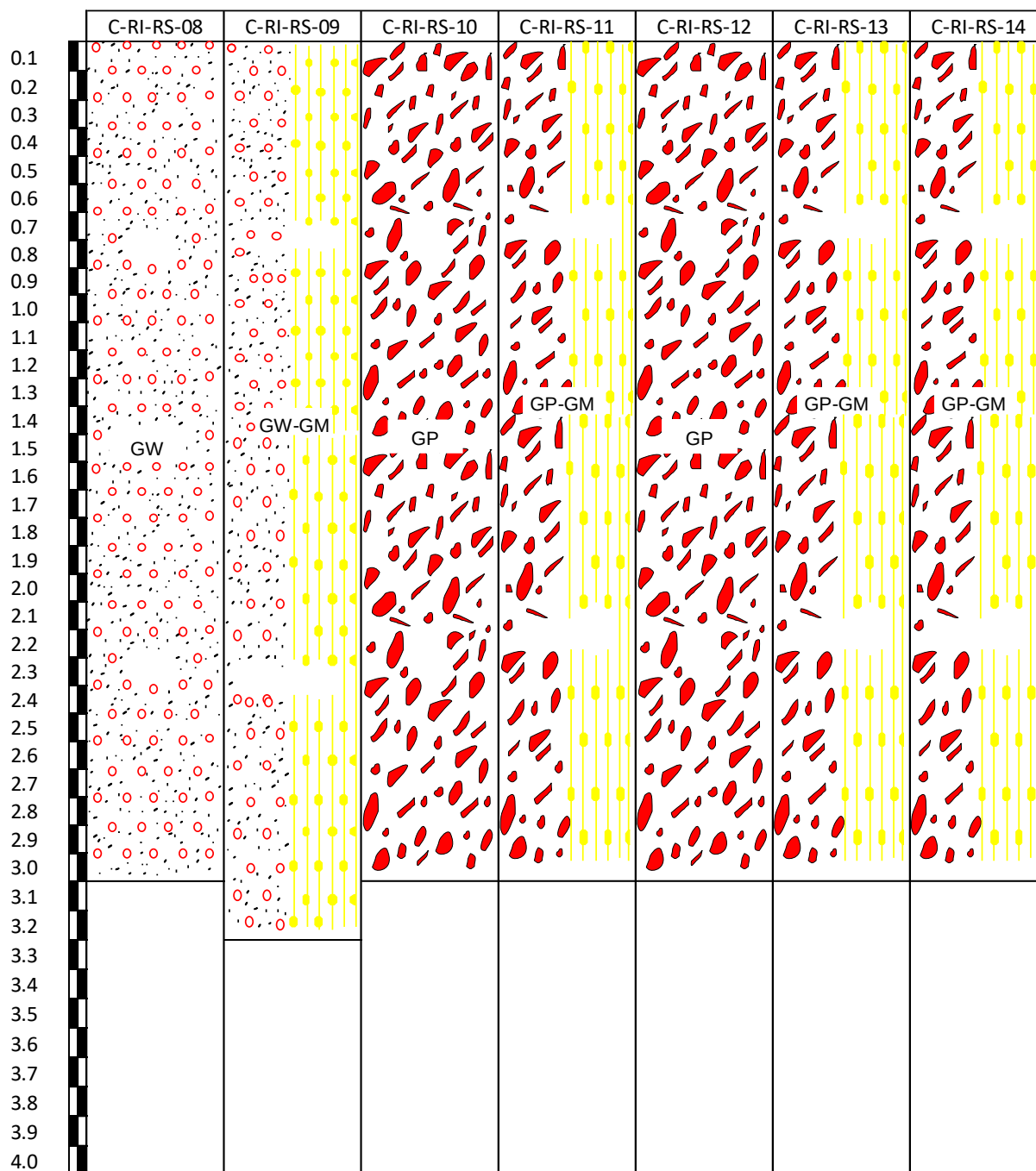
Ilustración 24. Imagen satelital del acceso a la cantera río seco
(Fuente: Elaboración propia, 2022)

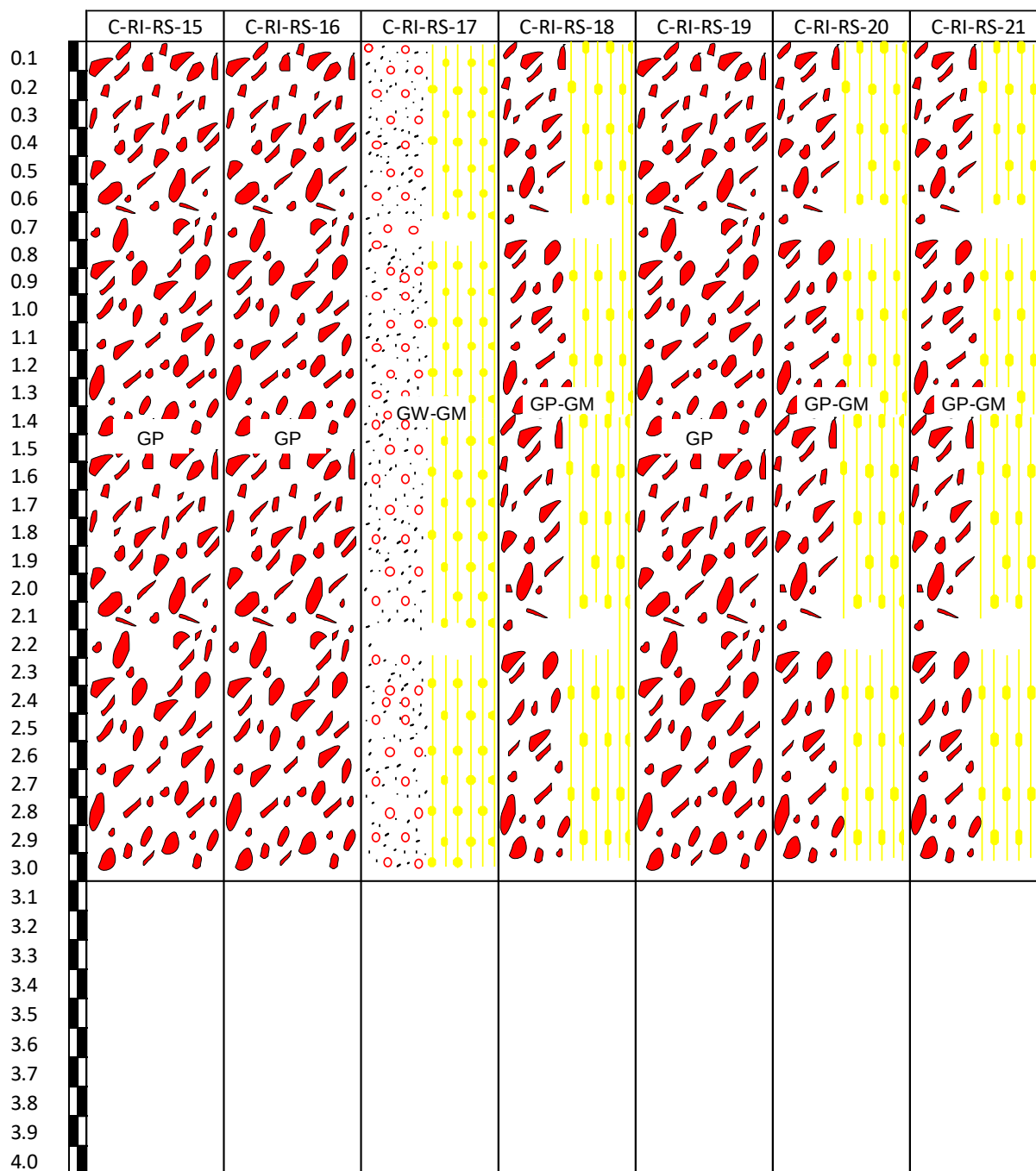


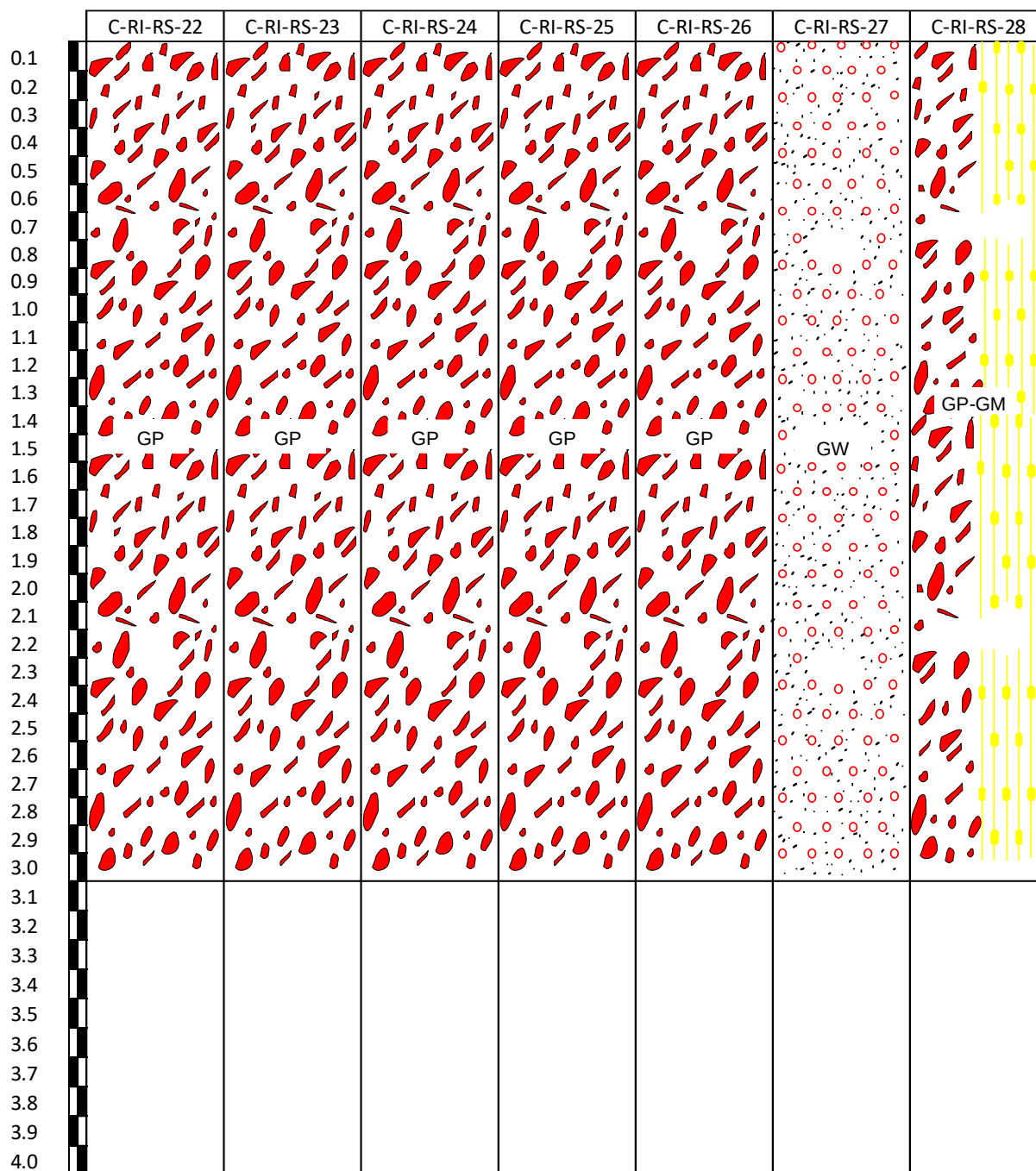
3.7.5.3. Descripción

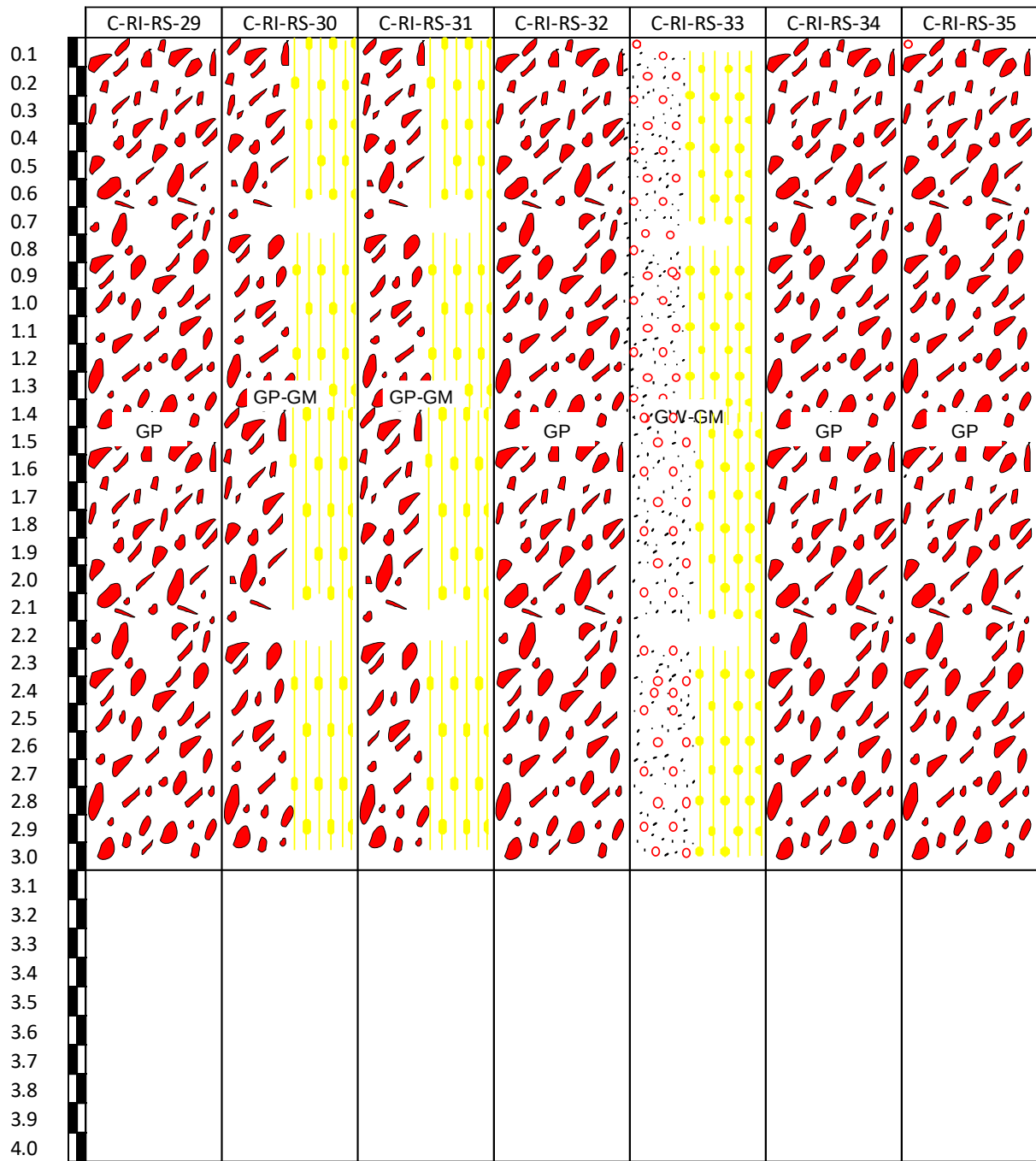
El lugar presenta grava mal gradada con presencia de bloques, bolones y cantos. Asimismo, presenta depósito de suelos aluviales-fluviales, depósitos de suelo del cretácico inferior Junco, también existe la presencia del Batolito de la costa- Super unidad Santa Rosa, granodiorita.

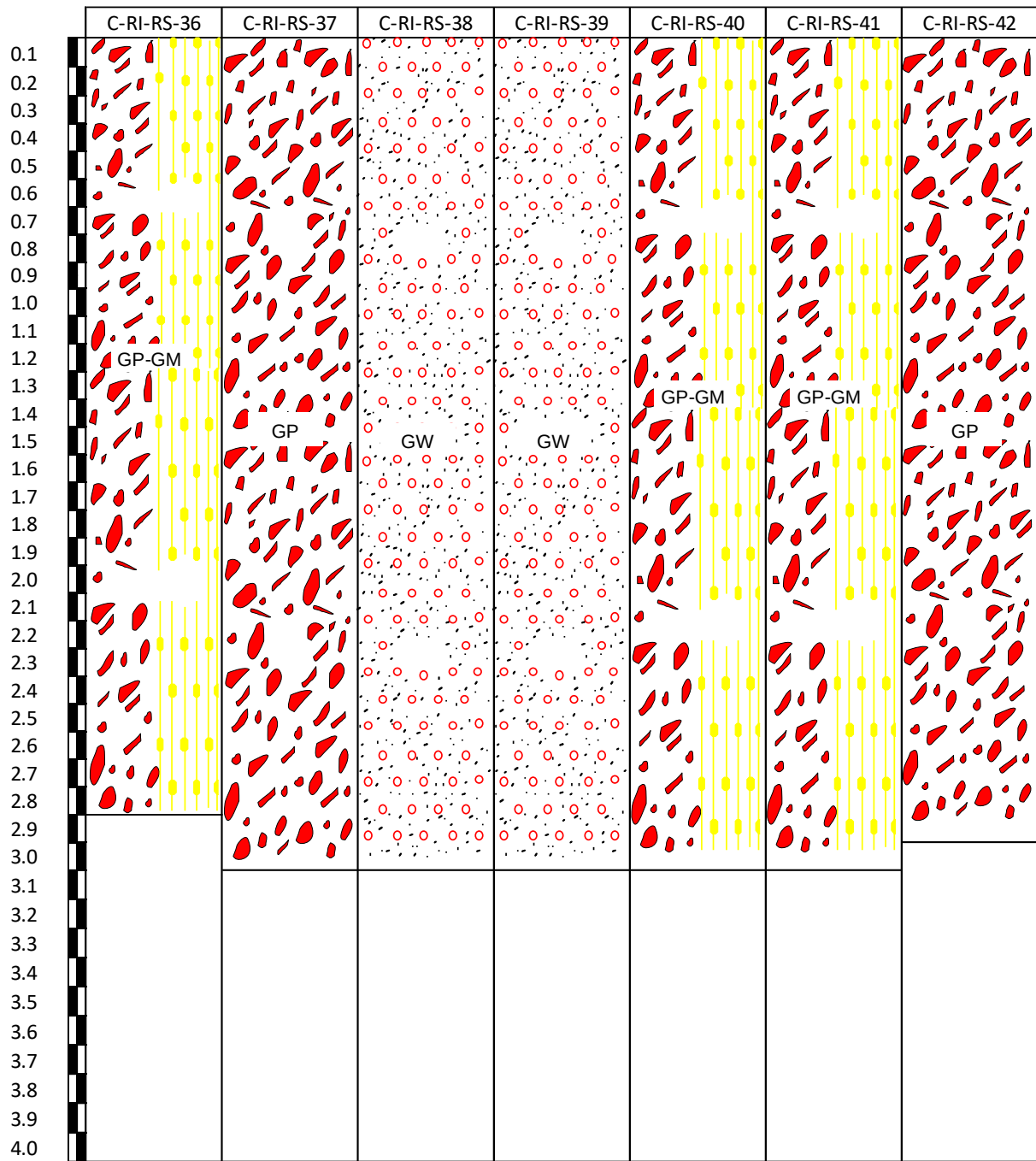
	C-RI-RS-01	C-RI-RS-02	C-RI-RS-03	C-RI-RS-04	C-RI-RS-05	C-RI-RS-06	C-RI-RS-07
0.1							
0.2							
0.3							
0.4							
0.5							
0.6							
0.7							
0.8							
0.9							
1.0							
1.1							
1.2							
1.3							
1.4							
1.5							
1.6							
1.7							
1.8							
1.9							
2.0							
2.1							
2.2							
2.3							
2.4							
2.5							
2.6							
2.7							
2.8							
2.9							
3.0							
3.1							
3.2							
3.3							
3.4							
3.5							
3.6							
3.7							
3.8							
3.9							
4.0							

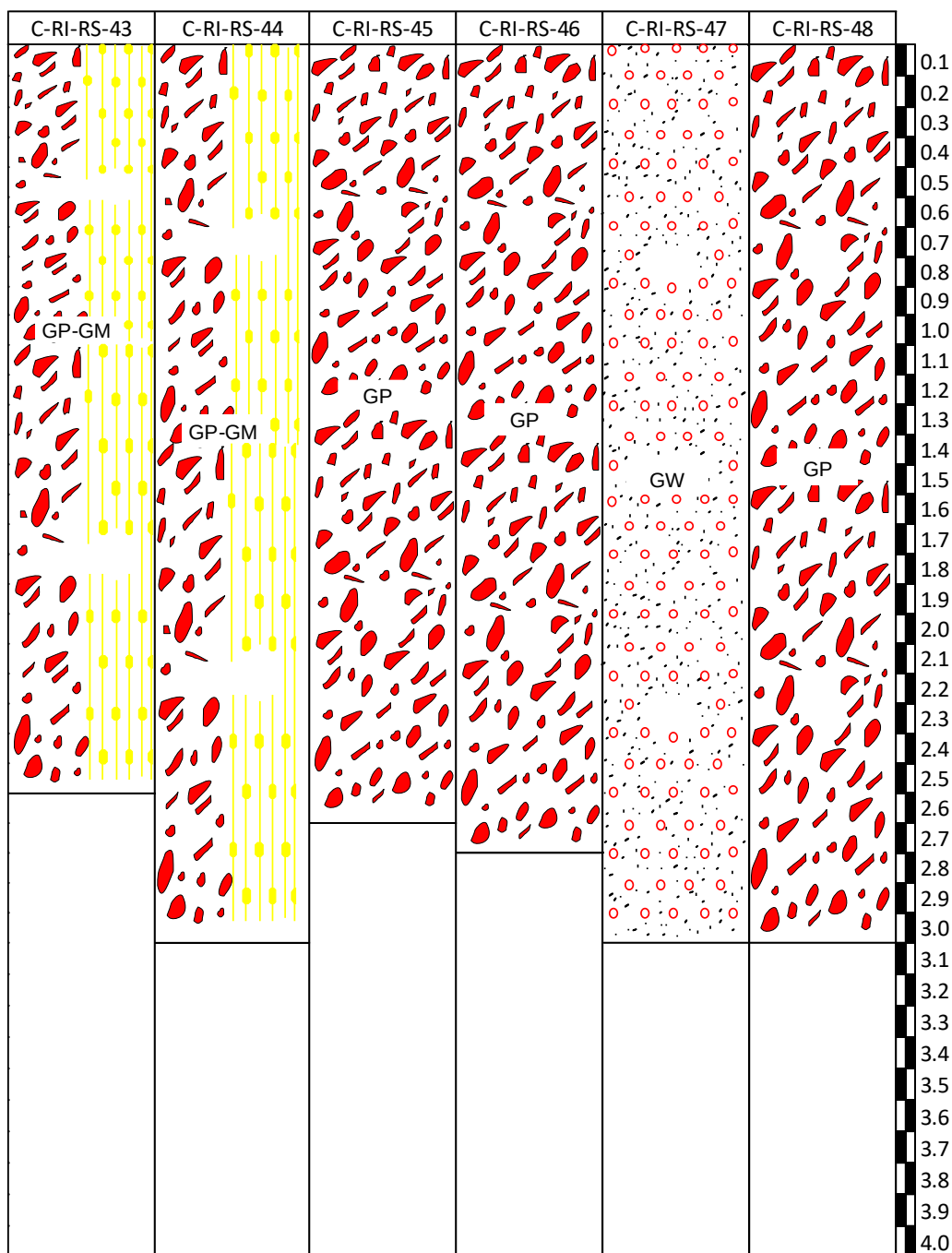












3.7.5.4. Investigación realizada

Tabla 38. Exploraciones de la cantera Río Seco
(Fuente: Elaboración propia, 2022)

N°	Río	Calicata	Coordenadas UTM		Fechas de ejecución	Prof. (m)	Nivel Freático (m)
			Este	Norte			
1	Cantera Río Seco	C-RI-RS-01	185475	8894257	28/01/2022	3.00	-
2	Cantera Río Seco	C-RI-RS-02	185490	8894236	28/01/2022	3.00	-
3	Cantera Río Seco	C-RI-RS-03	186573	8895486	28/01/2022	3.00	-

N°	Río	Calicata	Coordenadas UTM		Fechas de ejecución	Prof. (m)	Nivel Freático (m)
			Este	Norte			
4	Cantera Río Seco	C-RI-RS-04	185524	8894197	28/01/2022	3.30	-
5	Cantera Río Seco	C-RI-RS-05	185492	8894288	28/01/2022	3.00	-
6	Cantera Río Seco	C-RI-RS-06	185533	8894260	28/01/2022	3.20	-
7	Cantera Río Seco	C-RI-RS-07	185441	8894210	28/01/2022	3.00	-
8	Cantera Río Seco	C-RI-RS-08	185449	8894194	28/01/2022	3.00	-
9	Cantera Río Seco	C-RI-RS-09	185459	8894163	28/01/2022	3.20	-
10	Cantera Río Seco	C-RI-RS-10	185494	8894150	28/01/2022	3.00	-
11	Cantera Río Seco	C-RI-RS-11	185349	8894154	29/01/2022	3.00	-
12	Cantera Río Seco	C-RI-RS-12	185411	8899153	28/01/2022	3.00	-
13	Cantera Río Seco	C-RI-RS-13	185431	8894130	28/01/2022	3.00	-
14	Cantera Río Seco	C-RI-RS-14	185438	8894114	29/01/2022	3.00	-
15	Cantera Río Seco	C-RI-RS-15	185360	8894050	29/01/2022	3.00	-
16	Cantera Río Seco	C-RI-RS-16	185416	8894023	29/01/2022	3.00	-
17	Cantera Río Seco	C-RI-RS-17	185455	8894010	29/01/2022	3.00	-
18	Cantera Río Seco	C-RI-RS-18	185299	8894026	29/01/2022	3.00	-
19	Cantera Río Seco	C-RI-RS-19	185319	8893947	29/01/2022	3.00	-
20	Cantera Río Seco	C-RI-RS-20	185370	8893919	29/01/2022	3.00	-
21	Cantera Río Seco	C-RI-RS-21	185474	8893908	29/01/2022	3.00	-
22	Cantera Río Seco	C-RI-RS-22	185259	8893872	29/01/2022	3.00	-
23	Cantera Río Seco	C-RI-RS-23	185311	8893825	29/01/2022	3.00	-
24	Cantera Río Seco	C-RI-RS-24	185420	8893810	29/01/2022	3.00	-
25	Cantera Río Seco	C-RI-RS-25	185351	8893834	29/01/2022	3.00	-
26	Cantera Río Seco	C-RI-RS-26	185201	8893844	29/01/2022	3.00	-
27	Cantera Río Seco	C-RI-RS-27	185344	8893781	29/01/2022	3.00	-
28	Cantera Río Seco	C-RI-RS-28	185244	8893779	29/01/2022	3.00	-
29	Cantera Río Seco	C-RI-RS-29	185268	8893760	30/01/2022	3.00	-
30	Cantera Río Seco	C-RI-RS-30	185308	8893705	29/01/2022	3.00	-
31	Cantera Río Seco	C-RI-RS-31	185308	8893705	30/01/2022	3.00	-
32	Cantera Río Seco	C-RI-RS-32	185221	8893700	30/01/2022	3.00	-
33	Cantera Río Seco	C-RI-RS-33	185271	8893676	30/01/2022	3.00	-
34	Cantera Río Seco	C-RI-RS-34	185347	8893626	30/01/2022	3.00	-
35	Cantera Río Seco	C-RI-RS-35	185177	8893615	31/01/2022	3.00	-
36	Cantera Río Seco	C-RI-RS-36	185245	8893582	30/01/2022	2.80	2.50
37	Cantera Río Seco	C-RI-RS-37	185272	8893541	30/01/2022	3.00	-
38	Cantera Río Seco	C-RI-RS-38	186181	8893518	31/01/2022	Río	2.75
39	Cantera Río Seco	C-RI-RS-39	185103	8893443	31/01/2022	3.00	2.85
40	Cantera Río Seco	C-RI-RS-40	185227	8893430	30/01/2022	3.00	2.80
41	Cantera Río Seco	C-RI-RS-41	185156	8893362	30/01/2022	3.00	2.80

N°	Río	Calicata	Coordenadas UTM		Fechas de ejecución	Prof. (m)	Nivel Freático (m)
			Este	Norte			
42	Cantera Río Seco	C-RI-RS-42	185061	8893390	31/01/2022	3.00	2.20
43	Cantera Río Seco	C-RI-RS-43	185026	8893443	31/01/2022	2.50	2.00
44	Cantera Río Seco	C-RI-RS-44	185043	8893274	31/01/2022	3.00	2.70
45	Cantera Río Seco	C-RI-RS-45	185092	8893237	31/01/2022	2.60	2.40
46	Cantera Río Seco	C-RI-RS-46	185028	8893365	31/01/2022	2.70	2.50
47	Cantera Río Seco	C-RI-RS-47	184979	8893286	31/01/2022	3.00	2.80
48	Cantera Río Seco	C-RI-RS-48	185028	8893198	31/01/2022	3.00	2.80

Ilustración 26. Exploración de calicatas cantera Río Seco
(Fuente: Elaboración propia, 2022)



3.7.5.5. Análisis de Resultados

Tabla 39 Resumen de ensayos de laboratorio de las calicatas de la Cantera Río Seco
(Elaboración propia 2022)

ENSAYOS	CALICATAS						
	C-RI-RS-01	C-RI-RS-02	C-RI-RS-03	C-RI-RS-04	C-RI-RS-05	C-RI-RS-06	C-RI-RS-07
Grava (%)	87.0	74.5	62.8	62.8	84.5	61.5	63.5
Arena (%)	11.4	20.7	35.3	35.3	13.3	38.4	23.1
Finos (%)	1.7	4.9	1.9	1.9	2.2	0.2	13.4
Humedad natural (%)	3.7	0.5	4.0	0.9	1.5	0.7	1.9
LL (malla 40)	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP

ENSAYOS	CALICATAS						
	C-RI-RS-01	C-RI-RS-02	C-RI-RS-03	C-RI-RS-04	C-RI-RS-05	C-RI-RS-06	C-RI-RS-07
LP (malla 40)	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
IP (malla 40)	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
Clasificación SUCS	GW	GP	GP	GP	GW	GP	GM
Clasificación AASHTO	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(0)
Abrasión (%)	15.5	14.9	14.7	15.6	14.5	15.3	14.7
Optimo contenido de humedad % (natural)							
Densidad máxima, g/cm ³ (natural)							
CBR (Natural) al 100%							
CBR (Natural) al 95%							
Contenido de impurezas	1	1	1	1	2	1	2
Pasante la malla N°200 (natural)	4	5.75	2.99	3.66	4.1	2.73	7.09
Permeabilidad (cm/s)				3.52E-03			

ENSAYOS	CALICATAS						
	C-RI-RS-08	C-RI-RS-09	C-RI-RS-10	C-RI-RS-11	C-RI-RS-12	C-RI-RS-13	C-RI-RS-14
Grava (%)	69.5	62.8	53.8	62.9	64.0	58.8	56.5
Arena (%)	30.5	31.4	42.2	31.7	31.8	36.1	37.1
Finos (%)	0.1	5.8	4.1	5.5	4.3	5.1	6.5
Humedad natural (%)	1.3	4.9	1.9	1.6	1.8	2.0	2.0
LL (malla 40)	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
LP (malla 40)	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
IP (malla 40)	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
Clasificación SUCS	GW	GW-GM	GP	GP-GM	GP	GP-GM	GP-GM
Clasificación AASHTO	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)

ENSAYOS	CALICATAS						
	C-RI-RS-08	C-RI-RS-09	C-RI-RS-10	C-RI-RS-11	C-RI-RS-12	C-RI-RS-13	C-RI-RS-14
Abrasión (%)	15.5	14.2	13.9	14.4	14.6	13.9	14.8
Optimo contenido de humedad % (natural)							
Densidad máxima, g/cm ³ (natural)							
CBR (Natural) al 100%							
CBR (Natural) al 95%							
Contenido de impurezas	2	1	1	2	2	2	1
Pasante la malla N°200 (natural)	1.53	8.38	6.75	7.6	6.51	7.65	8.55
Permeabilidad (cm/s)							

ENSAYOS	CALICATAS						
	C-RI-RS-15	C-RI-RS-16	C-RI-RS-17	C-RI-RS-18	C-RI-RS-19	C-RI-RS-20	C-RI-RS-21
Grava (%)	54.3	63.3	62.4	59.6	55.3	57.9	51.3
Arena (%)	45.5	32.2	31.3	34.1	40.2	34.1	43.6
Finos (%)	0.2	4.5	6.2	6.3	4.5	8.0	5.1
Humedad natural (%)	2.8	5.8	26.7	0.7	1.6	0.5	1.8
LL (malla 40)	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
LP (malla 40)	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
IP (malla 40)	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
Clasificación SUCS	GP	GP	GW-GM	GP-GM	GP	GP-GM	GP-GM
Clasificación AASHTO	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)
Abrasión (%)	16.2	20.7	14.0	14.5	14.5	14.9	15.5
Optimo contenido de humedad % (natural)							
Densidad máxima, g/cm ³ (natural)							
CBR (Natural) al 100%							
CBR (Natural) al 95%							

ENSAYOS	CALICATAS						
	C-RI-RS-15	C-RI-RS-16	C-RI-RS-17	C-RI-RS-18	C-RI-RS-19	C-RI-RS-20	C-RI-RS-21
Contenido de impurezas	1	2	2	2	2	2	2
Pasante la malla N°200 (natural)	2.51	7.23	8.18	8.49	6.62	9.82	7.21
Permeabilidad (cm/s)							

ENSAYOS	CALICATAS						
	C-RI-RS-22	C-RI-RS-23	C-RI-RS-24	C-RI-RS-25	C-RI-RS-26	C-RI-RS-27	C-RI-RS-28
Grava (%)	74.1	53.0	60.4	66.9	70.6	68.7	53.4
Arena (%)	21.1	45.1	34.9	28.9	25.1	26.7	40.3
Finos (%)	4.8	1.9	4.7	4.3	4.3	4.6	6.3
Humedad natural (%)	1.3	1.3	3.2	3.6	1.3	5.0	23.3
LL (malla 40)	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
LP (malla 40)	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
IP (malla 40)	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
Clasificación SUCS	GP	GP	GP	GP	GP	GW	GP-GM
Clasificación AASHTO	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)
Abrasión (%)	14.5	14.2	15.5	16.4	16.1	13.8	14.9
Optimo contenido de humedad % (natural)				4.4			
Densidad máxima, g/cm³ (natural)				2.25			
CBR (Natural) al 100%				80			
CBR (Natural) al 95%				38			
Contenido de impurezas	1	2	1	1	2	2	1
Pasante la malla N°200 (natural)	6.74	3.7	6.97	7.83	6.54	7.29	7.59
Permeabilidad (cm/s)							

ENSAYOS	CALICATAS						
	C-RI-RS-29	C-RI-RS-30	C-RI-RS-31	C-RI-RS-32	C-RI-RS-33	C-RI-RS-34	C-RI-RS-35
Grava (%)	76.3	60.4	48.3	78.5	65.0	64.7	67.5
Arena (%)	21.2	32.3	44.8	19.0	29.7	35.2	32.4
Finos (%)	2.5	7.4	6.9	2.6	5.3	0.1	0.1
Humedad natural (%)	2.0	1.9	18.8	1.5	4.3	3.5	31.5
LL (malla 40)	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
LP (malla 40)	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
IP (malla 40)	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
Clasificación SUCS	GP	GP-GM	GP-GM	GP	GW-GM	GP	GP
Clasificación AASHTO	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)
Abrasión (%)	13.1	13.4	14.8	14.5	15.6	14.6	14.4
Optimo contenido de humedad % (natural)							
Densidad máxima, g/cm ³ (natural)							
CBR (Natural) al 100%							
CBR (Natural) al 95%							
Contenido de impurezas	1	1	1	1	1	2	1
Pasante la malla N°200 (natural)	4.52	7.91	9.03	4.93	7.89	2.19	1.63
Permeabilidad (cm/s)							

ENSAYOS	CALICATAS							
	C-RI-RS-36	C-RI-RS-37	C-RI-RS-38	C-RI-RS-39	C-RI-RS-40	C-RI-RS-41	C-RI-RS-42	C-RI-RS-43
Grava (%)	51.4	60.7	69.0	70.9	64.0	54.6	63.4	61.9
Arena (%)	42.6	36.5	26.6	25.4	30.7	38.7	31.7	32.0
Finos (%)	6.0	2.8	4.4	3.7	5.3	6.7	4.8	6.1
Humedad natural (%)	2.1	1.4	2.9	2.8	3.0	4.0	7.4	2.7
LL (malla 40)	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP

ENSAYOS	CALICATAS							
	C-RI-RS-36	C-RI-RS-37	C-RI-RS-38	C-RI-RS-39	C-RI-RS-40	C-RI-RS-41	C-RI-RS-42	C-RI-RS-43
LP (malla 40)	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
IP (malla 40)	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
Clasificación SUCS	GP-GM	GP	GW	GW	GP-GM	GP-GM	GP	GP-GM
Clasificación AASHTO	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)
Abrasión (%)	14.8	14.6	13.2	13.2	15.1	15.7	14.7	15.5
Optimo contenido de humedad % (natural)								
Densidad máxima, g/cm³ (natural)								
CBR (Natural) al 100%								
CBR (Natural) al 95%								
Contenido de impurezas	2	2	2	2	1	1	2	2
Pasante la malla N°200 (natural)	8.67	4.09	5.99	5.65	7.64	8.25	7.94	7.63
Permeabilidad (cm/s)								

ENSAYOS						RESUMEN ESTADISTICO			
	C-RI-RS-44	C-RI-RS-45	C-RI-RS-46	C-RI-RS-47	C-RI-RS-48	N°	DS	CV	Prom.
Grava (%)	50.9	59.6	60.3	67.6	63.2	48	8.3	13.2	63.2
Arena (%)	42.3	35.6	35.2	29.0	32.1	48	7.8	24.2	32.4
Finos (%)	6.8	4.8	4.5	3.5	4.8	48	2.4	55.4	4.4
Humedad natural (%)	16.0	1.8	4.6	4.5	5.6	48	6.8	141.8	4.8
LL (malla 40)	NP	NP	NP	NP	NP	48	-	-	NP
LP (malla 40)	NP	NP	NP	NP	NP	48	-	-	NP
IP (malla 40)	NP	NP	NP	NP	NP	48	-	-	NP
Clasificación SUCS	GP-GM	GP	GP	GW	GP	48	-	-	GP
Clasificación AASHTO	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)	48	-	-	A-1-a
Abrasión (%)	14.0	13.5	13.9	16.1	14.1	40	1.2	8.0	14.8

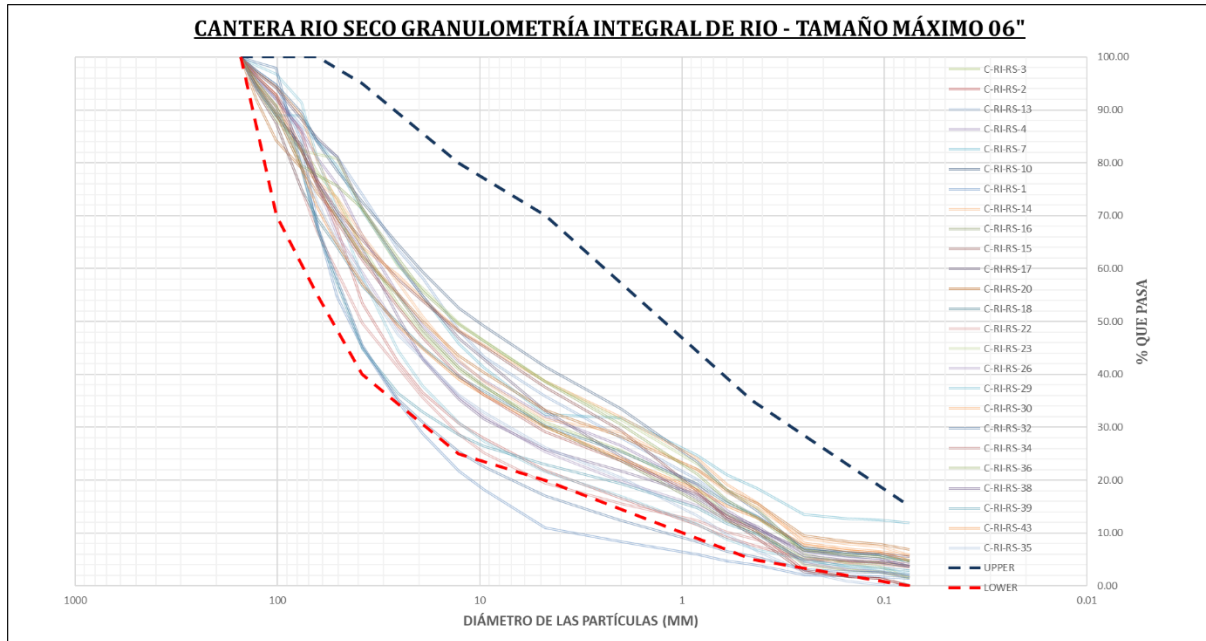
ENSAYOS						RESUMEN ESTADISTICO			
	C-RI-RS-44	C-RI-RS-45	C-RI-RS-46	C-RI-RS-47	C-RI-RS-48	N°	DS	CV	Prom.
Optimo contenido de humedad % (natural)						1	-	-	4.4
Densidad máxima, g/cm³ (natural)						1	-	-	2.2
CBR (Natural) al 100%						1	-	-	80.2
CBR (Natural) al 95%						1	-	-	37.9
Contenido de impurezas	2	2	1	2	2	40	-	-	1.5
Pasante la malla N°200 (natural)	10.55	6.85	6.87	5.32	7.59	40	2.2	37	6
Permeabilidad (cm/s)									3.52E-03

Tabla 40 Análisis de ensayos de laboratorio de las calicatas de la Cantera Río Seco
(Elaboración propia 2022)

Ensayos de laboratorio ejecutados	Método de Ensayo	Especificaciones técnicas		Resultado obtenido	Usos
		Dique			Dique base y cuerpo
		Base y Cuerpo	Corona		
Límite Líquido N° 40	ASTM D 4318	-	-	NP	-
Índice de Plasticidad N° 40	ASTM D 4318	< 11%	< 10%	NP	Sí cumple
Clasificación AASHTO	ASTM D3282	Ver nota	Ver nota	A-1-a	Sí cumple
Abrasión (%)	ASTM C 131	60% Máx.	60% Máx.	14.8	Sí cumple
CBR (natural)	MTC E 132	-	-	80	-
Contenido de impurezas	ASTM D - 2974	-	-	1.54	-
Pasante la malla N°200 (natural)	ASTM C117			6.1	-
Permeabilidad (cm/s)	ASTM D 2434			3.52E-03	

Nota: Clasificación AASHTO permitida es A-1-a, A-1-b, A-2-4, A-2-6 y A-3

Ilustración 27. Huso para conformación de dique Cantera Río Seco
(Fuente: Elaboración propia, 2022)



Según el huso se considera que el material se encuentra dentro del mismo, por lo cual se recomienda que el material se puede usar para la conformación del dique o hacer combinaciones para que cumpla con el uso granulométrico propuesto.

3.7.5.6. Explotación

La extracción se realizará en forma directa, con excavadora, cargador frontal y volquetes.

3.7.5.7. Usos Propuestos

Tomando en consideración las recomendaciones efectuadas en el ítem anterior el material de la cantera Río Seco puede ser usado como relleno para cuerpo de dique.

3.7.5.8. Tratamiento

El material por utilizar en la conformación de los diques será de tamaño máximo 6" (152.4 mm). Además, se verificará en todo momento que el material también en la conformación del dique, cumpla con las características granulométricas y de calidad establecidas en este documento y en los requerimientos técnicos del proyecto.

3.7.5.9. Rendimiento

El rendimiento de las canteras se realizó en base a la granulometría global realizada, se obtiene un rendimiento alto, debido a que, en la zona de la cantera de río Seco, ya se cuenta con material seleccionado.

Tabla 41 Granulometría en Volumen de la Cantera de río Seco
(Fuente: Elaboración Propia, 2022)

Abertura	% Retenido	% Acumulado	% Pasante
6	11.05	11.05	88.96
4	7.74	18.78	81.22
3	7.26	26.04	73.96
2	11.71	37.75	62.25
<2	62.25	100.00	

Para el uso en la conformación del cuerpo del dique de la cantera río Seco:

Dique: $100\% - 11.05\%$ (retenida acumulado malla 6") $\rightarrow$ Rendimiento = 88.96%

3.7.5.10. Volumen de Explotación

Considerando los perfiles estratigráficos de la cantera de río Seco y las profundidades alcanzadas en las calicatas exploradas se determinó un área de explotación de 235494.39 m² y un volumen bruto de 398648.35 m³.

Tabla 42 Volumen de explotación de la Cantera de Río Seco
(Fuente: Elaboración Propia, 2022)

Descripción	Símbolo	%	Volumen (m ³)
Volumen bruto	Vb		398648.35
Desbroce (h=0.00 m.)	D	0	0
Volumen neto	Vn=Vb-D		398648
Volumen over (>6")	V0	11.05	44031
Volumen utilizable	Vu=Vn-V0		354618

3.7.6. Huarney 7

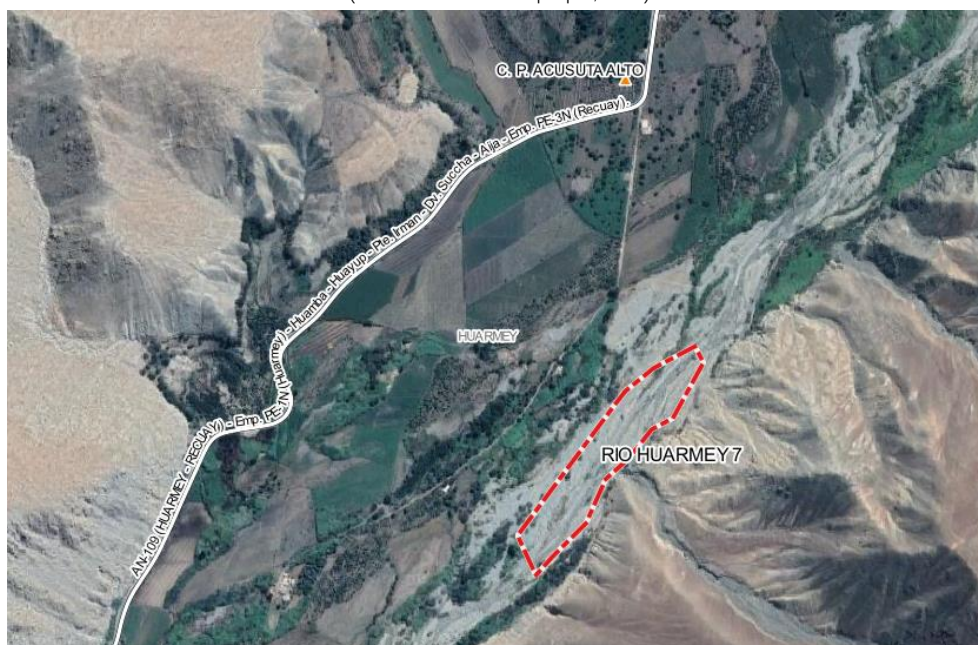
3.7.6.1. Ubicación

La Cantera Huarney 7 se encuentra en el distrito de Huarney, provincia de Huarney, departamento de Ancash. El centro geométrico aproximadamente de la cantera Huarney 7 es 18S 186476 8895302 coordenadas UTM.

3.7.6.2. Accesibilidad

El acceso a la Cantera Huarney 7 es ingresando por la "Autopista AN-109", como se muestra en la Ilustración 28

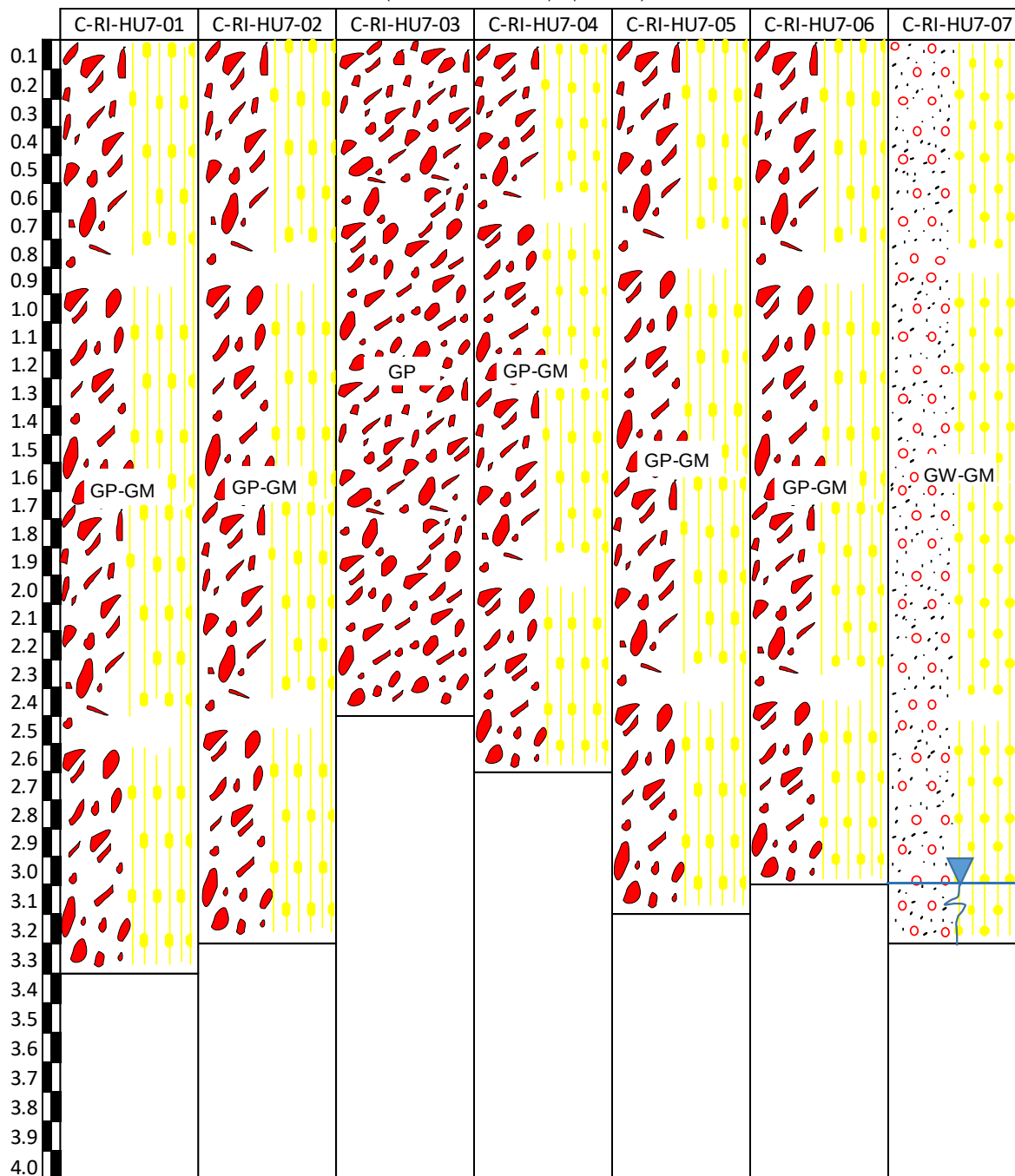
Ilustración 28. Imagen satelital del acceso a la cantera río Huarney 7
(Fuente: Elaboración propia, 2022)

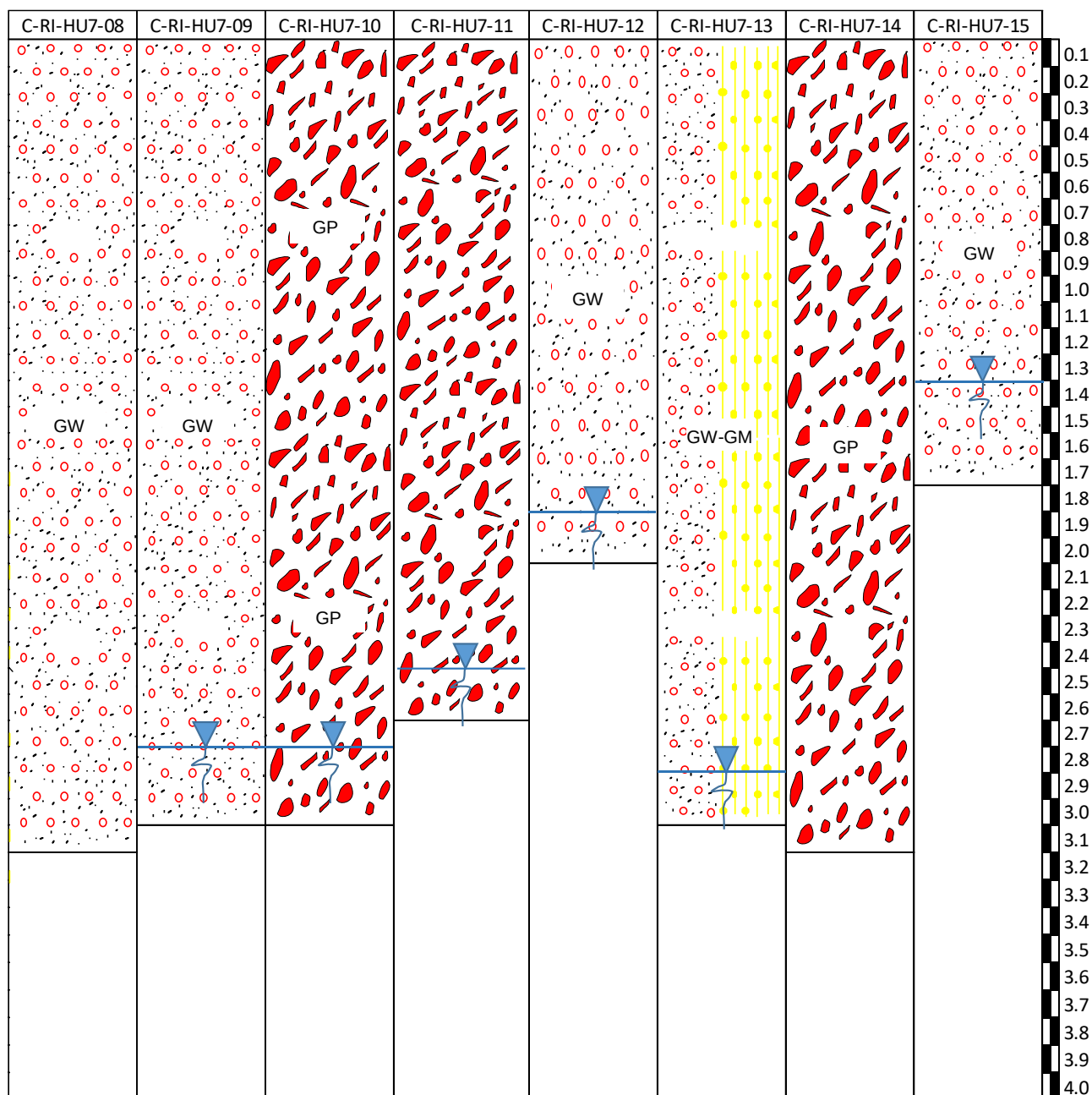


3.7.6.3. Descripción

El lugar presenta grava mal gradada con presencia de bloques, bolones y cantos. En la zona se aprecia depósitos aluviales- fluviales.

Ilustración 29. Perfil Estratigráfico Cantera Huarney 7
(Fuente: Elaboración propia, 2022)





3.7.6.4. Investigación realizada

Tabla 43.Exploraciones de la cantera Huarmey 7
(Fuente: Elaboración propia, 2022)

N°	Río	Calicata	Coordenadas UTM		Fechas de ejecución	Prof. (m)	Nivel Freático (m)
			Este	Norte			
1	Cantera Río Huarmey 7	C-RI-HU7-01	186442	8895631	26/01/2022	3.30	-
2	Cantera Río Huarmey 7	C-RI-HU7-02	186481	8895342	26/01/2022	3.20	-
3	Cantera Río Huarmey 7	C-RI-HU7-03	186519	8895429	26/01/2022	2.40	-
4	Cantera Río Huarmey 7	C-RI-HU7-04	186573	8895486	26/01/2022	2.60	-
5	Cantera Río Huarmey 7	C-RI-HU7-05	186449	8895290	27/01/2022	3.10	-
6	Cantera Río Huarmey 7	C-RI-HU7-06	186390	8895283	27/01/2022	3.00	-

N°	Río	Calicata	Coordenadas UTM		Fechas de ejecución	Prof. (m)	Nivel Freático (m)
			Este	Norte			
7	Cantera Río Huarmey 7	C-RI-HU7-07	186418	8895252	27/01/2022	3.20	3.00
8	Cantera Río Huarmey 7	C-RI-HU7-08	186374	8895242	27/01/2022	3.10	-
9	Cantera Río Huarmey 7	C-RI-HU7-09	186534	8895340	27/01/2022	3.00	2.70
10	Cantera Río Huarmey 7	C-RI-HU7-10	186474	8895279	27/01/2022	3.00	2.70
11	Cantera Río Huarmey 7	C-RI-HU7-11	186440	8895208	27/01/2022	2.60	2.40
12	Cantera Río Huarmey 7	C-RI-HU7-12	186395	8895181	27/01/2022	2.00	1.80
13	Cantera Río Huarmey 7	C-RI-HU7-13	186356	8895196	27/01/2022	3.00	2.80
14	Cantera Río Huarmey 7	C-RI-HU7-14	186334	8895155	27/01/2022	3.10	-
15	Cantera Río Huarmey 7	C-RI-HU7-15	186380	8895114	27/01/2022	1.70	1.30

Ilustración 30. Exploración de calicatas cantera Huarmey 7
(Fuente: Elaboración propia, 2022)



3.7.6.5. Análisis de Resultados

Tabla 44 Resumen de ensayos de laboratorio de las calicatas de la Cantera Huarmey 7
(Elaboración propia 2022)

ENSAYOS	CALICATAS						
	C-RI-HU7-01	C-RI-HU7-02	C-RI-HU7-03	C-RI-HU7-04	C-RI-HU7-05	C-RI-HU7-06	C-RI-HU7-07
Grava (%)	55.4	55.0	59.3	56.0	55.9	53.8	72.7
Arena (%)	39.3	38.5	40.6	37.9	35.6	40.7	21.9
Finos (%)	5.3	6.5	0.2	6.1	8.5	5.4	5.4

ENSAYOS	CALICATAS						
	C-RI-HU7-01	C-RI-HU7-02	C-RI-HU7-03	C-RI-HU7-04	C-RI-HU7-05	C-RI-HU7-06	C-RI-HU7-07
Humedad natural (%)	3.5	3.3	3.4	3.3	5.4	1.3	9.2
LL (malla 40)	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
LP (malla 40)	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
IP (malla 40)	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
Clasificación SUCS	GP-GM	GP-GM	GP	GP-GM	GP-GM	GP-GM	GP-GM
Clasificación AASHTO	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)
Abrasión (%)	14.2	15.8	16.4	15.6	16	15.9	15.8
Optimo contenido de humedad % (natural)							
Densidad máxima, g/cm ³ (natural)							
CBR (Natural) al 100%							
CBR (Natural) al 95%							
Contenido de impurezas	1	1	1	1	1	1	1
Pasante la malla N°200 (natural)	8	8.66	3.31	8.81	10.66	7.69	7.74

ENSAYOS	CALICATAS				
	C-RI-HU7-08	C-RI-HU7-09	C-RI-HU7-10	C-RI-HU7-11	C-RI-HU7-12
Grava (%)	65.5	66.5	88.5	62.8	71.5
Arena (%)	29.8	29.3	9.2	32.6	24.8
Finos (%)	4.7	4.3	2.3	4.7	3.7
Humedad natural (%)	1.7	7.7	3.4	3.9	6.2
LL (malla 40)	NP	NP	NP	NP	NP
LP (malla 40)	NP	NP	NP	NP	NP
IP (malla 40)	NP	NP	NP	NP	NP
Clasificación SUCS	GW	GW	GP	GP	GW
Clasificación AASHTO	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)

ENSAYOS	CALICATAS				
	C-RI-HU7-08	C-RI-HU7-09	C-RI-HU7-10	C-RI-HU7-11	C-RI-HU7-12
Abrasión (%)	15.5	14.4	14.6	14.2	13.6
Optimo contenido de humedad % (natural)					
Densidad máxima, g/cm ³ (natural)					
CBR (Natural) al 100%					
CBR (Natural) al 95%					
Contenido de impurezas	1	1	1	1	1
Pasante la malla N°200 (natural)	6.89	6.38	5.49	5.53	4.41

ENSAYOS	CALICATAS			RESUMEN ESTADISTICO			
	C-RI-HU7-13	C-RI-HU7-14	C-RI-HU7-15	N°	DS	CV	Prom.
Grava (%)	67.9	57.0	87.0	15	11.1	17.1	65.0
Arena (%)	27.1	38.1	11.2	15	10.1	33.3	30.4
Finos (%)	5.0	4.9	1.8	15	2.0	43.9	4.6
Humedad natural (%)	2.1	1.5	3.1	15	2.3	58.3	3.9
LL (malla 40)	NP	NP	NP	15	-	-	NP
LP (malla 40)	NP	NP	NP	15	-	-	NP
IP (malla 40)	NP	NP	NP	15	-	-	NP
Clasificación SUCS	GW-GM	GP	GW	15	-	-	GP
Clasificación AASHTO	A-1-a(1)	A-1-a(1)	A-1-a(1)	15	-	-	A-1-a
Abrasión (%)	15.8	15.3	14.6	15	0.8	5.5	15.2
Optimo contenido de humedad % (natural)		5.1		1	-	-	5.1
Densidad máxima, g/cm ³ (natural)		2.21		1	-	-	2.2
CBR (Natural) al 100%		81		1	-	-	81.2
CBR (Natural) al 95%		44		1	-	-	43.9
Contenido de impurezas	1	1	1	15	0.0	2.8	1.4

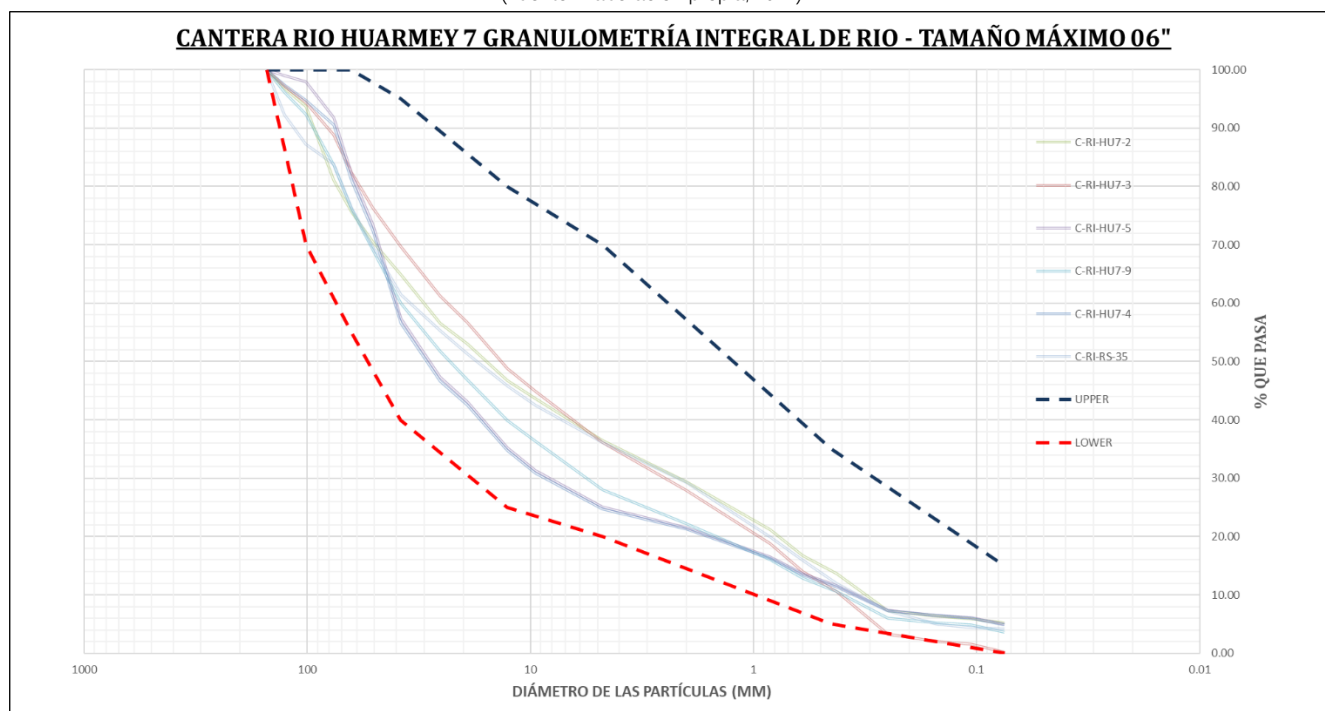
ENSAYOS	CALICATAS			RESUMEN ESTADISTICO			
	C-RI-HU7-13	C-RI-HU7-14	C-RI-HU7-15	N°	DS	CV	Prom.
Pasante la malla N°200 (natural)	6.37	5.83	2.23	15	2.2	34	7

Tabla 45 Análisis de ensayos de laboratorio de las calicatas de la Cantera Huarmey 7
(Elaboración propia 2022)

Ensayos de laboratorio ejecutados	Método de Ensayo	Especificaciones técnicas		Resultado obtenido	Usos
		Dique			Dique base y cuerpo
		Base y Cuerpo	Corona		
Límite Líquido N° 40	ASTM D 4318	-	-	NP	-
Índice de Plasticidad N° 40	ASTM D 4318	< 11%	< 10%	NP	Sí cumple
Clasificación AASHTO	ASTM D3282	Ver nota	Ver nota	A-1-a	Sí cumple
Abrasión (%)	ASTM C 131	60% Máx.	60% Máx.	15.2	Sí cumple
CBR (natural)	MTC E 132	-	-	81	-
Contenido de impurezas	ASTM D - 2974	-	-	1.4	-
Pasante la malla N°200 (natural)	ASTM C117			6.5	-

Nota: Clasificación AASHTO permitida es A-1-a, A-1-b, A-2-4, A-2-6 y A-3

Ilustración 31. Huso para conformación de dique Cantera Huarmey 7
(Fuente: Elaboración propia, 2022)



3.7.6.6. Explotación

La extracción se realizará en forma directa, con excavadora, cargador frontal y volquetes.

3.7.6.7. Usos Propuestos

Tomando en consideración las recomendaciones efectuadas en el ítem anterior el material de la cantera Huarmey 7 puede ser usado como relleno para cuerpo de dique.

3.7.6.8. Tratamiento

El material por utilizar en la conformación de los diques será de tamaño máximo 6" (152.4 mm). Además, se verificará en todo momento que el material también en la conformación del dique, cumpla con las características granulométricas y de calidad establecidas en este documento y en los requerimientos técnicos del proyecto.

3.7.6.9. Rendimiento

El rendimiento de las canteras se realizó en base a la granulometría global realizada, se obtiene un rendimiento alto, debido a que en la zona de la cantera de río Huarmey 7, ya se cuenta con material seleccionado.

Tabla 46 Granulometría en Volumen de la Cantera de río Huarmey 7
(Fuente: Elaboración Propia, 2022)

Abertura	% Retenido	% Acumulado	% Pasante
6	9.18	9.18	90.82
4	5.79	14.97	85.03
3	6.26	21.22	78.78
2	13.46	34.68	65.32
<2	65.32	100.00	

Para el uso en la conformación del cuerpo del dique de la cantera Huarmey 7:

Dique: $100\% - 9.18\%$ (retenida acumulado malla 6") $\rightarrow$ Rendimiento = 90.82%

3.7.6.10. Volumen de Explotación

Considerando los perfiles estratigráficos de la cantera de río Huarmey 7 y las profundidades alcanzadas en las calicatas exploradas, se determinó un área de explotación de 41015.916 m² y un volumen bruto de 100845.74 m³.

Tabla 47 Volumen de explotación de la Cantera de Huarmey 7
(Fuente: Elaboración Propia, 2022)

Descripción	Símbolo	%	Volumen (m ³)
Volumen bruto	Vb		100845.74
Desbroce (h=0.00 m.)	D	0	0
Volumen neto	Vn=Vb-D		100846

Descripción	Símbolo	%	Volumen (m ³)
Volumen over (>6")	V0	9.18	9256
Volumen utilizable	Vu=Vn-V0		91590

3.8. Canteras de Roca

3.8.1. TAYCA 1

3.8.1.1. Ubicación

La Cantera TAYCA 1 se encuentra en la provincia de Huaramey, departamento de Ancash. El centro geométrico aproximadamente de la cantera TAYCA 1 es 8892281, 165032 coordenadas UTM

3.8.1.2. Accesibilidad

El acceso a la Cantera de TAYCA 1 es ingresando por la "Autopista AN-109", como se muestra en la Ilustración 35.

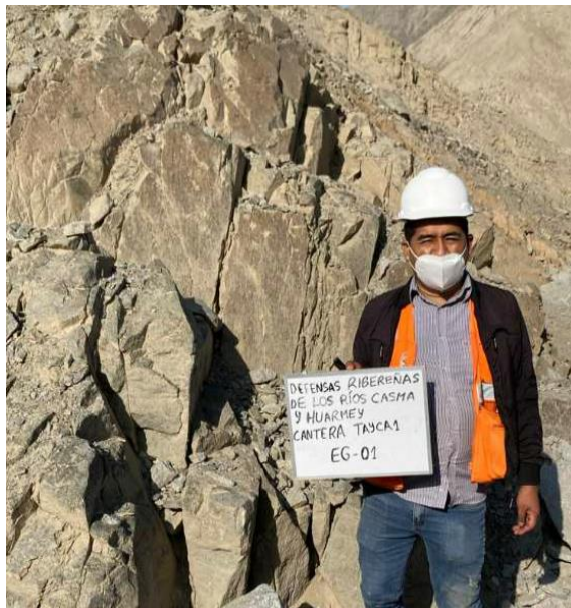
Ilustración 32. Imagen satelital del acceso a cantera ROCA TAYCA 1
(Fuente: Elaboración propia, 2022)



3.8.1.3. Descripción

El lugar corresponde a una cantera de roca ígneo intrusiva, Diorita, cuyas características Geomecánicas están conformadas por 3 familias principales, donde se encuentra una resistencia a la compresión de la roca intacta entre 100 y 250 MPa, un RQD que varía de 50 a 75 en una de las familias principales para la EG-1 (78°/35°, 85°/150°, 30°/310°) para la EG-2 (80°/220°, 56°/70°, 65°/130°), el espaciamiento entre familias está alrededor de 0.2 a 0.60 m, presenta superficie rugosa, una abertura de discontinuidad mayor a 5mm, conformada dentro de la abertura un relleno duro propio del material de roca, dando un RMR entre 40 y 80 del Tipo III y Tipo II (Regular y buena).

Ilustración 33. Exploración de calicatas cantera Tayca 1
(Fuente: Elaboración propia, 2022)



3.8.1.4. Investigación realizada

En la cantera de Roca Tayca 1 se efectuaron 2 estaciones geomecánicas.

3.8.1.5. Análisis de Resultados

Tabla 48 Resumen de ensayos de laboratorio de las calicatas de la cantera ROCA TAYCA 1
(Elaboración propia, 2022)

ENSAYOS	Muestreo	RESUMEN ESTADISTICO			
	M-01	Nº	DS	CV	Prom.
Roca	Dirorita	1	-	-	Diorita
Densidad (ton/m³)	2.72	1	-	-	2.72
Gravedad Específica Nominal	2.72	1	-	-	2.72
Absorción (%)	0.22	1	-	-	0.22
Porosidad (%)	0.61	1	-	-	0.61
Abrasión (%)	25	1	-	-	25.00
Resistencia a la compresión (Mpa)	157.80	1	-	-	157.80

La siguiente tabla muestra la evaluación de los resultados obtenidos de los ensayos.

Tabla 49 Resumen de ensayos de laboratorio de las calicatas de la cantera ROCA TAYCA 1
(Elaboración propia, 2022)

Ensayos de laboratorio ejecutados	Método	Especificaciones técnicas	Resultado obtenido	Usos
	de Ensayo	Dique Enrocado		Enrocado
Peso específico (ton/m ³)	NTP 339.119	2.5 Min.	2.72	Si cumple
Absorción (%)	ASTM D-6473	2% Máx.	0.22	Si cumple
Abrasión (%)	ASTM C-535	35% Máx.	25.00	Si cumple

Se tiene la valoración RMR de la cantera de Roca Tayca 1 a partir de las estaciones geomecánicas realizadas.

Tabla 50 Valoración de RMR o calidad de la roca de la Cantera de ROCA TAYCA 1
(Fuente: Elaboración propia, 2021)

CANTERA	Estación Geomecánica	Tipo de Roca	Valoración de la Masa Rocosa	Calidad de la Roca	Clase
			RMR Básico	Por RMR	
TAYCA 1	EG-01	Diorita	64	Regular	III
	EG-02	Diorita	71	Buena	II

Del mismo modo se tiene la valoración GSI de la cantera de Roca Tayca 1.

Tabla 51 Valoración GSI- Cantera de ROCA TAYCA 1
(Elaboración propia, 2022)

Cantera	Estación Geomecánica	Litología	RMR	GSI	Calidad de la Roca por GSI	Clase
TAYCA 1	EG-01	Diorita	64	57	Regular	III
	EG-02	Diorita	71	66	Buena	II

Asimismo, se tienen los sistemas de discontinuidades de la cantera Tayca 1.

Tabla 52 Orientaciones promedio de los principales sistemas de Discontinuidades- Cantera de ROCA TAYCA 1
(Elaboración propia, 2022)

Estación Geomecánica	Coordenadas UTM		Litología	Principales Familias		
	Este (m)	Norte (m)		J1 Dir Buz/Buz	J2 Dir Buz/Buz	J3 Dir Buz/Buz
EG-01	822759	8892448	Diorita	35°/78°	150°/85°	310°/30°
EG-02	822840	8892433	Diorita	220°/80°	70°/56°	130°/65°

A partir de la evaluación de los resultados de los ensayos, se puede observar que los agregados de la Cantera Roca Tayca 1 cumplen con las especificaciones técnicas consideradas para enrocado. La cantera Roca Tayca 1 tiene una resistencia a la compresión simple R5 (roca muy dura), presentando una abrasión del 25.0%.

3.8.1.6. Explotación

La extracción se realizará en forma directa, con excavadora, cargador frontal y volquetes.

3.8.1.7. Usos Propuestos

Tomando en consideración las recomendaciones efectuadas en el ítem anterior el material de la cantera de Roca Tayca 1 puede ser empleado en la fabricación de enrocado para protección del dique.

3.8.1.8. Tratamiento

Enrocado: Explosivos y extracción directa.

3.8.1.9. Rendimiento

Para el cálculo de los rendimientos de la cantera en el caso de un depósito rocoso se estima en una merma por voladura de 30%, así mismo existe la presencia superficial de roca muy fracturada en la superficie.

Por lo tanto, para el uso de enrocado la cantera ROCA TAYCA 1 se tiene el siguiente rendimiento:

$$100\% - 30\% (\text{material desechable}) = 70\%$$

3.8.1.10. Volumen de Explotación

Según la evaluación Geomecánica en campo se ha determinado un área de explotación de 28384.54 m². y un volumen bruto aproximado de 83691.44 m³.

Tabla 53 Volumen de explotación de la Cantera TAYCA 1
(Fuente: Elaboración Propia, 2022)

Descripción	Símbolo	%	Volumen (m ³)
Volumen bruto	Vb		83691.4
Desbroce (h=0.00 m.)	D	0	0.0
Volumen neto	Vn=Vb-D		83691.4
Merma	M	30.00	25107.4
Volumen utilizable	Vu=Vn-M		58584.0
Volumen desechable	Vd=D+M		25107.4

3.8.2. TAYCA 2

3.8.2.1. Ubicación

La Cantera TAYCA 2 se encuentra en la provincia de Huarney, departamento de Ancash. El centro geométrico aproximadamente de la cantera TAYCA 2 es 8892179, 165051 coordenadas UTM

3.8.2.2. Accesibilidad

El acceso a la Cantera de TAYCA 2 es ingresando por la "Autopista AN-109", como se muestra en la Ilustración 76.

Ilustración 34. Imagen satelital del acceso a cantera ROCA Tayca 2
(Fuente: Elaboración propia, 2022)



3.8.2.3. Descripción

El lugar corresponde a una cantera de roca ígneo intrusiva, Diorita , cuyas características Geomecánicas están conformadas por 5 familias principales, donde se encuentra una resistencia a la compresión de la roca intacta entre 100 y 250 MPa, un RQD que varía de 50 a 75 en una de las familias principales para la EG-1 (35°/250°, 75°/340°, 25°/86°, 34°/180°) para la EG-2 (80°/15°, 72°/340°, 40°/330°, 50°/110°, 86°/220°), el espaciamiento entre familias esta alrededor de 0.2 a 0.60 m, presenta superficie rugosa, una abertura de discontinuidad mayor a 5mm, conformada dentro de la abertura un relleno duro propio del material de roca, dando un RMR entre 40 y 80 del Tipo III y Tipo II (Regular y buena).

Tabla 55 Resumen de ensayos de laboratorio de las calicatas de la cantera TAYCA 2
(Elaboración propia, 2022)

Ensayos de laboratorio ejecutados	Método	Especificaciones técnicas	Resultado obtenido	Usos
	de Ensayo	Dique Enrocado		Enrocado
Peso específico (ton/m ³)	NTP 339.119	2.5 Min.	2.71	Si cumple
Absorción (%)	ASTM D-6473	2% Máx.	0.19	Si cumple
Abrasión (%)	ASTM C-535	35% Máx.	23.60	Si cumple

Se tiene la valoración RMR de la cantera de Roca Tayca 2 a partir de las estaciones geomecánicas realizadas.

Tabla 56 Valoración de RMR o calidad de la roca de la Cantera de ROCA TAYCA 2
(Fuente: Elaboración propia, 2021)

CANTERA	Estación Geomecánica	Tipo de Roca	Valoración de la Masa Rocosa	Calidad de la Roca	Clase
			RMR Básico	Por RMR	
TAYCA 2	EG-01	Diorita	62	Regular	III
	EG-02	Diorita	71	Buena	II

Del mismo modo se tiene la valoración GSI de la cantera de Roca Tayca 2.

Tabla 57 Valoración GSI- Cantera de roca ROCA TAYCA 2
(Elaboración propia, 2022)

Cantera	Estación Geomecánica	Litología	RMR	GSI	Calidad de la Roca por GSI	Clase
TAYCA 2	EG-01	Diorita	62	54	Regular	II
	EG-02	Diorita	71	67	Buena	II

Asimismo, se tienen los sistemas de discontinuidades de la cantera de Roca Tayca 2.

Tabla 58 Orientaciones promedio de los principales sistemas de Discontinuidades- Cantera de roca TAYCA 2
(Elaboración propia, 2022)

Estación Geomecánica	Coordenadas UTM		Litología	Principales Familias				
	Este (m)	Norte (m)		J1	J2	J3	J4	J5
				Dir Buz/Buz	Dir Buz/Buz	Dir Buz/Buz	Dir Buz/Buz	Dir Buz/Buz
EG-01	822868	8892378	Diorita	250°/35°	340°/75°	25°/86°	180°/34°	-
EG-02	822874	8892357	Diorita	15°/80°	340°/72°	330°/40°	110°/50°	220°/86°

A partir de la evaluación de los resultados de los ensayos, se puede observar que los agregados de la Cantera Roca Tayca 2 cumplen con las especificaciones técnicas consideradas para enrocado. La cantera Roca Tayca 2 tiene una resistencia a la compresión simple R5 (roca muy dura), presentando una abrasión del 23.60%.

3.8.2.6. Explotación

Para su explotación es necesario, la habilitación de accesos, limpieza de todo del material de detritos acumulado al pie de las laderas, asimismo es necesario maquinaria pesada, tales como: excavadora, cargador frontal, volquete y equipo de voladura controlada para su fracturamiento.

3.8.2.7. Usos Propuestos

Tomando en consideración las recomendaciones efectuadas en el ítem anterior el material de la cantera de Roca Tayca 2 puede ser empleado en la fabricación de enrocado para protección del dique.

3.8.2.8. Tratamiento

Enrocado: Explosivos y extracción directa.

3.8.2.9. Rendimiento

Para el cálculo de los rendimientos de la cantera en el caso de un depósito rocoso se estima en una merma por voladura de 30%, así mismo existe la presencia superficial de roca muy fracturada en la superficie.

Por lo tanto, para el uso de enrocado la cantera ROCA TAYCA 2 se tiene el siguiente rendimiento:

$$100\% - 30\% \text{ (material desechable)} = 70\%$$

3.8.2.10. Volumen de Explotación

Según la evaluación Geomecánica en campo se ha determinado un área de explotación de 20192.44 m². Y un volumen bruto aproximado de 298159.52 m³.

Tabla 59 Volumen de explotación de la Cantera TAYCA 2
(Fuente: Elaboración Propia, 2022)

Descripción	Símbolo	%	Volumen (m ³)
Volumen bruto	Vb		298159.5
Desbroce (h=0.00 m.)	D	0	0.0
Volumen neto	Vn=Vb-D		298159.5
Merma	M	30.00	89447.9
Volumen utilizable	Vu=Vn-M		208711.7
Volumen desechable	Vd=D+M		89447.9

3.8.3. PEDREGAL

3.8.3.1. Ubicación

La Cantera PEDREGAL se encuentra en la provincia de Huarney, departamento de Ancash. El centro geométrico aproximadamente de la cantera PEDREGAL es 8891484, 181777 coordenadas UTM.

3.8.3.2. Accesibilidad

El acceso a la Cantera de PEDREGAL es ingresando por la "Autopista AN-109", como se muestra en la Ilustración 78.

Ilustración 36. Imagen satelital del acceso a cantera ROCA PEDREGAL

(Fuente: Elaboración propia, 2022)



3.8.3.3. Descripción

El lugar corresponde a una cantera de roca ígneo intrusiva, Granodiorita, cuyas características Geomecánicas están conformadas por 4 familias principales, donde se encuentra una resistencia a la compresión de la roca intacta entre 50 y 100 MPa, un RQD que varía de 50 a 75 en una de las familias principales para la EG-1 (75°/280°, 80°/320°, 68°/300°, 71°/320°) para la EG-2 (87°/325°, 81°/70°, 15°/280°), el espaciamiento entre familias está alrededor de 0.2 a 0.60 m, presenta superficie rugosa, una abertura de discontinuidad mayor a 5mm, conformada dentro de la abertura un relleno duro propio del material de roca, dando un RMR entre 61 y 65 del Tipo II (Buena).

3.8.3.4. Investigación realizada

En la cantera de Roca Pedregal se obtuvieron 3 muestras.

3.8.3.5. Análisis de Resultados

Tabla 60 Resumen de ensayos de laboratorio de las calicatas de la cantera ROCA PEDREGAL
(Elaboración propia, 2022)

ENSAYOS	Muestreo			RESUMEN ESTADISTICO			
	M-1	M-2	M-3	N°	DS	CV	Prom.
Roca	Granodiorita	Granodiorita	Granodiorita	1	-	-	Andesita
Densidad (ton/m³)	2.62	2.64	2.63	3	0.0	0.4	2.63
Gravedad Específica Nominal	-	-	-	3			
Absorción (%)	0.7	0.6	0.6	3	0.1	9.1	0.63
Porosidad (%)	1.7	1.5	1.7	3	0.1	7.1	1.63
Abrasión (%)	20	23.6	23.5	3	2.1	9.2	22.37
Resistencia a la compresión (Mpa)	90.30			3	19.8	26.9	90.30

La siguiente tabla muestra la evaluación de los resultados obtenidos de los ensayos.

Tabla 61 Resumen de ensayos de laboratorio de las calicatas de la cantera ROCA PEDREGAL
(Elaboración propia, 2022)

Ensayos de laboratorio ejecutados	Método	Especificaciones técnicas	Resultado obtenido	Usos
	de Ensayo	Dique Enrocado		Enrocado
Peso específico (ton/m³)	NTP 339.119	2.5 Min.	2.63	Si cumple
Absorción (%)	ASTM D-6473	2% Máx.	0.63	Si cumple
Abrasión (%)	ASTM C-535	35% Máx.	22.37	Si cumple

Se tiene la valoración RMR de la cantera de Roca Pedregal a partir de las estaciones geomecánicas realizadas.

Tabla 62 Valoración de RMR o calidad de la roca de la Cantera de ROCA PEDREGAL
(Fuente: Elaboración propia, 2021)

CANTERA	Estación Geomecánica	Tipo de Roca	Valoración de la Masa Rocosa	Calidad de la Roca	Clase
			RMR Básico	Por RMR	
PEDREGAL	EG-01	Granodiorita	71	Buena	II
	EG-02	Granodiorita	67	Regular	III

Del mismo modo se tiene la valoración GSI de la cantera de Roca Pedregal.

Tabla 63 Valoración GSI– Cantera de roca ROCA PEDREGAL
(Elaboración propia, 2022)

Cantera	Estación Geomecánica	Litología	RMR	GSI	Calidad de la Roca por GSI	Clase
PEDREGAL	EG-01	Granodiorita	71	66	Buena	II
	EG-02	Granodiorita	67	62	Regular	III

Asimismo, se tienen los sistemas de discontinuidades de la cantera de Roca Pedregal.

Tabla 64 Orientaciones promedio de los principales sistemas de Discontinuidades– Cantera de roca PEDREGAL
(Elaboración propia, 2022)

Estación Geomecánica	Coordenadas UTM		Litología	Principales Familias			
	Este (m)	Norte (m)		J1 Dir Buz/Buz	J2 Dir Buz/Buz	J3 Dir Buz/Buz	J4 Dir Buz/Buz
EG-01	177827	8892688	Granodiorita	280°/75°	320°/80°	300°/68°	320°/71°
EG-02	177815	8892655	Granodiorita	325°/87°	70°/81°	280°/15°	-

A partir de la evaluación de los resultados de los ensayos, se puede observar que los agregados de la Cantera Roca Pedregal cumplen con las especificaciones técnicas consideradas para enrocado. La cantera Roca Pedregal tiene una resistencia a la compresión simple R4 (roca dura), presentando una abrasión del 22.37%.

3.8.3.6. Explotación

Para su explotación es necesario, la habilitación de accesos, limpieza de todo del material de detritos acumulado al pie de las laderas, asimismo es necesario maquinaria pesada, tales como: excavadora, cargador frontal, volquete y equipo de voladura controlada para su fracturamiento.

3.8.3.7. Usos Propuestos

Tomando en consideración las recomendaciones efectuadas en el ítem anterior el material de la cantera de Roca Pedregal puede ser empleado en la fabricación de enrocado para protección del dique.

3.8.3.8. Tratamiento

Enrocado: Explosivos y extracción directa.

3.8.3.9. Rendimiento

Para el cálculo de los rendimientos de la cantera en el caso de un depósito rocoso se estima en una merma por voladura de 40%, así mismo existe la presencia superficial de roca muy fracturada en la superficie.

Por lo tanto, para el uso de enrocado la cantera ROCA PEDREGAL se tiene el siguiente rendimiento:

$$100\% - 30\% (\text{material desechable}) = 60\%$$

Se recomienda usar el material de mayor profundidad donde las condiciones del macizo rocoso mejora sus condiciones de resistencia.

3.8.3.10. Volumen de Explotación

Según la evaluación Geomecánica en campo se ha determinado un área de explotación de 77110.77 m². y un volumen bruto de 397710.92 m³.

Tabla 65 Volumen de explotación de la Cantera de Roca Garlero 2

(Fuente: Elaboración Propia, 2022)

Descripción	Símbolo	%	Volumen (m ³)
Volumen bruto	Vb		397710.9
Desbroce (h=0.00 m.)	D	0	0.0
Volumen neto	Vn=Vb-D		397710.9
Merma	M	40.00	159084.4
Volumen utilizable	Vu=Vn-M		238626.6
Volumen desechable	Vd=D+M		159084.4

3.8.4. ROCA GARLERO 2

3.8.4.1. Ubicación

La Cantera Garlero 2 se encuentra en el distrito de Huarmey, provincia de Huarmey, departamento de Ancash. El centro geométrico aproximadamente de la cantera Garlero es 8892677, 177850 coordenadas UTM.

3.8.4.2. Accesibilidad

El acceso a la Cantera de Roca Garlero 2 es ingresando por la "Autopista AN-109", como se muestra en la Ilustración 37.

Ilustración 37. Imagen satelital del acceso a la cantera GARLERO 2
(Fuente: Elaboración propia, 2022)



3.8.4.3. Descripción

El lugar corresponde a una cantera de roca ígneo intrusiva, Monzogranito, cuyas características Geomecánicas están conformadas por 6 familias principales, donde se encuentra una resistencia a la compresión de la roca intacta entre 25 y 50 MPa, un RQD que varía de 50 a 75 en una de las familias principales para la EG-1 ($70^{\circ}/290^{\circ}, 85^{\circ}/350^{\circ}, 79^{\circ}/310^{\circ}, 81^{\circ}/350^{\circ}, 30^{\circ}/290^{\circ}, 86^{\circ}/200^{\circ}$) para la EG-2 ($88^{\circ}/350^{\circ}, 82^{\circ}/60^{\circ}, 12^{\circ}/290^{\circ}$), el espaciamiento entre familias esta alrededor de 0.2 a 0.60 m, presenta superficie ligeramente rugosa, una abertura de discontinuidad mayor a 5mm, conformada dentro de la abertura un relleno duro propio del material de roca, dando un RMR entre 64 y 68 del Tipo II (buena).

3.8.4.4. Investigación realizada

En la cantera de Roca Garlero 2 se efectuó 1 extracción de muestra.

3.8.4.5. Análisis de Resultados

Se presenta a continuación los ensayos realizados en las muestras de la Cantera de Roca GARLERO 2

Tabla 66 Resumen de ensayos de laboratorio de las calicatas de la cantera ROCA GARLERO 2
(Elaboración propia, 2022)

ENSAYOS	Muestreo			RESUMEN ESTADISTICO			
	M-1	M-2	M-3	N°	DS	CV	Prom.
Roca	Monzogranito			1	-	-	Monzogranito

ENSAYOS	Muestreo			RESUMEN ESTADISTICO			
	M-1	M-2	M-3	Nº	DS	CV	Prom.
Densidad (ton/m³)	2.71			1	-	-	2.71
Gravedad Específica Nominal	2.69			1	-	-	2.69
Absorción (%)	0.17			1	-	-	0.17
Porosidad (%)	0.45			1	-	-	0.45
Abrasión (%)	42.2	26.1	35.8	3	8.1	23.4	34.70
Resistencia a la compresión (Mpa)	40.01			1	-	-	40.01

La siguiente tabla muestra la evaluación de los resultados obtenidos de los ensayos.

Tabla 67 Resumen de ensayos de laboratorio de las calicatas de la cantera ROCA GARLERO 2
(Elaboración propia, 2022)

Ensayos de laboratorio ejecutados	Método de Ensayo	Especificaciones técnicas	Resultado obtenido	Usos
		Dique Enrocado		Enrocado
Peso específico (ton/m³)	NTP 339.119	2.5 Min.	2.71	Si cumple
Absorción (%)	ASTM D-6473	2% Máx.	0.17	Si cumple
Abrasión (%)	ASTM C-535	35% Máx.	34.70	Si cumple

La siguiente tabla muestra la evaluación de los resultados obtenidos de los ensayos.

Se tiene la valoración RMR de la cantera de Roca Garlero 2 a partir de las estaciones geomecánicas realizadas.

Tabla 68 Valoración de RMR o calidad de la roca de la Cantera de ROCA GARLERO 2
(Fuente: Elaboración propia, 2021)

CANTERA	Estación Geomecánica	Tipo de Roca	Valoración de la Masa Rocosa	Calidad de la Roca	Clase
			RMR Básico	Por RMR	
GARLERO 2	EG-01	Monzogranito	68	Buena	II
	EG-02	Monzogranito	64	Buena	II

Del mismo modo se tiene la valoración GSI de la cantera de Roca Garlero 2

Tabla 69 Valoración GSI– Cantera de roca ROCA GARLERO 2
(Elaboración propia, 2022)

Cantera	Estación Geomecánica	Litología	RMR	GSI	Calidad de la Roca por GSI	Clase
GARLERO 2	EG-01	Monzogranito	68	63	Buena	II
	EG-02	Monzogranito	64	59	Buena	II

Asimismo, se tienen los sistemas de discontinuidades de la cantera de Roca Garlero 2

Tabla 70 Orientaciones promedio de los principales sistemas de Discontinuidades– Cantera de Roca GARLERO 2
(Elaboración propia, 2022)

Estación Geomecánica	Coordenadas UTM		Litología	Principales Familias					
	Este (m)	Norte (m)		J1 Dir Buz/Buz	J2 Dir Buz/Buz	J3 Dir Buz/Buz	J4 Dir Buz/Buz	J5 Dir Buz/Buz	J6 Dir Buz/Buz
EG-01	177827	8892688	Monzogranito	290°/70°	350°/85°	310°/79°	350°/81°	290°/30°	200°/86°
EG-02	177815	8892655	Monzogranito	350°/88°	60°/82°	290°/12°			

A partir de la evaluación de los resultados de los ensayos, se puede observar que los agregados de la Cantera Roca Garlero 2 cumplen con las especificaciones técnicas consideradas para enrocado. La cantera Roca Garlero 2 tiene una resistencia a la compresión simple R3 (roca media) presentando una abrasión del 34.70%.

3.8.4.6. Explotación

Para su explotación es necesario, la habilitación de accesos, limpieza de todo del material de detritos acumulado al pie de las laderas, asimismo es necesario maquinaria pesada, tales como: excavadora, cargador frontal, volquete y equipo de voladura controlada para su fracturamiento.

3.8.4.7. Usos Propuestos

Tomando en consideración las recomendaciones efectuadas en el ítem anterior el material de la cantera de Roca Garlero 2 puede ser empleado en la fabricación de enrocado para protección del dique.

3.8.4.8. Tratamiento

Enrocado: Explosivos y extracción directa.

3.8.4.9. Rendimiento

Para el cálculo de los rendimientos de la cantera en el caso de un depósito rocoso se estima en una merma por voladura de 40%, así mismo existe la presencia superficial de roca muy fracturada en la superficie.

Por lo tanto, para el uso de enrocado la cantera ROCA GARLERO 2 se tiene el siguiente rendimiento:

$$100\% - 30\% \text{ (material desechable)} = 60\%$$

Se recomienda usar el material de mayor profundidad donde las condiciones del macizo rocoso mejora sus condiciones de resistencia.

3.8.4.10. Volumen de explotación

Según la evaluación Geomecánica en campo se ha determinado un área de explotación de 20003.39 m². y un volumen bruto aproximado de 100016.95 m³.

Tabla 71 Volumen de explotación de la Cantera de Roca Garlero 2

(Fuente: Elaboración Propia, 2022)

Descripción	Símbolo	%	Volumen (m ³)
Volumen bruto	Vb		100017.0
Desbroce (h=0.00 m.)	D	0	0.0
Volumen neto	Vn=Vb-D		100017.0
Merma	M	40.00	40006.8
Volumen utilizable	Vu=Vn-M		60010.2
Volumen desechable	Vd=D+M		40006.8

3.8.5. ROCA KM 38

3.8.5.1. Ubicación

La Cantera Roca KM38 se encuentra en la provincia de Huarmey, departamento de Ancash. El centro geométrico aproximadamente de la cantera ROCA KM 38 es 8893789, 184794 coordenadas UTM.

3.8.5.2. Accesibilidad

El acceso a la Cantera ROCA KM 38 es ingresando por la "Autopista AN-109", como se muestra en la Ilustración 38.

Ilustración 38. Imagen satelital del acceso a la cantera de ROCA KM38
(Fuente: Elaboración propia, 2022)



3.8.5.3. Descripción

El lugar corresponde a una cantera de roca ígneo intrusiva, Cuarzo Diorita , cuyas características Geomecánicas están conformadas por 4 familias principales, donde se encuentra una resistencia a la compresión de la roca intacta entre 5 y 25 MPa, un RQD que varía de 50 a 75 en una de las familias principales para la EG-1 (82°/160°, 70°/270°, 55°/340°, 15°/160°), el espaciamiento entre familias esta alrededor de 0.2 a 0.60 m, presenta superficie rugosa, una abertura de discontinuidad mayor a 5mm, conformada dentro de la abertura un relleno duro propio del material de roca, dando un RMR de 62 del Tipo II (buena).

3.8.5.4. Investigación Realizada

En la cantera de Roca km 38 se efectuó 1 estación geomecánica.

Tabla 72 Muestras extraídas en cantera de ROCA KM 38
(Elaboración propia, 2022)

CANTERA	Estación Geomecánica	Coordenadas UTM	
		Este (m)	Norte (m)

KM 38	EG-01	184780	8893762
-------	-------	--------	---------

3.8.5.5. Análisis de resultados

Tabla 73 Resumen de ensayos de laboratorio de las calicatas de la cantera ROKA KM38
(Elaboración propia, 2022)

ENSAYOS	Muestreo	RESUMEN ESTADISTICO			
	M-1	Nº	DS	CV	Prom.
Roca	Cuarzo Diorita	1	-	-	Andesita
Densidad (ton/m³)	2.7	1	-	-	2.69
Gravedad Específica Nominal	2.7	1	-	-	2.70
Absorción (%)	0.3	1	-	-	0.34
Porosidad (%)	0.9	1	-	-	0.91
Abrasión (%)	34.0	1	-	-	34.00
Resistencia a la compresión (Mpa)	20.3	1	-	-	20.30

La siguiente tabla muestra la evaluación de los resultados obtenidos de los ensayos.

Tabla 74 Resumen de ensayos de laboratorio de las calicatas de la cantera ROCA KM38
(Elaboración propia, 2022)

Ensayos de laboratorio ejecutados	Método de Ensayo	Especificaciones técnicas	Resultado obtenido	Usos
		Dique Enrocado		Enrocado
Peso específico (ton/m³)	NTP 339.119	2.5 Min.	2.69	Si cumple
Absorción (%)	ASTM D-6473	2% Máx.	0.34	Si cumple
Abrasión (%)	ASTM C-535	35% Máx.	34.00	Si cumple

Se tiene la valoración RMR de la cantera de Roca km 38 a partir de las estaciones geomecánicas realizadas.

Tabla 75 Valoración de RMR o calidad de la roca de la Cantera de ROCA KM38
(Fuente: Elaboración propia, 2021)

CANTERA	Estación Geomecánica	Tipo de Roca	Valoración de la Masa Rocosa	Calidad de la Roca	Clase
			RMR Básico	Por RMR	
KM 38	EG-01	Cuarzo Diorita	68	Buena	II

Del mismo modo se tiene la valoración GSI de la cantera de Roca km 38.

Tabla 76 Valoración GSI– Cantera de ROCA KM 38
(Elaboración propia, 2022)

Cantera	Estación Geomecánica	Litología	RMR	GSI	Calidad de la Roca por GSI	Clase
KM 38	EG-01	Cuarzo Diorita	68	63	Buena	II

Asimismo, se tienen los sistemas de discontinuidades de la cantera de Roca km 38

Tabla 77 Orientaciones promedio de los principales sistemas de Discontinuidades– Cantera de ROCA KM38
(Elaboración propia, 2022)

Estación Geomecánica	Coordenadas UTM		Litología	Principales Familias			
	Este (m)	Norte (m)		J1	J2	J3	J4
				Dir Buz/Buz	Dir Buz/Buz	Dir Buz/Buz	Dir Buz/Buz
EG-01	184780	8893762	Cuarzo Diorita	160°/82°	270°/70°	340°/55°	160°/15°

A partir de la evaluación de los resultados de los ensayos, se puede observar que los agregados de la Cantera Roca km 38 cumplen con las especificaciones técnicas consideradas para enrocado. La cantera Roca km 38 tiene una resistencia a la compresión simple R3 (roca debil), presentando una abrasión del 34%.

3.8.5.6. Explotación

Para su explotación es necesario, la habilitación de accesos, limpieza de todo del material de detritos acumulado al pie de las laderas, asimismo es necesario maquinaria pesada, tales como: excavadora, cargador frontal, volquete y equipo de voladura controlada para su fracturamiento.

3.8.5.7. Usos Propuestos

Tomando en consideración las recomendaciones efectuadas en el ítem anterior el material de la cantera de Roca Km 38 puede ser empleado en la fabricación de enrocado para protección del dique.

3.8.5.8. Tratamiento

Enrocado: Explosivos y extracción directa.

3.8.5.9. Rendimiento

Para el cálculo de los rendimientos de la cantera en el caso de un depósito rocoso se estima en una merma por voladura de 50%, así mismo existe la presencia superficial de roca muy fracturada en la superficie.

Por lo tanto, para el uso de enrocado la cantera ROCA KM 38 se tiene el siguiente rendimiento:

$$100\% - 30\% \text{ (material desechable)} = 50\%$$

Se recomienda usar el material de mayor profundidad donde las condiciones del macizo rocoso mejora sus condiciones de resistencia.

3.8.5.10. Volumen de explotación

Según la evaluación Geomecánica en campo se ha determinado un área de explotación de 4068.16 m². y un volumen bruto de 18072.45 m³.

Tabla 78 Volumen de explotación de la Cantera de ROCA KM38
(Fuente: Elaboración Propia, 2022)

Descripción	Símbolo	%	Volumen (m ³)
Volumen bruto	Vb		18072.5
Desbroce (h=0.00 m.)	D	0	0.0
Volumen neto	Vn=Vb-D		18072.5
Merma	M	50.00	9036.2
Volumen utilizable	Vu=Vn-M		9036.2
Volumen desechable	Vd=D+M		9036.2

4. Exploraciones de Fuentes de Agua

Para el uso de las fuentes de materiales también se requiere del uso del agua en la construcción de las obras proyectadas, por lo que estratégicamente se tienen 07 puntos de fuentes de agua en el río Huarmey, para verificar la calidad del uso del agua, se ejecutaron ensayos químicos para medir el PH, contenido de sulfatos, contenido de cloruro, sólidos en suspensión.

Tabla 79 Ubicación de muestreo de fuentes de Agua
(Fuente: Elaboración Propia, 2022)

FUENTE	UBICACIÓN		COORDENADAS UTM WGS 84		
	Río	KM ref. Diques	ESTE	NORTE	ZONA
1 F-2H	Rio Huarmey	km 17+600	823203	8890519	17L
2 F-3H	Rio Huarmey	Km 35+100	181884	8891700	18L
3 F-4H	Rio Huarmey	Km 43+500	187029	8897407	18L
4 F-6H	Rio Huarmey	Km 22+900	827901	8891263	17L
5 F-7H	Rio Huarmey	Km 28+400	175285	8891629	18L
6 F-8H	Rio Huarmey	Km 39+500	185490	8893819	18L
7 F- Laguna Congón	Rio Huarmey	Km 15+800	821362	8890505	17L

4.1. Análisis de Resultados

La tabla a continuación muestra los análisis químicos realizados a las muestras de agua obtenidas.

Tabla 80 Análisis químico realizado a la muestra de agua
(Elaboración Propia, 2022)

Ensayo	Norma	Requerimiento
Contenido de Cloruros (ppm)	NTP 339.076	1000 máx.
Contenido de sulfatos (ppm)	NTP 339.074	3000 máx.
Sólidos totales por masa (ppm)	ASTM C 1603	50000 máx.
Potencial de Hidrógeno (Ph)	NTP 339.073	5.5 - 8.5

A partir de los resultados de los análisis químicos se determinó que las fuentes F-2H, F-3H, F-4H, F-6H, F-7H, F-8H, F-Laguna Congón, de agua analizada no supera los límites máximos permitidos por las especificaciones técnicas para concreto portland, por lo tanto, es apta para ser usada en la fabricación de este material.

Tabla 81 Ensayos de laboratorio realizados a las fuentes de Agua en Laboratorio.

(Elaboración Propia, 2022)

N°	Código de la Muestra	Cloruros como Cl (ppm)	Sulfatos como SO ₄ (ppm)	Sólidos Totales por masa (ppm)	Potencial de hidrogeno (Ph)	Sólidos en suspensión (ppm)
		1000 Max	3000 Max	50000 Max	5.5-8.5	1500 Max
1	F-2H	368	389	160	7.14	0.04
2	F-3H	442	64	140	7.25	0.06
3	F-4H	416	382	160	7.11	0.34
4	F-6H	397	71	230	7.13	0.05
5	F-7H	356	61	80	7.29	0.11
6	F-8H	472	80	140	7.33	0.25
8	F- Laguna Congón	154	123	919	7.8	68

5. Depósito de Material Excedente

El depósito de material excedente ha sido diseñado para la disposición de los materiales provenientes de los trabajos de excavación para la construcción de los diques, obras auxiliares y de material excedente proveniente de las canteras.

5.1. Ubicación

El DME-N° P-07 se ubica a 1.90 Km del Colegio Tayca, provincia de Huarney, departamento de Ancash. El centro geométrico del DME-N° P-07 es 165642,583, 8890488.395 coordenadas UTM.

El DME-N° P-11 se ubica a 1.84 Km del Colegio Tayca, provincia de Huarney, departamento de Ancash. El centro geométrico del DME-N° P-11 es 165741.241, 8890675.322 coordenadas UTM.

El DME-N° P-11A 11 se ubica a 1.86 del Colegio Tayca, provincia de Huarney, departamento de Ancash. El centro geométrico del DME-N° P-11A es 165832.568, 8890598.932 coordenadas UTM.

El DME N° P-10 se ubica en Chilcal, provincia de Huarney, departamento de Ancash. El centro geométrico del DME N° P-10 es 167410.212, 8890159.16 coordenadas UTM.

El DME N° P-01 se ubica a 1.70 Km aguas abajo del Fundo Garlero, en Huarney, provincia de Huarney, departamento de Ancash. El centro geométrico del DME N° P-01 es 175456.64, 8891734.80 coordenadas UTM.

El DME N° P-10A se ubica en Mal Paso, provincia de Huarney, departamento de Ancash. El centro geométrico del DME N° P-10A es 179838.24, 8891778.63 coordenadas UTM.

El DME-N° P02 se ubica en Mal Paso, provincia de Huarney, departamento de Ancash. El centro geométrico del DME-N° P02 es 180022.066, 8892345.337 coordenadas UTM.

El DME N° P-06 se ubica a 4.00 km aguas abajo de Huamba, provincia de Huarney, departamento de Ancash. El centro geométrico del DME N° P-06 es 184820.94, 8893780.152 coordenadas UTM.

5.2. Accesibilidad

El acceso al DME-N° P-07 es ingresando por la “Autopista AN-109”, como se muestra en la siguiente ilustración.

Ilustración 39. Imagen satelital de la ubicación de los DME N° P-07
(Elaboración propia, 2022)



El acceso al DME N° P-11 es ingresando por la “Autopista AN-109”, como se muestra en la siguiente ilustración.

Ilustración 40. Imagen satelital de la ubicación de los DME N° P-11
(Elaboración propia, 2022)



El acceso al DME N° P-11A es ingresando por la “Autopista AN-109”, en dirección de La Cabaña de Don Genaro, como se muestra en la siguiente ilustración.

Ilustración 41. Imagen satelital de la ubicación de los DME N° P-11A
(Elaboración propia, 2022)



El acceso al DME N° P-10 es ingresando por la “Autopista AN-109”, en dirección de La Cabaña de Don Genaro, como se muestra en la siguiente ilustración.

Ilustración 42. Imagen satelital de la ubicación de los DME N° P-10
(Elaboración propia, 2022)



El acceso al DME N° P-01 es por la “Autopista AN-109” como se muestra en la siguiente ilustración.

Ilustración 43. Imagen satelital de la ubicación de los DME N° P-01
(Elaboración propia, 2022)



El acceso al DME N° P-10A es ingresando por la por la vía asfaltada “N° 109”, por el centro poblado Malpaso, como se muestra en la siguiente ilustración.

Ilustración 44. Imagen satelital de la ubicación de los DME N° P-10A
(Elaboración propia, 2022)



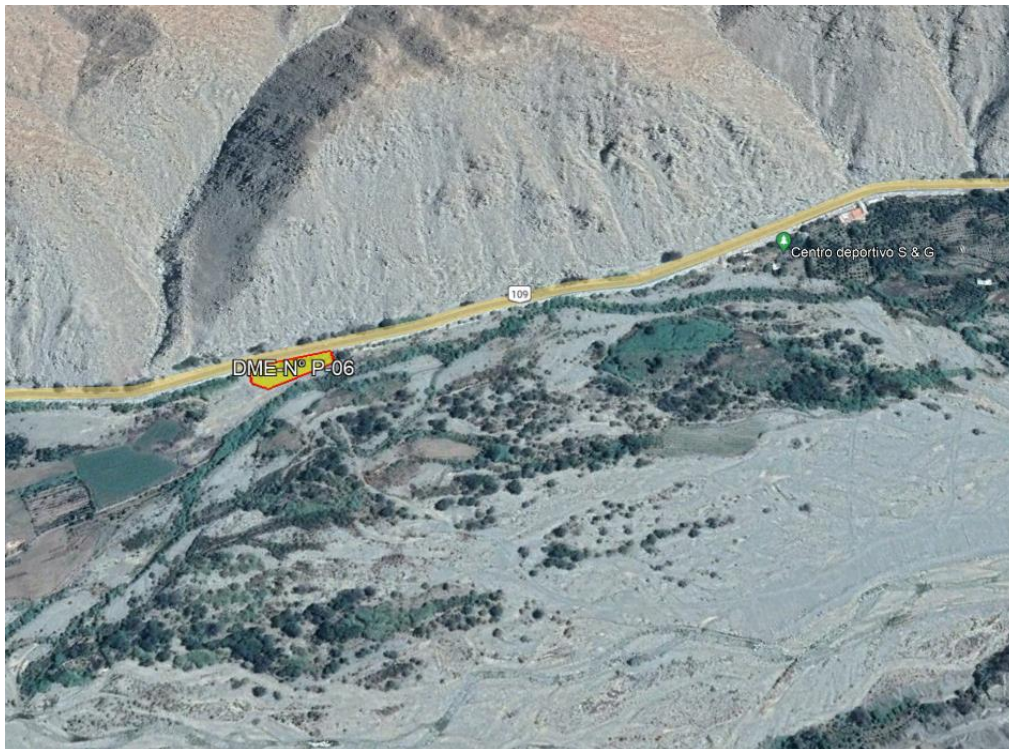
El acceso al DME N° P-02 es ingresando por la “Autopista AN-109”, ubicado en Malpaso, como se muestra en la siguiente ilustración.

Ilustración 45. Imagen satelital de la ubicación de los DME N° P-02
(Elaboración propia, 2022)



El acceso al DME N° P-06 a lado de la “Autopista AN-109” como se muestra en la siguiente ilustración.

Ilustración 46. Imagen satelital de la ubicación de los DME N° P-06
(Elaboración propia, 2022)



5.3. Descripción Geotécnica-Geológica

Los DME's, DME N° P-06 y DME N° P-10A, se emplazan en depósitos aluviales (Q-al1) conformados por cantos redondeados y subredondeados en matriz arenosa y areno limosa. Situado en terrazas aluviales.

El DME-N° P-01, se emplazan en un depósito aluvial, fluvial(Q-al-fl), arenas con inclusiones de gravas.

Los DME's, DME N° P-07, DME N° P-11, DME N° P-11A y DME N° P-10 se emplazan en depósitos eluvial - aluviales (Q-el-al) conformados por limos, arcillas y arenas. Producto de la actividad pluvial sobre las llanuras aluviales.

El DME N° P-02, se emplaza en zona con presencia de material coluvial

5.4. Descripción Geométrica

5.4.1.DME N° P-01

La disposición del material excedente en el DME P°-01 tendrá una inclinación de taludes de 1.0H:1.0V y altura máxima de 6.70 m con una banqueta de 2.50 de ancho. La configuración se ha desarrollado asumiendo que el material excedente se apilará con su ángulo de reposo de manera que permita una estabilidad global adecuada a corto y largo plazo.

La zona escogida como DME N° P-01 tiene una superficie de apilamiento de 1.136 ha con una capacidad máxima de almacenamiento de 43 237.830 m³.

Las características geométricas principales del DME N° P-01, se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 82 Características geométricas del DME P-01
(Elaboración Propia, 2022)

Descripción	Valores
Área de apilamiento (ha)	1.136
Altura de conformación máxima (m)	6.70
Talud de conformación	1 H: 1 V
Volumen de almacenamiento (m³)	43 237.830

5.4.2.DME N° P-06

La disposición del material excedente en el DME N°-P-06 tendrá una inclinación de taludes de 1.0H:1.0V y altura máxima de 6.80 m con una banqueta de 2.50 de ancho. La configuración se ha desarrollado asumiendo que el material excedente se apilará con su ángulo de reposo de manera que permita una estabilidad global adecuada a corto y largo plazo.

La zona escogida como DME N°-P-06 tiene una superficie de apilamiento de 0.228 ha con una capacidad máxima de almacenamiento de 6 721.520 m³.

Las características geométricas principales del DME N° P-06, se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 83 Características geométricas del DME P-06
(Elaboración Propia, 2022)

Descripción	Valores
Área de apilamiento (ha)	0.228
Altura de conformación máxima (m)	6.80
Talud de conformación	1 H: 1 V
Volumen de almacenamiento (m³)	6 721.520

5.4.3.DME N° P-10

La disposición del material excedente en el DME N°-P-10 Atendrá una inclinación de taludes de 1.0H:1.0V y altura máxima de 6.50 m con una banqueta de 2.50 m de ancho. La configuración se ha desarrollado asumiendo que el material excedente se apilará con su ángulo de reposo de manera que permita una estabilidad global adecuada a corto y largo plazo.

La zona escogida como DME N°-P-10 tiene una superficie de apilamiento de 1.38 ha con una capacidad máxima de almacenamiento de 53 687.410m³.

Las características geométricas principales del DME N° P-10, se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 84 Características geométricas del DME N° P-10
(Elaboración Propia, 2022)

Descripción	Valores
Área de apilamiento (ha)	1.38
Altura de conformación máxima (m)	6.50

Talud de conformación	1 H: 1 V
Volumen de almacenamiento (m³)	53 687.410

5.4.4.DME N° P-10A

La disposición del material excedente en el DME N°-P-10A tendrá una inclinación de taludes de 1.0H:1.0V y altura máxima de 5.20 m con una banqueta de 2.50 de ancho. La configuración se ha desarrollado asumiendo que el material excedente se apilará con su ángulo de reposo de manera que permita una estabilidad global adecuada a corto y largo plazo.

La zona escogida como DME N° P-10A tiene una superficie de apilamiento de 0.239 ha con una capacidad máxima de almacenamiento de 4 318.830 m³.

Las características geométricas principales del DME N° P-10A, se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 85 Características geométricas del DME N° P-10A
(Elaboración Propia, 2022)

Descripción	Valores
Área de apilamiento (ha)	0.239
Altura de conformación máxima (m)	5.20
Talud de conformación	1 H: 1 V
Volumen de almacenamiento (m³)	4 318.830

5.5. Análisis de Estabilidad del DME

El análisis de estabilidad de los taludes del DME consiste en la determinación del factor de seguridad al deslizamiento, para un conjunto de condiciones de borde y parámetros que definen el problema en el instante de análisis.

De acuerdo al estudio geológico geotécnico del proyecto, los factores de seguridad mínimos que garantizan la estabilidad ante el riesgo de una probable falla por deslizamiento del talud para condiciones estáticas y pseudoestáticas deben ser mayores a 1.50 y 1.00 respectivamente.

5.5.1. Sismicidad

La aceleración máxima en el sector Malvas de acuerdo al "Estudio de Peligro Sísmico" se presenta Tabla 86, correspondiente al PGA para un periodo de retorno de 475 años.

Tabla 86 PGA Sector Huarney
(Elaboración Propia, 2022)

Progresiva	PGA (TR 475 años)
0+000	0.462
10+000	0.450
20+000	0.434
30+000	0.418

Progresiva	PGA (TR 475 años)
40+000	0.402

Según lo indicado en la US Army Corps of Engineers (2003), la aceleración de diseño adoptada para los análisis de estabilidad en condiciones pseudoestáticas está comprendida entre 1/3 a 1/2 del valor de la aceleración máxima esperada. En el proyecto, se utilizará el 50% de la aceleración máxima horizontal esperada (PGA), en la Tabla 87 se presenta los coeficientes sísmicos para cada DME.

Tabla 87 Coeficiente Sísmico DME - Sector Huarmey
(Elaboración Propia, 2022)

DME	Período de Retorno (Tr= 475 años)
	Aceleración (g)
DME N° P-01	0.217
DME N°-P-06	0.209
DME N°-P-10	0.225
DME N°-P-10A	0.209

5.5.2. Parámetros de Resistencia

Para definir los parámetros de diseño, dada la heterogeneidad de los materiales que pueden llevarse al DME, se utilizaron parámetros conservadores en base a la experiencia del consultor.

En base a la inspección visual se establece las siguientes unidades geotécnicas descritas a continuación:

Arena Limosa densa UG-02: Conformado por gravas heterogéneas densas a muy densas en profundidad, con matriz de arenas cementadas y presencia de cantos, bolonería y bloques, subredondeados, polimícticas y heterométricas

Material Excedente: Conformado por relleno vegetal y material proveniente de las excavaciones durante la construcción de los diques de encauzamiento y accesos. Se considera conservadoramente un ángulo de fricción interna de 35° y una cohesión simbólica de 5 kPa.

En la tabla a continuación, se relacionan los parámetros geotécnicos para las diferentes unidades geotécnicas consideradas:

Tabla 88 Parámetros de resistencia del material en el DME
(Elaboración Propia, 2022)

Material	Densidad Aparente (kN/m³)	Cohesión (kPa)	Ángulo de fricción (°)
Cimentación Aluvial UG-02	22	5	43
Material Excedente	19	5	35

5.5.3. Resultados de los Análisis de Estabilidad

Con los parámetros geotécnicos definidos en la Tabla 88 y la aceleración de diseño establecida en el apartado 5.5.1, se realizaron los análisis de estabilidad. Los factores de seguridad obtenidos se muestran en la tabla a continuación:

Tabla 89 Factores de seguridad calculados del DME
(Elaboración Propia, 2022)

DME	Análisis	Factor de Seguridad
DME N° P-01	Estático	2.008
	Pseudoestático	1.304
DME N° P-06	Estático	2.010
	Pseudoestático	1.313
DME N° P-10	Estático	2.061
	Pseudoestático	1.315
DME N° P-10A	Estático	1.945
	Pseudoestático	1.332

Los resultados obtenidos del análisis de estabilidad indican que los DME's son estable en condiciones estáticas y pseudoestáticas.

6. CONCLUSIONES

- Se presenta 14 canteras en el sector Río Huarmey Alto, 3 canteras de Cerro, 6 canteras de Río y 5 canteras de Roca, de las que se han obtenido el rendimiento, volumen bruto, volumen neto y volumen utilizable.

Canteras en Huarmey				Datos de Canteras			
Canteras de Cerro, Río y Roca			Área cantera (m2)	% Rendimiento	Volumen Bruto (m3)	Volumen Neto (m3)	Volumen utilizable (m3)
Huarmey alto	Cerro	Tayca Agregados	11213.075	100.00	32938.52	32938.52	32938.52
		Afirmado Rio Seco 2	19829.292	68.33	39406.27	39406.27	26927.49
		Tayca afirmado	9829	82.00	49145.00	49145.00	40298.90
	Río	La Cabaña	31307.44	92.62	52414.42	52414.42	48545.19
		Garlero	170836.616	93.60	322465.18	322465.18	301830.63
		Mal Paso	202371.69	92.58	434017.88	434017.88	401809.41
		Pedregal	80994.107	89.11	249918.83	249918.83	222697.67
		Rio Seco	235494.39	88.96	398648.35	398648.35	354617.64
		Rio Huarmey7	41015.916	90.82	100845.74	100845.74	91590.12
		Tayca 1	28384.543	70.00	83691.44	83691.44	58584.01
	Roca	Tayca 2	20192.438	70.00	298159.52	298159.52	208711.66
		Pedregal	77110.77	60.00	397710.92	397710.92	238626.55
		Roca Garlero 2	20003.39	60.00	100016.95	100016.95	60010.17
		Roca KM 38	4068.164	50.00	18072.45	18072.45	9036.23

Nota: Tayca Afirmado se encuentra en proceso.

- La cantera Tayca agregados cumple los requerimientos para su uso como agregado para la elaboración de concreto.
- La cantera Afirmado Río Seco 2, cumple con los requerimientos técnicos para su uso como agregado para la preparación de afirmado.
- Las canteras de río, La Cabaña, Garlero, Mal Paso, Río Pedregal, Río Seco, Huarney 7, cumplen con los requerimientos técnicos para la conformación del cuerpo de dique.
- Las canteras de Roca TAYCA 1, TAYCA 2, PEDREGAL, ROCA GARLERO 2, ROCA KM38, cumplen con los requerimientos técnicos para el uso de enrocado.
- A partir de los resultados de los análisis químicos se determinó que las fuentes F-2H, F-3H, F-4H, F-6H, F-7H, F-8H. F-Laguna Congón, de agua analizada no supera los límites máximos permitidos por las especificaciones técnicas para concreto portland, por lo tanto, es apta para ser usada en la fabricación de este material.
- Los resultados obtenidos del análisis de estabilidad indican que los DME's son estables en condiciones estáticas y pseudoestáticas.
- A continuación, se presenta la información predial de cada una de las canteras. Asimismo, se puede consultar las actas y partida de registro de las canteras en el ANEXO VII en el ítem 1-ACTAS y en 2-PART-REG. También se puede consultar las resoluciones directorales en el ANEXO VII en el ítem 3-RESOL-DREC, en CANTERAS.

Canteras en Huarney Alto				Información predial		
Canteras de Cerro, Río y Roca			Área cantera (m2)	Tipo de Propiedad	Titular registral	Estado de documentación
HUARMEY ALTO	Cerro	TAYCA AGREGADOS	11213.075	ESTATAL/PRIVADO	-	En trámite
		AFIRMADO RIO SECO 2	19829.292	PRIVADO	COMUNIDAD CAMPESINA PARARIN I	En trámite
		TAYCA AFIRMADO	9829.00	ESTATAL/PRIVADO	-	En trámite
	Río	GARLERO	170836.616	ESTATAL/PRIVADO	-	En trámite
		MALPASO	202371.691	ESTATAL/PRIVADO	-	En trámite
		LA CABAÑA	31307.441	ESTATAL/PRIVADO	-	En trámite
		RIO-PEDREGAL	80994.107	PRIVADO	Comunidad Campesina Pararin	En trámite
		RIO SECO	235494.39	PRIVADO	Sociedad Agrícola Maria Cristina Sociedad Anónima	En trámite
					Maria Victoriana Casimiro Garcia	En trámite
		RIO HUARMEY 7	41015.916	ESTATAL	Dirección General de Reforma Agraria y Asentamiento Rural del Ministerio de Agricultura	En trámite

Canteras en Huarmey Alto				Información predial		
Canteras de Cerro, Río y Roca			Área cantera (m2)	Tipo de Propiedad	Titular registral	Estado de documentación
	Roca	TAYCA 1	28384.543	ESTATAL/PRIVADO	-	En trámite
		TAYCA 2	20192.438	ESTATAL/PRIVADO	-	En trámite
		CERRO - PEDREGAL	77110.773	PRIVADO	Comunidad Campesina Paranin	En trámite
		ROCA GARLERO 2	20003.393	ESTATAL/PRIVADO	-	En trámite
		ROCA KM 38	4068.16	ESTATAL/PRIVADO	-	En trámite

Nota: Tayca Afirmado se encuentra en proceso.

- En la siguiente tabla se presenta la información predial de cada una de los DME's . Asimismo, se puede consultar las actas y partida de registro de los DME's en el ANEXO VII en el ítem 1-ACTAS y 2-PART-REG.

DME Huarmey Alto				Tipo de Propiedad	Titular registral	Acta de disponibilidad
Canteras de Cerro, Río y Roca		Área (ha)	Vol (m³)			
HUARMEY ALTO	DME-N° P-07	2.49	74,668.70	PRIVADA	-	Si
	DME-N° P-11	1.79	53,660.24	PRIVADA	-	Si
	DME-N° P-11A	5.43	162,983.32	PRIVADA	-	Si
	DME-N° P-10	1.38	53,687.41	PRIVADA	-	Si
	DME-N° P-01	1.14	43,237.83	PRIVADA	-	Si
	DME-N° P-10A	0.24	4,318.83	PRIVADA	-	Si
	DME-N° P02	2.46	73,732.99	PRIVADA	-	Si
	DME-N° P06	0.23	6,721.52	PRIVADA	-	Si

Nota: Los DME's DME-N° P-07, DME-N° P-11, DME-N° P-11^a, DME-N° P02, están en proceso.

- Se presenta la información documentaria correspondiente a fuentes de agua. La resolución directoral se puede consultar en el ANEXO VII en el ítem 3-RESOL-DIREC en FUENTES DE AGUA.

FUENTE		ESTADO DE TRAMITE	UBICACIÓN	COORDENADAS UTM WGS 84		
			KM ref. Diques	ESTE	NORTE	ZONA
1	F- Laguna Congón	APROBADO CON RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 0236-2022-ANA-AAA.HCH, FECHA 06/05/2022	Km 15+800	821362.0	8890505.0	18L
2	F-2H	APROBADO CON RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 0236-2022-ANA-AAA.HCH, FECHA 06/05/2022	km 17+600	823203.0	8890519.0	18L
3	F-3H	APROBADO CON RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 0236-2022-ANA-AAA.HCH, FECHA 06/05/2022	Km 35+100	181884.0	8891700.0	18L

FUENTE		ESTADO DE TRAMITE	UBICACIÓN	COORDENADAS UTM WGS 84		
			KM ref. Diques	ESTE	NORTE	ZONA
4	F-6H	APROBADO CON RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 0236-2022-ANA-AAA.HCH, FECHA 06/05/2022	Km 22+900	827901.0	8891263.0	18L
5	F-4H	APROBADO CON RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 0236-2022-ANA-AAA.HCH, FECHA 06/05/2022	Km 43+500	187029.0	8897407.0	18L
6	F-7H	APROBADO CON RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 0236-2022-ANA-AAA.HCH, FECHA 06/05/2022	Km 28+400	175285.0	8891629.0	18L
7	F-8H	APROBADO CON RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 0236-2022-ANA-AAA.HCH, FECHA 06/05/2022	Km 39+500	185490.0	8893819.0	18L