

	PRESIDENCIA DEL CONSEJO DE MINISTROS “AUTORIDAD PARA LA RECONSTRUCCIÓN CON CAMBIOS”	Revisión: R00
	CONTRATO: Proyecto “Entrega de las Defensas Ribereñas de los Ríos Chicama y Virú (Paquete 9R-06)”	Emisión: 21/07/2023
	REGIÓN: LA LIBERTAD	Páginas: 1 de 112



REVISIÓN DE DOCUMENTOS TÉCNICOS

☐ A- ACEPTADO

☐ B- ACEPTADO CON COMENTARIOS

☐ C- RECHAZADO

FIRMA

FECHA



D20011 - EDI CONSTRUCCIÓN – MEMORIA DESCRIPTIVA – QDAS. ALTO PERÚ / SAUSAL- PAQUETE 4 – PROYECTO 4 - DISEÑO - RÍO CHICAMA

400195-OHL001-653-XX-DM-ZZ-000001

REV Nº	FECHA	DESCRIPCIÓN	ELAB. POR	REV. POR	APROB. POR
R00	21/07/2023	Emitido para revisión y comentarios	Alberto Prieto Jefe de Proyecto INYPESA		
			FIRMAS:		

	CONTRATO: ENTREGA DE LAS DEFENSAS RIBEREÑAS RÍO CHICAMA Y RÍO VIRÚ (PAQUETE 9R-06)	Versión: V00
		Emisión: 21/07/2023
		Páginas: 2 de 112

 OHSA Perú APROBACIÓN DE DOCUMENTOS TÉCNICOS	
☐	ACEPTADO
☐	RECHAZADO
REVISADO POR _____	FECHA _____

D20011 - EDI CONSTRUCCIÓN – MEMORIA DESCRIPTIVA – QDAS. ALTO PERU/SAUSAL- PAQUETE 4 – PROYECTO 4 - DISEÑO - RÍO CHICAMA

400195-OHL001-653-XX-DM-ZZ-000001

VER N°	FECHA	DESCRIPCIÓN	ELAB. POR	REV. POR	APROB. POR
V00	21/07/2023	Emitido para revisión y comentarios	Julio Gonzales	Alberto Prieto	Alberto Prieto
FIRMAS:					

D20011 - EDI CONSTRUCCIÓN – MEMORIA DESCRIPTIVA – QDAS. ALTO PERU/SAUSAL- PAQUETE 4 – PROYECTO 4 - DISEÑO - RÍO CHICAMA **MEMORIA DESCRIPTIVA**

SOLUCIONES INTEGRALES DEFENSAS RIBEREÑAS DE LOS
RÍOS CHICAMA Y VIRÚ – LA LIBERTAD, (PAQUETE 9R-06)

Propuesto por	Revisado por	Aprobado por
INYPsa	Jefe de Proyecto INYPsa	Jefe de Proyecto INYPsa
JULIO GONZALES, 21/07/2023	ALBERTO PRIETO, 21/07/2023	ALBERTO PRIETO, 21/07/2023
		

Nivel de seguridad: Uso Público

Alcance: 400195 Proyecto Río Chicama

Histórico de revisiones

Versión.	Fecha	Texto
V00	21/07/2023	Primera entrega

Documentación relacionada y aplicable

Código	Título
--------	--------

Definiciones

Término	Definición
---------	------------

Matriz del Conocimiento

CATEGORÍA

- ☐ Todas las categorías
- ☐ Consejero delegado
- ☐ Directores Generales
- ☐ Dirección General
- ☐ Director Corporativo
- ☐ Director
- ☐ Jefe Corporativo de
- ☐ Jefe de
- ☐ Técnico
- ☒ Especialista
- ☐ Administrativo
- ☐ Operario cualificado

FUNCIONES

- ☒ Todas las funciones
- ☐ Asesoría Jurídica
- ☐ Económico Financiera
- ☐ Organización
- ☐ RR. HH y SSGG
- ☐ Sistemas de Información
- ☐ Soporte Corporativo
- ☐ Soporte Técnico
- ☐ Línea/Producción
- ☐ Otros: Estructuras

Responsable de distribución: Julio Gonzales

ÍNDICE

I.	ANTECEDENTES, SITUACIÓN ACTUAL, JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS DEL PROYECTO. .	14
1.1.	Antecedentes	14
1.2.	Sectorización del Proyecto de Inversión Chicama.....	14
1.3.	Situación actual	15
1.4.	Objetivo y justificación del Proyecto Integral del río Chicama-Paquete 4	16
1.4.1.	Justificación	16
1.4.2.	Objetivos	16
1.5.	Metas del proyecto Qdas. Alto Peru/Sausal (Acorde al PI)	17
II.	DESCRIPCIÓN DEL PAQUETE N°4 QDAS. ALTO PERU/SAUSAL	17
2.1.	Ubicación Geográfica y accesibilidad del proyecto	17
2.2.	Información General del Paquete N°4 Qdas. Alto Perú.	20
2.3.	Criterios y procesos aplicados para el diseño final de las obras del Paquete 4 – Qdas. Alto Perú/Sausal...21	
2.3.1.	Estudio de topografía.	21
2.3.1.1.	Trabajos topográficos en Etapa RIBA 3.	21
2.3.1.2.	Trabajos topográficos en Etapa RIBA 4.	21
2.3.2.	Estudio Hidrología y sedimentología.....	21
2.3.2.1.	Información Hidrometeorológica	21
2.3.3.	Estudio de geología y geomorfología	23
2.3.3.1.	Aspecto geológicos y geomorfológicos	23
2.3.3.2.	Investigaciones geotécnicas de campo	28
2.3.3.3.	Capacidad portante	39
2.3.3.4.	Agresión química al concreto	41
2.3.3.5.	Análisis de estabilidad	42
2.3.4.	Análisis de infiltración	47
2.3.4.1.	Sección tipo AP-DR 0+050	48
2.3.5.	Descripción De Canteras	50
2.3.5.1.	Cantera Palenque 2	50
2.3.5.2.	Cantera Nuevo Alto Peru 3	52
2.3.5.3.	Cantera Roma.....	54
2.3.6.	Identificación y selección de depósitos de materiales excedentes (DME) y material orgánico (DMO).....	55
2.3.7.	Identificación y selección de puntos de agua.....	55

2.3.8.	Oficinas, patio de maniobras.....	56
2.3.9.	Acopio de materiales.....	56
2.3.10.	Modelamiento hidráulico.....	56
2.3.10.1.	Caudales máximos.....	56
2.3.10.2.	Determinación de parámetros reológicos.....	58
2.3.10.3.	Calibración del modelo hidráulico.....	62
2.3.10.4.	Resultados del modelamiento hidráulico con proyecto	68
2.3.11.	Planificación hidráulica	73
2.3.11.1.	Dique de retención AP-DR.....	73
2.3.11.2.	Diques de encauzamiento	73
2.3.11.3.	Canales de derivación	74
2.3.11.4.	Espigones.....	74
2.3.11.5.	Baden AP-BD-1	75
2.3.11.6.	Rapida AP-RP-1.....	76
2.3.11.7.	Alcantarilla – canal fusible AP-AL-1	76
2.3.11.8.	Explanacion AP-EX1.....	76
2.3.12.	Diseño Hidráulico	77
2.3.13.	Diseño Hidráulico de diques.....	79
2.3.13.1.	Cálculo del borde libre	79
2.3.13.2.	Cálculo de la socavación general.....	82
2.3.13.3.	Cálculo altura de las defensas	85
2.3.13.4.	Cálculo del diámetro del enrocado	89
2.3.13.5.	Espesor del enrocado	92
2.3.13.6.	Determinación de las rasantes de los diques.....	92
2.3.13.7.	Secciones típicas consideradas para los diques	93
2.3.13.8.	Diseño hidráulico de Obras civiles.....	94
2.3.14.	Gestión de permisos y autorizaciones	97
2.3.14.1.	Áreas auxiliares	97
2.3.14.2.	Canteras	98
2.3.14.3.	Accesos de áreas auxiliares	99
2.3.14.4.	Oficinas, patios de maniobra.....	101
2.4.	Diseño estructural	101
2.4.1.	Sección típica de muro (rápida)	101
2.4.1.1.	Datos iniciales.....	102

2.4.1.2.	Diseño de muros	103
2.4.2.	Sección típica de alcantarilla	107
2.4.2.1.	Datos iniciales.....	108
2.4.2.2.	Diseño de muros	109
III.	ESTUDIO INTEGRAL ASOCIADO AL PROYECTO	115
3.1.	Afectaciones prediales	115
3.2.	Componente de interferencias	118
3.2.1.	Metodología para la identificación de interferencias	119
3.2.2.	Identificación de interferencias	119
3.2.2.1.	Canal La Barranca – Junta de usuarios del sector hidráulico	119
3.2.2.2.	Infraestructura eléctrica.....	121
3.2.2.3.	Red vial – Vía departamental LI-105	122
3.3.	Gestión Medio Ambiente	124
3.4.	Building information Modeling (BIM)	125
IV.	RESUMEN DE COSTOS Y PERIODO DE EJECUCIÓN	127
4.1.	COSTO DE INVERSIÓN	127
4.2.	TIEMPO (PERÍODO) DE EJECUCIÓN.	128

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Ámbito general del estudio	15
Figura 2	Ubicación política en ámbito regional – Qdas. Alto Peru.....	18
Figura 3	Ubicación de las Qdas. Alto Peru.....	19
Figura 4	Vías de acceso a la zona de estudio	20
Figura 5	Geología Qdas. Alto Perú - Paquete 4	23
Figura 6	Geología de Qda. Mala Alma – Paquete 4.....	24
Figura 7	Viviendas aledañas a los diques y ensayos.....	25
Figura 8	Material de sedimentos transportados por el río Chicama	25
Figura 9	Unidades geomorfología de las Qdas. Alto Perú	26
Figura 10	Unidades geomorfología de las Qda. Mala Alma	26
Figura 11	Hidrogeología en la Qda. Alto Perú	28
Figura 12	Perfil estratigráfico de la calicata MA-E2-CC-01	35
Figura 13	Perfil estratigráfico de la calicata MA-E3-CC-01	36
Figura 14	Análisis estático cara húmeda de la sección tipo AP-DR 0+050 – Condición drenada.....	45
Figura 15	Análisis Pseudoestático cara húmeda de la sección tipo AP-DR 0+050 – Condición drenada.....	46
Figura 16	Análisis estático cara seca de la sección tipo AP-DR 0+050 – Condición drenada.....	46
Figura 17	Análisis Pseudoestático cara seca de la sección tipo AP-DR 0+050 – Condición drenada	47
Figura 18	Parámetros geotécnicos y dinámicos de diseño	48
Figura 19	Análisis de infiltración sección tipo AP-DR 0+050 – altura total, líneas equipotenciales y líneas de flujo.....	48
Figura 20	Análisis de infiltración sección tipo AP-DR 0+050 – Velocidad total de descarga dique de retención. líneas de flujo	48
Figura 21	Ubicación y acceso de la cantera Palenque 2.....	50
Figura 22	Ubicación y acceso de la cantera Nuevo Alto Peru 3	52
Figura 23	Ubicación y acceso de la cantera Roma	54
Figura 24	Relación entre concentración por peso y volumen.....	60
Figura 25	Parámetros reológicos ingresados al modelo de Qda. Alto Peru.....	62
Figura 26	Identificación de alturas de agua en el RIBA 3 para FEN 2017 en los puntos 1, 2 y 3.....	63
Figura 27	Puntos de calibración RIBA 3.....	64
Figura 28	Puntos de calibración RIBA 4.....	64
Figura 29	Combinación de bandas utilizadas en la imagen histórica Landsat 8	65
Figura 30	Comparación del MH FEN 2017 con la imagen satelital histórica FEN 2017 – Zona 01, 02 y 03	66
Figura 31	Variación de los tirantes con respecto a los CV modelados en Qdas. Alto Peru.....	66
Figura 32	Variación de los tirantes con respecto a los CV modelados en Qdas. Alto Peru.....	67
Figura 33	Variación de las velocidades con respecto a los CV modelados en Qdas. Alto Peru	67
Figura 34	Mapa de tirantes – Qdas. Alto Peru	68
Figura 35	Tirante alcanzado en el Baden – Qdas. Alto Peru	68
Figura 36	Tirante alcanzado en el Baden – Qdas. Alto Peru	69
Figura 37	Mapa de tirantes en la zona de los espigones	69
Figura 38	Tirante en los diques AP-DE-I-4 y AP-DE-D-3	70

Figura 39 Perfil de velocidades en el baden AP-BD-1	71
Figura 40 Distribución de velocidades en la rápida AP-RP-1.....	71
Figura 41 Mapa de velocidades en la zona de los espigones	72
Figura 42 Mapa de velocidades en la zona de encauzamiento hacia el rio Chicama	72
Figura 43 Distancias entre espigones.....	75
Figura 44 Disposición de espigones.....	75
Figura 45 Sección alcantarilla ingreso y salida	76
Figura 46 Sección canal fusible.....	76
Figura 47 Planteamiento hidráulico del PQTE 4 - Alto Peru.....	78
Figura 48 Borde libre para el Dique AP-DE-D-1.....	79
Figura 49 Borde libre para el Dique AP-DE-D-2.....	79
Figura 50 Borde libre para el Dique AP-DE-D-3.....	80
Figura 51 Borde libre para el Dique AP-DE-I-1	80
Figura 52 Borde libre para el Dique AP-DE-I-2	81
Figura 53 Borde libre para el Dique AP-DE-I-3	81
Figura 54 Borde libre para el Dique AP-DE-I-4	81
Figura 55 Socavación para el Dique AP-DE-D-1.....	82
Figura 56 Socavación para el Dique AP-DE-D-2.....	83
Figura 57 Socavación para el Dique AP-DE-D-3.....	83
Figura 58 Socavación para el Dique AP-DE-I-1	84
Figura 59 Socavación para el Dique AP-DE-I-2	84
Figura 60 Socavación para el Dique AP-DE-I-3	85
Figura 61 Socavación para el Dique AP-DE-I-4	85
Figura 62 Altura para el Dique AP-DE-D-1.....	86
Figura 63 Altura para el Dique AP-DE-D-2.....	86
Figura 64 Altura para el Dique AP-DE-D-3.....	87
Figura 65 Altura para el Dique AP-DE-I-1	87
Figura 66 Altura para el Dique AP-DE-I-2	88
Figura 67 Altura para el Dique AP-DE-I-3	88
Figura 68 Altura para el Dique AP-DE-I-4	89
Figura 69 Altura para el Dique AP-DE-D-1.....	89
Figura 70 Altura para el Dique AP-DE-D-2.....	90
Figura 71 Altura para el Dique AP-DE-D-3.....	90
Figura 72 Altura para el Dique AP-DE-I-1	91
Figura 73 Altura para el Dique AP-DE-I-2	91
Figura 74 Altura para el Dique AP-DE-I-3	92
Figura 75 Altura para el Dique AP-DE-I-4	92
Figura 76 Sección típica diques de encauzamiento.....	93
Figura 77 Sección típica dique de retención	93
Figura 78 Sección típica Canal AP-CA-1.....	93
Figura 79 Sección típica Canal AP-CA-2.....	94
Figura 80 Sección típica Canal AP-CA-3.....	94

Figura 81 Vista 3D rápida AP-RP-1	95
Figura 82 Vista 3D Perfil alcantarilla de ingreso.....	96
Figura 83 Perfil alcantarilla de salida.....	96
Figura 84 Sección alcantarilla ingreso y salida	96
Figura 85 Vista en planta	102
Figura 86 Vista en elevación sección A.....	102
Figura 87 Vista en elevación sección B.....	102
Figura 88 Detalle de refuerzo de muro y losa de fondo.....	107
Figura 89 Vista en planta Alcantarilla.....	107
Figura 90 Vista en elevación Sección A	107
Figura 91 Vista en elevación Sección B	108
Figura 92 Detalle de refuerzo de muro y losa de fondo.....	115
Figura 93 Esquema del plano de prediagnóstico Qdas. Alto Peru/Sausal	116
Figura 94 Ubicación de canal La Barranca.....	120
Figura 95 Canal existente La Barranca	121
Figura 96 Ubicación de línea de media tensión identificada	122
Figura 97 Ubicación de vía departamental identificada.....	123
Figura 98 Vía departamental LI-105	124
Figura 99 intercambio de información BIM-GIS.....	126
Figura 100 flujograma general de la información	126

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Características generales de los paquetes del proyecto 4 – Río Chicama.....	15
Cuadro 2 Coordenadas de las Qda. Alto Peru	18
Cuadro 3 Vías de acceso a la zona del proyecto	19
Cuadro 4 Coordenadas de inicio y fin de los diques de encauzamiento proyectados Qdas. Alto Perú/Sausal.....	20
Cuadro 5 Comparativa de ensayos programados y ejecutados	28
Cuadro 6 Coordenadas y datos de las calicatas.	29
Cuadro 7 Resumen de resultados de las calicatas – Pqte 4	30
Cuadro 8 Resumen de resultados ensayos de corte directo – Pqte 4.....	31
Cuadro 9 Resumen de resultados ensayos de CBR – Pqte 4	32
Cuadro 10 Resumen de resultados ensayos químicos – Pqte 4	32
Cuadro 11 Resumen de resultados ensayos de materia orgánica por ignición – Pqte 4	33
Cuadro 12 Resumen de resultados ensayos peso unitario – Pqte 4	34
Cuadro 13 Resumen de resultados ensayos Proctor modificado – Pqte 4	35
Cuadro 14 Coordenadas y longitud de las Refracciones Sísmicas.....	36
Cuadro 15 Resumen de los Ensayos Geofísicos Refracción Sísmica (según Arce Helberg (1990)).....	37
Cuadro 16 Coordenadas de los ensayos MASW.....	38
Cuadro 17 Resumen de los Ensayos Geofísicos MASW - WGS- 84 (según Norma E.030 – 2020).....	38
Cuadro 18 Coordenadas de los ensayos SEV.....	39
Cuadro 19 Resultados de los ensayos SEV.	39
Cuadro 20 Parámetros para las unidades geotécnicas	40
Cuadro 21 Parámetros geotécnicos para las obras complementarias.....	40
Cuadro 22 Parámetros de asentamiento	40
Cuadro 23 Modulo de balasto para las estructuras del Paquete 4	41
Cuadro 24 Resultado de análisis químico de las calicatas del Paquete 4	41
Cuadro 25 Resultado de análisis químico del punto de agua del Paquete 4	42
Cuadro 26 Nivel freático según dique para análisis de estabilidad.....	43
Cuadro 27 Valores característicos de permeabilidad según granulometría	47
Cuadro 28 Coordenadas UTM de los vértices del perímetro de la cantera Palenque 2	51
Cuadro 29 Calculo del volumen utilizable de la cantera Palenque 2	52
Cuadro 30 Coordenadas UTM de los vértices del perímetro de la cantera Nuevo Alto Peru 3.....	53
Cuadro 31 Calculo del volumen utilizable de la cantera Nuevo Alto Peru 3	54
Cuadro 32 Deposito de material excedente PQTE 4	55
Cuadro 33 Deposito de material orgánico PQTE 4	55
Cuadro 34 Fuentes de agua PQTE 4	55
Cuadro 35 Oficina y patio de maniobras PQTE 4	56
Cuadro 36 Acopio de materiales PQTE 4.....	56
Cuadro 37 Caudales máximos con cambio climático (con sedimentos) de la Qda. Mala Alma – RCP 8.5.....	57
Cuadro 38 Caudales máximos con cambio climático (sin sedimentos) de la subcuenca Alto Peru – RCP 8.5.	57
Cuadro 39 Caudal máximo con cambio climático más sedimentos de la Quebrada Alto Peru – RCP 8.5	57
Cuadro 40 Caracterización granulométrica.....	59

Cuadro 41 Propiedades de las matrices de flujo (solo lima y arcilla).....	59
Cuadro 42 Parámetros de las relaciones de esfuerzo de cedencia y viscosidad	60
Cuadro 43 Esfuerzo de cedencia (Pa) para diferentes concentraciones.....	61
Cuadro 44 Viscosidad (Pa-s) para diferentes concentraciones	61
Cuadro 45 Ubicación de los puntos de calibración de las Qdas. Alto Peru	62
Cuadro 46 Comparación de tirantes del RIBA 3 y RIBA 4	65
Cuadro 47 Ubicación de los puntos de sensibilidad – Qdas. Alto Peru.....	67
Cuadro 48 Puntos de sensibilidad para el escenario FEN 2017 – Qdas. Alto Peru	67
Cuadro 49 Coordenadas diques de retención	73
Cuadro 50 Coordenadas diques de encauzamiento.....	74
Cuadro 51 Coordenadas canales de derivacion	74
Cuadro 52 Coordenadas explanación AP-EX-1	77
Cuadro 53 Verificación del caudal de diseño	94
Cuadro 54 Verificación del tirante de diseño.....	94
Cuadro 55 Resultados obtenidos del cálculo hidráulico	95
Cuadro 56 Estado de permisología de las áreas auxiliares del paquete 4 de Chicama	97
Cuadro 57 Estado de permisología respecto a INGEMENT	98
Cuadro 58 Estado de permisología respecto de accesos de la Qda. Alto Peru	99
Cuadro 59 Detalle técnico de área, volúmenes y ubicación de las áreas auxiliares	100
Cuadro 60 Oficinas, patios de maniobra PQTE 4.....	101
Cuadro 61 Datos hidráulicos	102
Cuadro 62 datos geológicos y geotécnicos	103
Cuadro 63 Dimensiones para el análisis.....	103
Cuadro 64 Datos hidráulicos	108
Cuadro 65 Datos geológicos y geotécnicos	108
Cuadro 66 Dimensiones para el análisis.....	108
Cuadro 67 Predios identificados afectados.....	116
Cuadro 68 Coordenadas de ubicación del canal La Barranca	120
Cuadro 69 Coordenadas de ubicación de la línea de media tensión identificada	121
Cuadro 70 Coordenadas de ubicación de vía departamental	122
Cuadro 71: Presupuesto Paquete 04: Qda. Alto Perú / Sauzal: Diques de Retención y Encauzamiento.....	127
Cuadro 72: Cronograma Paquete 04: Qda. Alto Perú / Sauzal: Diques de Retención y Encauzamiento	128

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Caudales máximos quebrada Alto Perú – Cambio Climático.....	22
Tabla 2: Resumen de caudales picos en Quebradas – Escenario Histórico	22
Tabla 3: Resumen de caudales picos en Quebradas – Cambio Climático Moldeo Regional WRF RCP8.5	23

I. ANTECEDENTES, SITUACIÓN ACTUAL, JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS DEL PROYECTO.

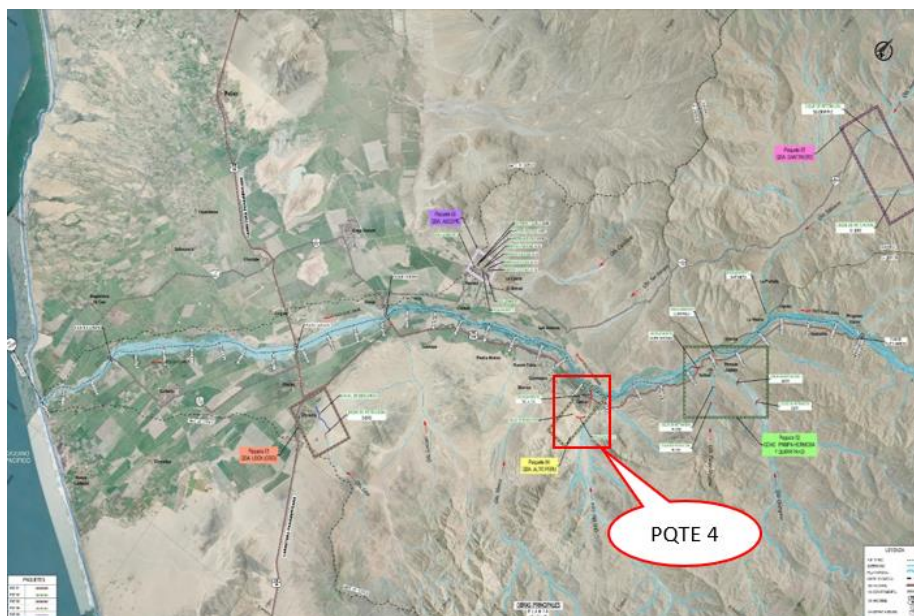
1.1. Antecedentes

1. Con Resolución de Dirección Ejecutiva N° 0075-2018-RCC/DE, se modificó el Plan Integral de la Reconstrucción con Cambios aprobado mediante Decreto Supremo N° 091-2017-PCM y modificatorias, respecto de la denominación y contenido del Anexo N°1 de la “Tabla N°14: Intervenciones Integrales para previsión de inundaciones pluviales, fluviales y movimiento de masas”, consignándose en el Anexo N° 02, la solución integral de los ríos en las regiones de Tumbes, Piura, Lambayeque, La Libertad, Áncash, Lima e Ica.
2. El PI forma parte del Paquete 9 R-06: Chicama-Virú del Componente A del Plan Integral de Reconstrucción con Cambios (PIRCC), que será ejecutado en el marco del Acuerdo Gobierno a Gobierno (G2G), mediante la modalidad de ejecución Fast Track. Con fecha 11.06.21 la ARCC (Contratante) suscribió el “Contrato NEC3 - Opción F” (Contrato NEC3F) con la empresa OBRASCON HUARTE LAIN S.A. SUCURSAL PERÚ (Contratista) para el desarrollo del diseño y construcción del mencionado PI. Con fecha 01.09.21, el Contratista subcontrata la elaboración de diseño (Expediente Técnico) de los PI contenidos en el Paquete 9, a la empresa DOHWA-TEC4, bajo la modalidad de contratación “Contrato NEC-Opción A” (Suma Alzada) /PEC/Directa.
3. El Perfil del Proyecto Integral Chicama - Virú declarado viable por la entidad correspondiente identificó, en ambas márgenes de los ríos Chicama y Virú propiamente dicho, del cual las unidades productoras (UP) de bienes y servicios y parte de la población de los poblados de la cuenca se encuentran en alto riesgo frente a inundaciones.

1.2. Sectorización del Proyecto de Inversión Chicama

En base a la metodología “Fast Track”, el Proyecto de Inversión de las quebradas del Río Chicama con CUI 2509655 (Proyecto 4) el cual ha sido subdividido en 5 paquetes con la finalidad de elaborar los diseños definitivos y construcción de las obras que la comprenden. Esta subdivisión se muestra en la siguiente figura:

Figura 1 Ámbito general del estudio



En el siguiente cuadro se presentan los paquetes definidos en el proyecto 4–Río Chicama.

Cuadro 1 Características generales de los paquetes del proyecto 4 – Río Chicama.

Paquetes	Descripción
Paquete 01	Quebrada León (Oso): Dique de Retención
Paquete 02	Quebradas Pampa Hermosa – Quirripango/Pampas de Jaguey
Paquete 03	Quebradas Santanero/Algarrobal – La Portada – La Huaca – Jaguey: Diques de retención
Paquete 04	Quebradas Alto Perú/Sauzal: Diques de Retención.
Paquete 05	Quebradas Ascope / Chicama: Diques de Retención

La presente Memoria Descriptiva corresponde al Paquete 4 del Proyecto 4 – Qdas. Chicama. Sin embargo, cuando se realice una referencia o descripción de un determinado ítem en común y aplicable para todos los paquetes, se hará mención a la denominación Proyecto 4 – Qdas. Chicama.

1.3. Situación actual

La situación actual de la población de la zona urbana y agrícola, se encuentran en riesgo de ser inundadas durante eventos de avenidas u ocurrencia del Fenómeno El Niño. En el transcurso del tiempo, han ocurrido inundaciones, por las grandes avenidas de agua que se producen periódicamente por exceso de lluvia

durante la presencia del fenómeno de El Niño, donde el incremento de caudal de los ríos, afectan seriamente las tierras de cultivo, los asentamientos humanos y las poblaciones que ocupan indebidamente fajas marginales de los ríos e incluso sus cauces secos, a ello se suma la carencia de infraestructura de defensas ribereñas y control de inundaciones, el débil fortalecimiento institucional y la generación de capacidades y la frágil la Gestión del Riesgo de Desastres.

Ante los peligros de inundaciones ocasionadas por precipitaciones pluviales intensas y por las crecidas máximas de los cursos del agua (ríos y quebradas), las poblaciones ubicadas a ambos márgenes de las Qdas. Alto Peru/Sausal, viven en permanente zozobra durante eventos climáticos como "El Niño"; por lo que, es prioritario la formulación de Proyectos de Inversión Pública relacionado con servicios de protección de Unidades Productoras de bienes y servicios públicos frente a inundaciones. Pasada la ocurrencia de los Fenómenos El Niño, diversas instituciones públicas han construido defensas ribereñas en tramos críticos, con diversos criterios constructivos para diferentes caudales, resultandos insuficientes durante el Niño Costero 2017.

1.4. Objetivo y justificación del Proyecto Integral del río Chicama-Paquete 4

1.4.1. Justificación

La justificación del proyecto: “CREACIÓN DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN EN LA RIBERA DE LAS QUEBRADAS ASCOPE, EL OSO, ALTO PERÚ, PAMPA HERMOSA, QUIRRIPANO Y SANTANERO, VULNERABLES ANTE EL PELIGRO DE INUNDACIÓN EN LOS DISTRITOS DE ASCOPE Y CHICAMA DE LA PROVINCIA DE ASCOPE DEL DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD EN EL DISTRITO DE SAN BENITO DE LA PROVINCIA DE CONTUMAZÁ DEL DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA”, se encuentra en la línea establecida por el Sistema de Programación Multianual y Gestión de Inversiones del MEF que define la Programación Multianual de Inversiones en los diferentes sectores del Gobierno Nacional.

La justificación del proyecto se basa en el hecho que contribuye al cierre de brechas en materia de protección a “Puntos Críticos identificados No atendidos” aprobado por el MINAGRI y publicado en su respectivo portal institucional. Es decir, el proyecto se encuentra en la línea establecida por el Sistema de Programación Multianual y Gestión de Inversiones del MEF que define la Programación Multianual de Inversiones en los diferentes sectores del Gobierno Nacional.

1.4.2. Objetivos

1. Alcanzar una capacidad hidráulica suficiente de la Qdas. Alto Peru/Sausal para conducir flujos máximos extraordinarios con el mejor período de retorno posible. El proyecto tiene en cuenta, efectos del cambio climático, aspectos sociales, espaciales, paisajísticos y ambientales del entorno.
2. El diseño y la aplicación de un sistema integrado de manejo de las aguas pluviales que combine la capacidad de los cursos naturales en sus zonas de captación altas, medias y bajas, sin daños a los bienes ni riesgos para la vida.
3. Reducir los efectos provocados por el cambio climático y fenómenos naturales que afectan de manera cíclica en las Qdas. Alto Peru, mediante la adopción de medidas de protección oportunas.

4. El proyecto plantea, reducir el riesgo frente a inundaciones de las UP de bienes y servicios públicos y población aledaña al área de intervenciones.
5. El desarrollo de los proyectos promoverá el crecimiento económico a nivel local y regional, toda vez que incentivará la contratación de mano de obra, profesionales, proveedores de servicios, comercios, restaurantes, hospedajes y toda la cadena de suministro vinculada con el proyecto.

1.5. Metas del proyecto Qdas. Alto Peru/Sausal (Acorde al PI)

El proyecto Qdas. Alto Peru/Sausal (paquete 4) contempla la ejecución de las siguientes metas físicas:

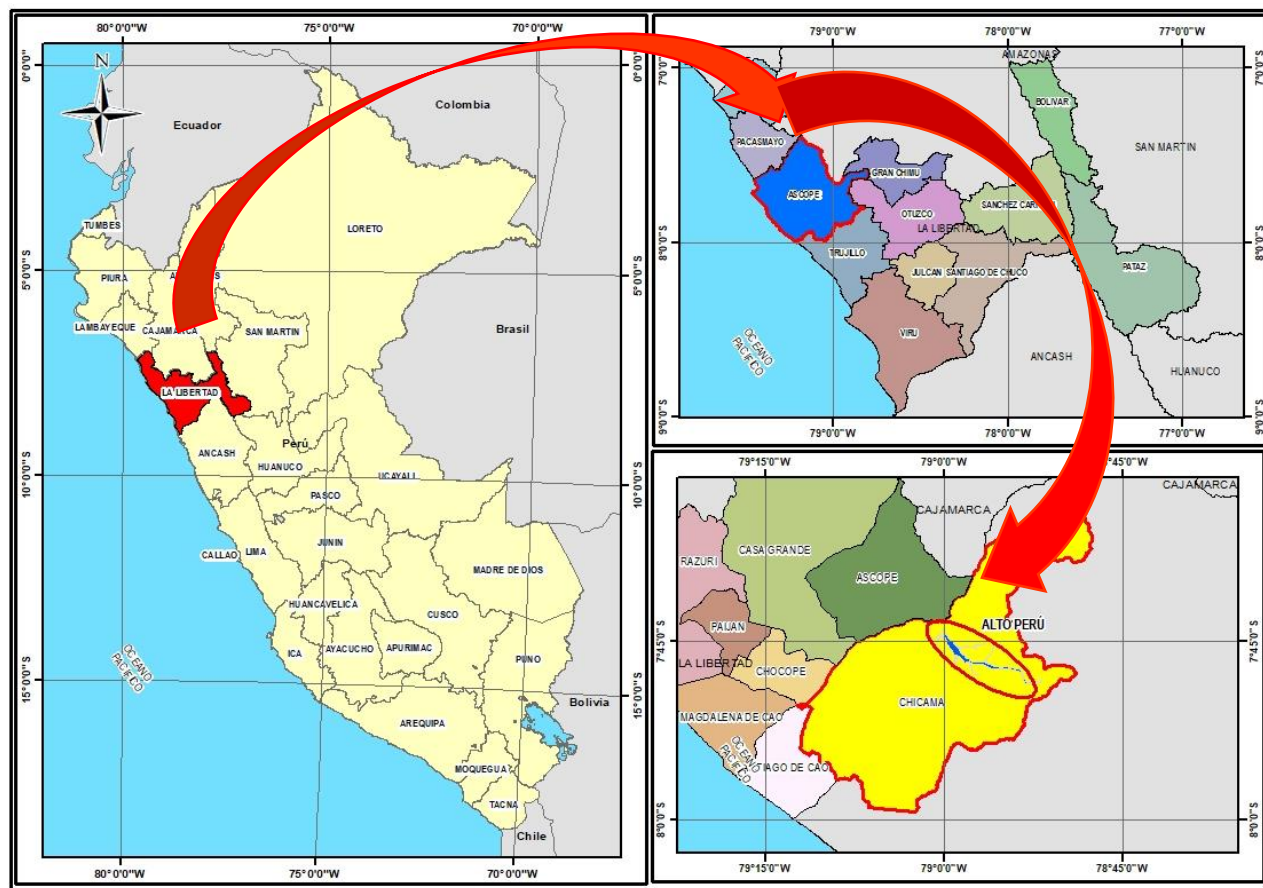
- Se ha propuesto la construcción de un dique de retención, con la finalidad de retener los sólidos generados por las Qdas. Alto Perú 1 y 2, esta estructura tiene una longitud de 136.00 m y una altura de 8.00 m.
- Descolmatación en las Qdas. Alto Peru 1, 2, 3 y en los diques propuestos en la quebrada Mala Alma.
- Siete diques de encauzamiento, 4 diques de encauzamiento en la margen izquierda y 3 diques de encauzamiento en la margen derecha.
- Cuatro canales de derivación, 3 canales revestidos de concreto ciclópeo y un canal de tierra.
- Construcción de obras civiles: Baden, rápida y una alcantarilla con un tramo fusible.

II. DESCRIPCIÓN DEL PAQUETE N°4 QDAS. ALTO PERU/SAUSAL

2.1. Ubicación Geográfica y accesibilidad del proyecto

Políticamente la quebrada Alto Perú, se encuentra ubicada en la región de la Libertad, Provincia de Ascope, Distrito de Chicama.

Figura 2 Ubicación política en ámbito regional – Qdas. Alto Peru.

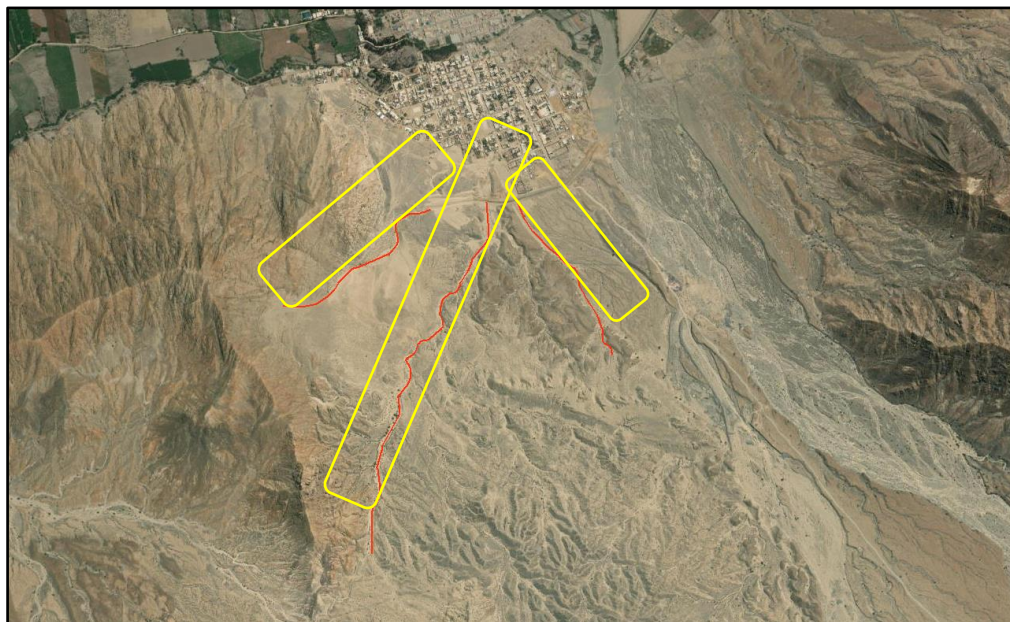


La ubicación geográfica del proyecto que involucra a las Qdas. Alto Peru/Sausal; se indica en el siguiente Cuadro:

Cuadro 2 Coordenadas de las Qda.Alto Peru

Sector	Coordenadas UTM WGS84			
	Inicio		Fin	
	Este (m)	Norte (m)	Este (m)	Norte (m)
Quebrada Alto Perú 1	719660.903	9143692.104	719040.868	9143286.433
Quebrada Alto Perú 2	719894.981	9143722.114	719411.547	9142242.080
Quebrada Alto Perú 3	720023.327	9143727.739	720423.099	9143078.095

Figura 3 Ubicación de las Qdas. Alto Peru

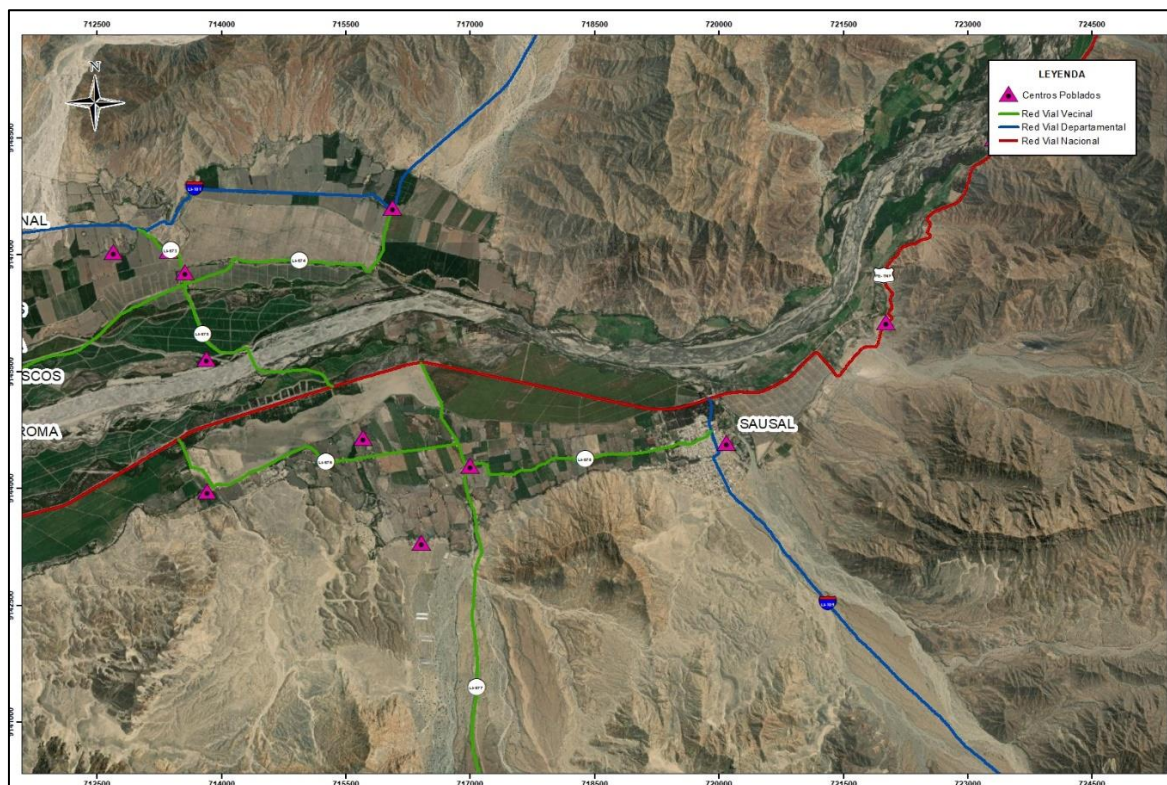


El acceso a las quebradas Alto Peru, se logra a través del siguiente trayecto: Desde Lima por una carretera Panamericana Norte hasta la ciudad de Trujillo (485.25 Km), luego se continúa por la misma carretera, hasta llegar a la ciudad de Chicama (32.50 Km), en el cuadro siguiente se presenta el resumen de la vía de acceso desde Lima a la zona de Estudio.

Cuadro 3 Vías de acceso a la zona del proyecto

Desde	Hasta	Distancia Aprox. (Km)	Medio de Transporte	Tiempo (Hr)	Vías de Acceso
Lima	Trujillo	485.25	Terrestre	8	Panamericana Norte
Trujillo	Chicama	32.50	Terrestre	0.45	Asfaltado
Chicama	Confluencia	29.9	Terrestre	0.40	Asfaltado

Figura 4 Vías de acceso a la zona de estudio



2.2. Información General del Paquete N°4 Qdas. Alto Perú.

El Paquete 4 está conformado por la Qdas. Alto Perú/Sausal. Los diques de encauzamientos planteados se encuentran en las siguientes coordenadas UTM WGS 84 Zona 17 Sur.

Cuadro 4 Coordenadas de inicio y fin de los diques de encauzamiento proyectados Qdas. Alto Perú/Sausal

ESTRUCTURAS	LONGITUD	PROGRESIVA		INICIO UTM		FIN UTM	
	(m)	INICIO	FIN	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
Dique AP-DE-D-1	93.00	0+000.00	0+093.00	719,515.85	9,143,504.79	719,600.92	9,143,523.94
Dique AP-DE-I-1	145.00	0+000.00	0+145.00	719,466.30	9,143,577.07	719,607.83	9,143,553.13
Dique AP-DE-I-2	269.00	0+000.00	0+269.00	719,999.02	9,143,632.96	720,192.55	9,143,797.76
Dique AP-DE-D-2	70.00	0+000.00	0+070.00	720,008.26	9,143,590.56	720,056.59	9,143,635.79
Dique AP-DE-I-3	748.00	0+000.00	0+748.00	720,327.38	9,144,544.32	719,953.65	9,145,172.25
Dique AP-DE-I-4	597.00	0+000.00	0+597.00	719,942.07	9,145,179.06	719,553.95	9,145,574.77
Dique AP-DE-D-3	553.00	0+000.00	0+553.00	720,000.81	9,145,198.12	719,659.34	9,145,578.68

2.3. Criterios y procesos aplicados para el diseño final de las obras del Paquete 4 – Qdas. Alto Perú/Sausal

2.3.1. Estudio de topografía.

2.3.1.1. Trabajos topográficos en Etapa RIBA 3.

En la etapa Riba 3 se realizó el siguiente entregable:

- D3015 – Topografía – Informe de validación de información del PI

2.3.1.2. Trabajos topográficos en Etapa RIBA 4.

Para esta etapa se levantará topografía de detalle, para de esta manera dar cumplimiento a los requisitos de diseño para la etapa Riba 4. Los procedimientos aplicables para la obtención de la información topográfica estarán enmarcados en las normas técnicas del IGN.

2.3.2. Estudio Hidrología y sedimentología

2.3.2.1. Información Hidrometeorológica

Para estimar el caudal máximo de la Quebrada Pampa Hermosa, se empleó el método Racional Modificado, este método se utiliza para determinar el caudal máximo a cuencas de drenaje con áreas menores a 770 Km², tal como indica el manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. La fórmula modificada del método racional es:

$$Q = \frac{CIA}{360} * K$$

Dónde: Q=Caudal máximo, en m³/s, C=Coeficiente de escorrentía, I=Intensidad máxima de la lluvia, para una duración igual al tiempo de concentración (mm/hr), Área de la cuenca (has), K=Coeficiente de uniformidad, este parámetro se calcula con la siguiente relación:

$$K = 1 + \frac{T_c^{1.25}}{T_c^{1.25} + 14}$$

K es el coeficiente de uniformidad que pretende corregir el tiempo de concentración de la cuenca para tener en cuenta la variación de la precipitación neta a lo largo del tiempo.

El método asume que:

- La magnitud de una descarga originada por cualquier intensidad de precipitación alcanza su máximo cuando ésta tiene un tiempo de duración igual o mayor que el tiempo de concentración.

- La frecuencia de ocurrencia de la descarga máxima es igual a la de la precipitación para el tiempo de concentración dado.
- La relación entre la descarga máxima y tamaño de la cuenca es para la misma que entre la duración e intensidad de la precipitación.
- El coeficiente de escorrentía es el mismo para todas las tormentas que se produzcan en una cuenca dada.

Para efectos de la aplicabilidad de la fórmula, el coeficiente de escorrentía “C” varía de acuerdo con las características geomorfológicas de la zona: topografía, naturaleza del suelo y vegetación de la cuenca. La quebrada Pampa Hermosa presenta una cobertura vegetal baja, existe escasa vegetación en las zonas de montaña y en el cauce mismo, de acuerdo al mapa de cobertura vegetal es sin vegetación tal como se muestra en el mapa de cobertura vegetal, con un tipo de suelo permeable (ver mapa de tipos de suelos).

Para la obtención de los caudales máximos con cambio climático en las quebradas, se aplica el Método Racional Modificado calibrado, variando únicamente las lluvias (lluvias con factor de incremento debido al cambio climático: 1.21 Modelo Regional WRF del SENNAMHI RCP8.5, 1.10 Modelo Global CMIP6 RPC4.5, 1.05 Modelo Regional CORDEX RCP4.5). A continuación, mostramos los resultados:

Tabla 1: Caudales máximos quebrada Alto Perú – Cambio Climático

TR	CAUDAL (m3/s)			VARIACION (%)		
	CMIP6 RPC4.5	CORDEX RCP4.5	WRF RCP8.5	CMIP6 RPC4.5	CORDEX RCP4.5	WRF RCP8.5
2	1.5	1.4	1.9	10.4	4.8	39.7
10	2.9	2.7	3.6	10.4	4.8	38.0
25	4.0	3.8	5.0	10.4	4.8	37.7
50	5.4	5.1	6.7	10.4	4.8	38.0
100	7.1	6.8	8.9	10.4	4.8	37.7
200	9.3	8.9	11.7	10.4	4.8	37.9

Fuente: Informe de hidrología PY-PE-400195-CHN-HY-IN-0001

- Al aplicar el método Racional en las quebradas se ha obtenido resultados Sin y Con Cambio Climático, estos caudales se muestran a continuación:

Tabla 2: Resumen de caudales picos en Quebradas – Escenario Histórico

PUNTO	TR2	TR10	TR25	TR50	TR100	TR200
INTERES	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)
Alto Perú	1.36	2.59	3.64	4.89	6.44	8.46

Fuente: Informe de hidrología PY-PE-400195-CHN-HY-IN-0001

Tabla 3: Resumen de caudales picos en Quebradas – Cambio Climático Moldeo Regional WRF RCP8.5

PUNTO	TR2	TR10	TR25	TR50	TR100	TR200
INTERES	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)
Alto Perú	1.90	3.57	5.02	6.75	8.87	11.66

Fuente: Informe de hidrología PY-PE-400195-CHN-HY-IN-0001

2.3.3. Estudio de geología y geomorfología

2.3.3.1. Aspecto geológicos y geomorfológicos

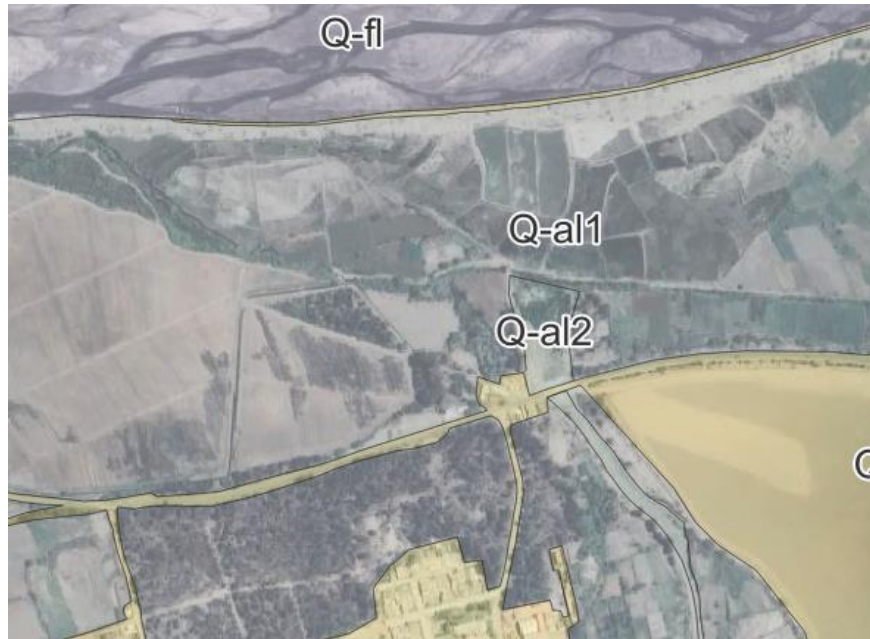
a) Geología

En la elaboración del cartografiado geológico se ha detallado de manera local las unidades geológicas presentes en el paquete 4 de la quebrada Alto Perú y Mal Alma, de las cuales la mayor parte está compuesta de materiales cuaternarios en la quebrada Mal Alma y depósitos eólicos de material fino y la presencia del Plutón Centinela.

Figura 5 Geología Qdas. Alto Perú - Paquete 4



Figura 6 Geología de Qda. Mala Alma – Paquete 4



A continuación, se describen las principales unidades geológicas presentes:

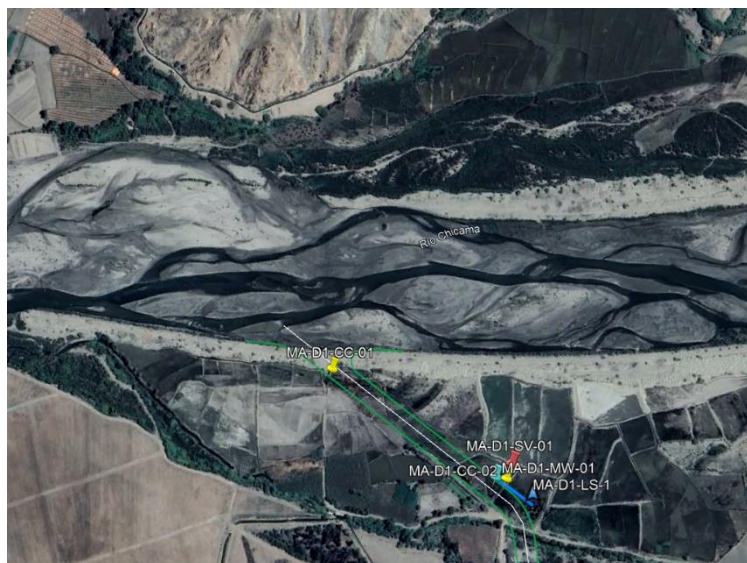
- Depósito Aluvial antiguo(Q-al1): Los depósitos aluviales antiguos, pertenecientes a la edad Cuaternaria, son representados por la acumulación de bloques, grava, arena y limo, transportados por el cauce del río.
- Depósito Aluvial antiguo(Q-al2): Son materiales acarreados por los ríos y quebradas en distintos periodos de tiempo en la que es transportada y abandonada de la zonas montañosas o torrentes fluviales.
- Depósito Aluvial reciente(Q-al3): Estos depósitos aluviales se caracterizan principalmente por ser más recientes que el aluvial Q-al2 están constituidas por gravas, arenas y limos mal clasificadas, los clastos son de composición polimíctica y heterométrica, presentan una coloración más clara que el aluvial Q-al2 y también se encuentran cubiertas por capas finas de arenas.
- Depósito Antropogénicos(Q-ant): Los depósitos antrópicos son acumulaciones artificiales de suelos naturales o zonas llanas modificadas por el hombre y usadas para fines de vivienda, plazas, carreteras, caminos, parques, etc.

Figura 7 Viviendas aledañas a los diques y ensayos



- Depósitos fluviales(Q-fl): Los depósitos fluviales constituyen los materiales ubicados en el cauce o lecho de los ríos, o quebradas, terrazas bajas inundables y llanura de inundación. Son depósitos heterométricos constituidos por cantos y gravas subredondeadas en matriz arenosa o limosa, mezcla de lentes arenosos y areno-limosos. Son depósitos inconsolidados a poco consolidados hasta sueltos, fácilmente removibles y su permeabilidad es alta.

Figura 8 Material de sedimentos transportados por el río Chicama



- Plutón centinela: El afloramiento del Plutón Centinela posee una composición granítica, es una roca de color gris rosáceo, leucócrata, holocristalino, inequigranular, con cristales de cuarzo, ortosa, plagioclasa y biotita. Posee pendientes elevadas con elevaciones alargadas y tiene a su contorno depósitos de origen eólico

b) Geomorfología

Las geoformas principales en la quebrada Alto Perú tenemos la llanura o planicie inundable correspondiente a las zonas de río o material fluvial, las montañas de roca intrusiva del Plutón Centinela y los mantos de arena.

En la quebrada Mala Alma las geoformas son más uniformes, tenemos terrazas aluviales como zonas de cultivo, zonas antrópicas y materiales de río o fluviales como llanura o planicie inundable.

Figura 9 Unidades geomorfología de las Qdas. Alto Perú

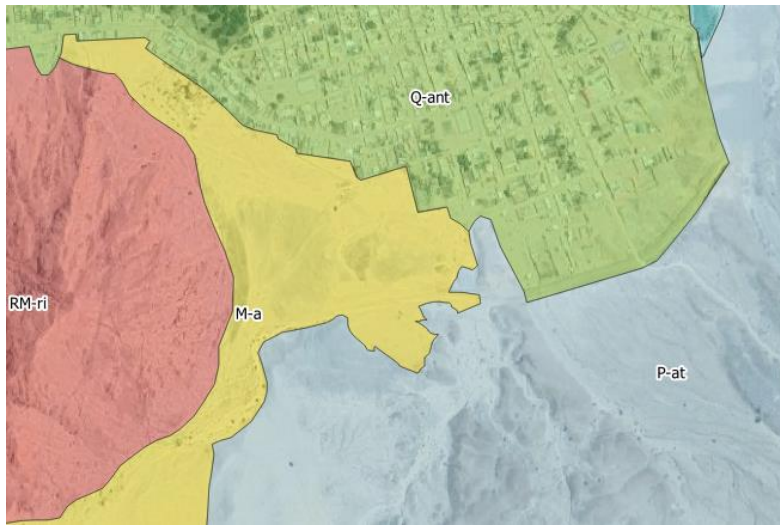
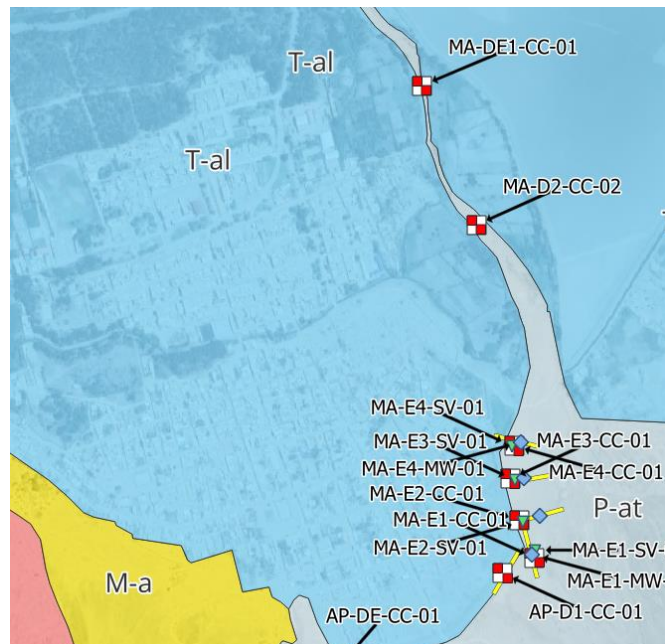


Figura 10 Unidades geomorfología de las Qda. Mala Alma



A continuación, describimos las principales geoformas:

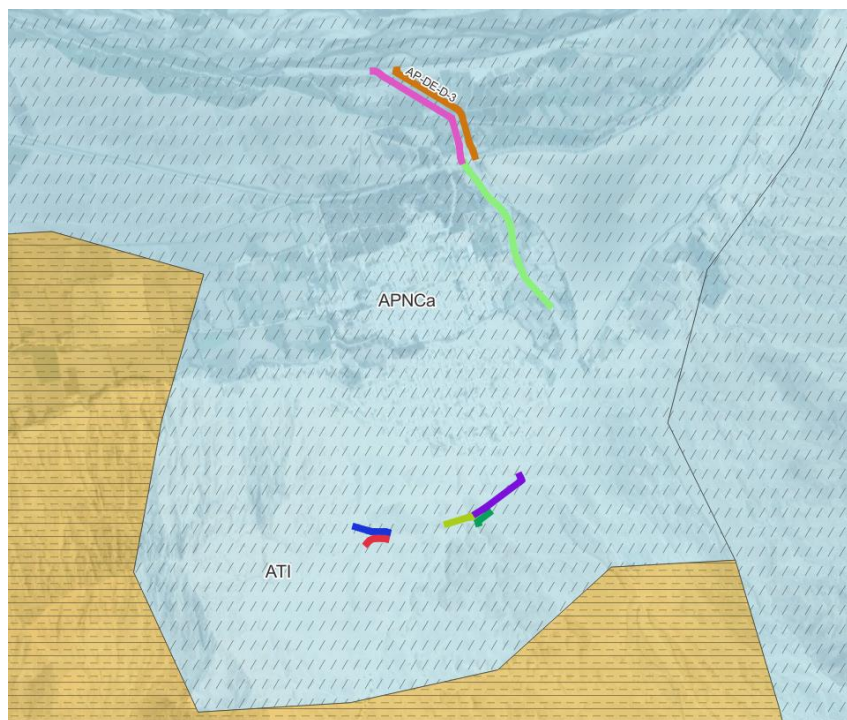
- Llanura o planicie inundable (PI-i): Esta geoforma está conformada por acumulación de sedimentos acarreados por corrientes de agua del río Chicama estacionales y quebradas principales que conforman grandes dimensiones. Litológicamente están constituidas por gravas, arenas, limos y arcillas estos conforman cauces y terrazas recientes. Se distinguen como terrenos planos compuestos de material no consolidado, removible.
- Terrazas aluviales (T-al): Corresponden a planicies adyacentes a la llanura de inundación principal, diferenciables a escala de trabajo. Son terrenos ubicados encima del cauce y llanura de inundación fluvial. Además, son terrenos planos, de ancho variable; su extensión está limitada a los valles.
- Montaña estructural en roca intrusiva (RM-ri): Se presenta el Plutón Centinela en esta geoforma la coloración es más clara por la composición granítica y presenta depósitos eólicos en sus zonas de menor altitud.
- Mantos de arena (M-a): Geoforma conformada por acumulación de arenas eólicas de composición homogénea a manera de mantos provenientes del Plutón Centinela, los cuales se encuentran cubriendo terrenos planos de la planicie costera y poseen espesores variables, son susceptibles a flujos de arena que se deslizan por laderas. Estos depósitos durante su avance pueden cubrir terrenos de cultivos, viviendas y carreteras.
- Vertiente o pie de monte aluvio torrencial (P-at): Son el resultado de la acumulación de material movilizado a manera de flujos de detritos (huaicos), modifican localmente la dirección de los cursos de ríos y se ubican en las desembocaduras de quebradas hacia los ríos principales.

c) Hidrogeología

En la cuenca del río Chicama se presentan principalmente el acuífero Poroso no Consolidado Alto y el acuitardo Volcánico sedimentario estas formaciones hidrogeológicas pertenecen a Paleógeno Neógeno, están conformados por andesitas, tobas y areniscas, limolitas y arcillas.

En la quebrada Alto Perú se presenta la formación hidrogeológica APNca la cual presenta formaciones detríticas permeables no consolidadas estos acuíferos son extensos y con productividad elevada es decir son muy permeables presenta material de tipo depósitos aluviales de edad cuaternaria del holoceno continental. Esta formación está presente en la zona de emplazamiento de los diques de retención y encauzamiento diques AP-DE-D-1, AP-DE-D-2, AP-DE-D-3, AP-DE-I-1, AP-DE-I-2, AP-DE-I-3, AP-DE-I-4 Y AP-DR.

Figura 11 Hidrogeología en la Qda. Alto Perú



2.3.3.2. Investigaciones geotécnicas de campo

El presente informe busca caracterizar los suelos de fundación donde se proyectan los diseños de las estructuras de protección para el Paquete 4 en las Quebradas Alto Perú / Sausal; comprende la cimentación a las obras de Presa (Dique de retención). Para ello se han realizado ensayos de prospección directas como indirectas, que nos determinan los parámetros geotécnicos para los diseños.

Según Plan de Investigaciones presentado se programaron cantidades determinadas de ensayos, es así como se presenta la siguiente tabla comparativa de ensayos.

Cuadro 5 Comparativa de ensayos programados y ejecutados

Comparativa de ensayos en estructuras del Paquete 4			
Ensayos		PLANTEADO	EJECUTADO
Calicatas	u	17	16
Refracción símica	m	720	852
MASW	u	9	6
Sondaje Eléctrico Vertical SEV	u	9	6

- La diferencia en la cantidad de calicatas se debe a que en la versión anterior del Plan de investigaciones se consideraron 2 calicatas en ubicaciones muy cercanas menores a 20 metros siendo que el material a reconocer es bastante similar se optó por excavación de una calicata representativa. Por ello se tiene una total de 16 calicatas realizadas de forma manual.

- De la misma forma, se ejecutaron 852 metros de Refracciones Sísmicas en lugar de 720 metros, según el plan de investigaciones, porque se ha planteado una refracción en cada estructura de tipo espigón, 3 líneas sísmicas en el dique de encauzamiento.
- Se han ejecutado 6 sondeos MASW y 6 sondeos SEV debido a que se buscó optimizar el desempeño y resultados de los ensayos tras evaluaciones realizadas en la ejecución en campo.

2.3.3.2.1. Calicatas

Las ubicaciones de las calicatas fueron planteadas de acuerdo con el TDR, donde señala una exploración geotécnica de calicata por cada 300m, además de zonas particulares de estudio como los diques, donde se requiere una identificación de terreno en la cual se asentarán las estructuras diseñadas.

Este método se realiza mediante la excavación mecánica o manual, removiendo los materiales constituyentes del terreno natural y procediendo a su extracción.

La finalidad de las calicatas es identificar y describir los diferentes tipos de materiales superficiales del terreno y estudiar la posible reutilización de los materiales. También se determinan los espesores de suelo y/o presencia de agua.

Se han ejecutado 16 calicatas de forma manual debido a la falta de acceso en la zona de estudio cuyas profundidades han sido variables debido a factores como inestabilidad del terreno y presencia de bloques mayores a 20" en la base de las calicatas.

Cuadro 6 Coordenadas y datos de las calicatas.

Tipo de calicata	Estructura	Código	Coordenadas		Muestra	Prof. (m)	N.F. (m)
			Este	Norte			
Manual	AP-DR1-MD	AP-D1-CC-01	720333	9143915	M-01	3	-
Manual	AP-DE-I-2	AP-D2-CC-01-M-1	720124	9.00E+06	M-01	3	-
Manual		AP-D2-CC-01-M-2			M-02		
Manual	-	AP-D3-CC-01-M-1	719724	9.00E+06	M-01	3	-
Manual		AP-D3-CC-01-M-2			M-02		
Manual	AP-DE-I-1	AP-D3-CC-02-M-1	719496	9.00E+06	M-01	3	-
Manual		AP-D3-CC-02-M-2			M-02		
Manual	AP-DR	AP-DR-CC-01-M-1	719925	9.00E+06	M-01	3	-
Manual		AP-DR-CC-01-M-2			M-02		
Manual	MA-DR1-MD	MA-D1-CC-01	719656	9145556	M-01	0.5	0.45
Manual	MA-DR1-MD	MA-D1-CC-02	719954	9145338	M-01	1.4	1.4
Manual	MA-DR2-MI	MA-D2-CC-01	719996	9145134	M-01	0.8	0.7
Manual	MA-DR2-MI	MA-D2-CC-02	720280	9144620	M-01	2.7	-
Manual	MA-DR2-MI	MA-DE1-CC-01	720170	9144902	M-01	2.9	-
Manual	-	MA-DE2-CC-01	720674	9143135	M-01	2.9	-
Manual	MA-E1-MI	MA-E1-CC-01	720398	9143946	M-01	2.8	-

Manual	MA-E2-MI	MA-E2-CC-01	720367	9144023	M-01	3	-
Manual	MA-E3-MI	MA-E3-CC-01	720348	9144106	M-01	3	-
Manual	MA-E4-MI	MA-E4-CC-01	720356	9144173	M-01	3.1	-
Manual	-	AP-DE-CC-01	720005	9143729	M-01	1.8	-

A. Ensayos estándar

Se han llevado a cabo ensayos estándar siguiendo las normas de la American Society For Testing and Materials (ASTM).

Cuadro 7 Resumen de resultados de las calicatas – Pqte 4

Código	Coordenadas		Muestra	Prof. (m)	N.F (m)	GRANULOMETRÍA ESTÁNDAR								
	Este	Norte				LL	LP	IP	W(%)	Gravas 3"-N°4	Arenas N°4-N°200	Finos <N°200	SUCS	ASSTHO
AP-D1-CC-01	720333	9143915	M-01	3.00	-	0	NP	NP	0.8	53.8	42.9	3.3	GP	A-1-a(0)
AP-D2-CC-01-M-1	720124	9E+06	M-01	3.00	-	0	NP	NP	1.6	46.8	49.34	3.9	SP	A-1-a(0)
AP-D2-CC-01-M-2			M-02			0	NP	NP	0.6	40.6	54.79	4.6	SP	A-1-b(0)
AP-D3-CC-01-M-1	719724	9E+06	M-01	3.00	-	0	NP	NP	0.8	48.1	47.1	4.8	GP	A-1-a(0)
AP-D3-CC-01-M-2			M-02			0	NP	NP	1.3	66.3	31.63	2	GW	A-1-a(0)
AP-D3-CC-02-M-1	719496	9E+06	M-01	3.00	-	0	NP	NP	0.4	7.3	89.71	3	SP	A-3(0)
AP-D3-CC-02-M-2			M-02			0	NP	NP	0.4	0	98.56	1.4	SP	A-3(0)
AP-DR-CC-01-M-1	719925	9E+06	M-01	3.00	-	0	NP	NP	0.5	49.4	48.09	2.5	GP	A-1-b(0)
AP-DR-CC-01-M-2			M-02			0	NP	NP	0.5	49.4	48.09	2.5	GP	A-1-b(0)
MA-D1-CC-01	719656	9145556	M-01	0.50	0.45	0	NP	NP	6.1	83.6	12.86	3.6	GP	A-1-a(0)
MA-D1-CC-02	719954	9145338	M-01	1.40	1.40	0	NP	NP	4.2	51	33.06	15.9	GM	A-1-b(0)
MA-D2-CC-01	719996	9145134	M-01	0.80	0.70	0	NP	NP	0.7	58.9	38.69	2.5	GW	A-1-a(0)
MA-D2-CC-02	720280	9144620	M-01	2.70	-	0	NP	NP	2.4	46.9	49.74	3.4	SP	A-1-a(0)
MA-DE1-CC-01	720170	9144902	M-01	2.90	-	0	NP	NP	4.7	56.6	39.84	3.6	GP	A-1-a(0)
MA-DE2-CC-01	720674	9143135	M-01	2.90	-	0	NP	NP	0.6	48.1	47.1	4.8	GP	A-1-a(0)
MA-E1-CC-01	720398	9143946	M-01	2.80	-	0	NP	NP	0.9	39.2	58.79	2	SW	A-1-a(0)
MA-E2-CC-01	720367	9144023	M-01	3.00	-	0	NP	NP	0.8	49.2	48.24	2.5	GP	A-1-a(0)
MA-E3-CC-01	720348	9144106	M-01	3.00	-	0	NP	NP	2.2	55.6	39.57	4.9	GP	A-1-a(0)
MA-E4-CC-01	720356	9144173	M-01	3.10	-	0	NP	NP	0.8	58.8	39.25	2	GP	A-1-a(0)
AP-DE-CC-01	720005	9143729	M-01	1.80	-	NP	NP	NP	0.88	52.12	38.71	9.18	GP-GM	A-1-a(1)

Los análisis de granulometrías estándar clasifican a estos suelos como suelos granulares de tipo gravas mal graduadas y bien graduadas con matrices arenosas de tipo (SP, SW, GW, GP) y bajos contenidos de finos.

B. Ensayos de corte directo

Este ensayo se realiza con la finalidad de determinar los parámetros de resistencia corte de Mohr-Coulomb (ángulo de fricción y cohesión) de una muestra de suelo consolidada y drenada.

El ensayo se realiza sobre muestras inalteradas o remodeladas, siguiendo el procedimiento de la norma MTC E 123 - ASTM D 3080

Para la localización de puntos que serán sujetos de extracción de muestras para ensayos de corte directo, se han elegido sectores que, a criterio del geotécnico de campo presentan las siguientes consideraciones:

- Representatividad litológica y geotécnica del tramo; terrenos homogéneos serán evaluados en virtud de conocer sus parámetros geotécnicos.
- Sectores que expresen deficiencias geotécnicas del terreno como baja compacidad / consistencia, terrenos tales como aquellos donde se identifiquen depósitos eólicos o blandos.

En la siguiente tabla se muestran los resultados de los ensayos de corte directo para las muestras obtenidas de las calicatas del paquete 4.

Cuadro 8 Resumen de resultados ensayos de corte directo – Pqte 4

Código	Corte Directo			
	Cohesión (k/cm2) Máximo	Cohesión (k/cm2) Residual	Angulo Fricción (°) Máximo	Angulo Fricción (°) Residual
AP-D1-CC-01	0.12	0.11	34.6	35.1
AP-D2-CC-01-M-1	0.24	0.23	27.4	27.9
AP-D2-CC-01-M-2	-	-	-	-
AP-D3-CC-01-M-1	0.16	0.14	34.5	34.9
AP-D3-CC-01-M-2	-	-	-	-
AP-D3-CC-02-M-1	0.24	0.23	26.2	26.7
AP-D3-CC-02-M-2	-	-	-	-
AP-DR-CC-01-M-1	0.22	0.21	27.9	28.4
AP-DR-CC-01-M-2	-	-	-	-
MA-D1-CC-01	0.16	0.14	34.6	35.1
MA-D1-CC-02	0.18	0.17	31.2	31.7
MA-D2-CC-01	0.17	0.16	35.5	36
MA-D2-CC-02	0.2	0.18	28.5	28.9
MA-DE1-CC-01	0.17	0.16	34.6	35.1
MA-DE2-CC-01	0.08	0.07	34.6	35.1
MA-E1-CC-01	0.2	0.18	28	28.5
MA-E2-CC-01	0.17	0.16	20.3	20.9
MA-E3-CC-01	0.27	0.25	31.6	31.6
MA-E4-CC-01	0.17	0.16	32.6	33.1
AP-DE-CC-01	-	-	-	-

C. Ensayos de CBR

Se ha ejecutado de acuerdo a la norma MTC, E 132 AASHTO T-193, ASTM D Se ha determinado para determinar la resistencia del suelo a la deformación en el nivel del terreno.

Cuadro 9 Resumen de resultados ensayos de CBR – Pqte 4

Código	Coordenadas		Muestra	Profundidad (m)	Nivel freático(m)	CBR		
	Este	Norte				al 100% de M.D.S (%) 0.1"	al 95% de M.D.S (%) 0.1"	al 90% de M.D.S (%) 0.1"
AP-D1-CC-01	720333	9143915	M-01	3.00	-	-	-	-
AP-D2-CC-01-M-1	720124	9E+06	M-01	3.00	-	-	-	-
AP-D2-CC-01-M-2			M-02			-	-	-
AP-D3-CC-01-M-1	719724	9E+06	M-01	3.00	-	-	-	-
AP-D3-CC-01-M-2			M-02			-	-	-
AP-D3-CC-02-M-1	719496	9E+06	M-01	3.00	-	-	-	-
AP-D3-CC-02-M-2			M-02			-	-	-
AP-DR-CC-01-M-1	719925	9E+06	M-01	3.00	-	-	-	-
AP-DR-CC-01-M-2			M-02			-	-	-
MA-D1-CC-01	719656	9145556	M-01	0.50	0.45	-	-	-
MA-D1-CC-02	719954	9145338	M-01	1.40	1.40	-	-	-
MA-D2-CC-01	719996	9145134	M-01	0.80	0.70	-	-	-
MA-D2-CC-02	720280	9144620	M-01	2.70	-	-	-	-
MA-DE1-CC-01	720170	9144902	M-01	2.90	-	-	-	-
MA-DE2-CC-01	720674	9143135	M-01	2.90	-	40.6	25.7	17.2
MA-E1-CC-01	720398	9143946	M-01	2.80	-	-	-	-
MA-E2-CC-01	720367	9144023	M-01	3.00	-	-	-	-
MA-E3-CC-01	720348	9144106	M-01	3.00	-	-	-	-
MA-E4-CC-01	720356	9144173	M-01	3.10	-	42.6	30.5	21
AP-DE-CC-01	720005	9143729	M-01	1.80	-	-	-	-

D. Ensayos químicos

Con el objetivo de estimar el grado de agresividad química del suelo, se ensayaron muestras representativas, obteniéndose los valores de pH, sales solubles totales, cloruros y sulfatos, regidos bajo las normas:

- Determinación de Sales Solubles en Suelo (NTP 339.152 - BS 1377)
- Determinación de Sulfatos Solubles en Suelo (NTP 339.178 - AASHTO T290)
- Determinación de Cloruros Solubles en Suelo (NTP 339.177 - AASHTO T291)
- Determinación de pH en Suelo (MTC E 129)

A continuación, se muestran los resultados de los ensayos químicos realizados a las muestras obtenidas.

Cuadro 10 Resumen de resultados ensayos químicos – Pqte 4

Código	Análisis Químico			
	Sales (%)	Sulfatos (%)	Cloruros (%)	Ph
AP-D1-CC-01	0.215	0.494	0.044	7.32
AP-D2-CC-01-M-1	0.296	0.432	0.048	7.62
AP-D2-CC-01-M-2	0.336	0.411	0.06	7.64

AP-D3-CC-01-M-1	0.215	0.535	0.06	7.43
AP-D3-CC-01-M-2	0.306	0.494	0.031	7.43
AP-D3-CC-02-M-1	-	-	-	7.62
AP-D3-CC-02-M-2	0.145	0.062	0.026	7.94
AP-DR-CC-01-M-1	0.185	0.082	0.016	7.23
AP-DR-CC-01-M-2	0.811	0.226	0.061	7.89
MA-D1-CC-01	0.225	0.72	0.054	7.84
MA-D1-CC-02	0.301	0.267	0.044	7.86
MA-D2-CC-01	0.497	0.35	0.058	7.51
MA-D2-CC-02	0.492	0.617	0.058	7.69
MA-DE1-CC-01	0.24	0.412	0.041	7.81
MA-DE2-CC-01	0.281	0.391	0.044	7.43
MA-E1-CC-01	0.487	0.267	0.045	7.36
MA-E2-CC-01	-	-	-	-
MA-E3-CC-01	0.513	0.082	0.039	-
MA-E4-CC-01	-0.512	0.617	0.051	7.51
AP-DE-CC-01	-	-	-	-

E. Ensayos de materia orgánica por ignición

El ensayo de Materia Orgánica por Ignición según la norma MTC E 118/AASHTO T-267. Se ha realizado para determinar la cantidad de restos orgánicos en los suelos y sus características en este caso se presentan materia orgánica en porcentajes menores al 1%.

Cuadro 11 Resumen de resultados ensayos de materia orgánica por ignición – Pqte 4

Código	Coordenadas		Muestra	Profundidad (m)	Nivel freático(m)	M.Orgánica por Ignición (%)
	Este	Norte				
AP-D1-CC-01	720333	9143915	M-01	3.00	-	0.45
AP-D2-CC-01-M-1	720124	9E+06	M-01	3.00	-	0.15
AP-D2-CC-01-M-2			M-02			0.95
AP-D3-CC-01-M-1	719724	9E+06	M-01	3.00	-	1.1
AP-D3-CC-01-M-2			M-02			1.45
AP-D3-CC-02-M-1	719496	9E+06	M-01	3.00	-	-
AP-D3-CC-02-M-2			M-02			0.65
AP-DR-CC-01-M-1	719925	9E+06	M-01	3.00	-	0.1
AP-DR-CC-01-M-2			M-02			0.75
MA-D1-CC-01	719656	9145556	M-01	0.50	0.45	0.55
MA-D1-CC-02	719954	9145338	M-01	1.40	1.40	1.1
MA-D2-CC-01	719996	9145134	M-01	0.80	0.70	0.5
MA-D2-CC-02	720280	9144620	M-01	2.70	-	0.75
MA-DE1-CC-01	720170	9144902	M-01	2.90	-	0.95
MA-DE2-CC-01	720674	9143135	M-01	2.90	-	1

MA-E1-CC-01	720398	9143946	M-01	2.80	-	0.5
MA-E2-CC-01	720367	9144023	M-01	3.00	-	-
MA-E3-CC-01	720348	9144106	M-01	3.00	-	0.55
MA-E4-CC-01	720356	9144173	M-01	3.10	-	0.7
AP-DE-CC-01	720005	9143729	M-01	1.80	-	-

F. Ensayos peso unitario

Se realiza este ensayo basado en la norma MTC E 203, NTP 400.017, Se usa para detrinar el grado de compactación de los suelos, así como determinar la carga portante.

Cuadro 12 Resumen de resultados ensayos peso unitario – Pqte 4

Código	PESO UNITARIO Agregado Grueso					PESO UNITARIO Agregado Fino			
	Contenido de Humedad	SUELTO SECO (g/cm3)	SUELTO HUMEDO (g/cm3)	COMPACTADO SECO (g/cm3)	COMPACTADO HUMEDO (g/cm3)	SUELTO SECO (g/cm3)	SUELTO HUMEDO (g/cm3)	COMPACTADO SECO (g/cm3)	COMPACTADO HUMEDO (g/cm3)
AP-D1-CC-01	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AP-D2-CC-01-M-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AP-D2-CC-01-M-2	0.3	1.611	1.615	1.681	1.686	1.633	1.636	1.775	1.779
AP-D3-CC-01-M-1	0.3	1.603	1.608	1.69	1.696	1.656	1.660	1.811	1.815
AP-D3-CC-01-M-2	0.4	1.605	1.611	1.7	1.706	1.622	1.628	1.77	1.776
AP-D3-CC-02-M-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AP-D3-CC-02-M-2	0.61	1.616	1.625	1.637	1.647	1.625	1.635	1.802	1.813
AP-DR-CC-01-M-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AP-DR-CC-01-M-2	0.8	1.601	1.613	1.671	1.685	1.635	1.648	1.762	1.776
MA-D1-CC-01	3.4	1.558	1.611	1.635	1.691	1.589	1.641	1.738	1.795
MA-D1-CC-02	1.4	1.589	1.611	1.666	1.690	1.590	1.612	1.743	1.767
MA-D2-CC-01	0.4	1.604	1.610	1.678	1.685	1.666	1.672	1.808	1.815
MA-D2-CC-02	1.6	1.57	1.636	1.644	1.789	1.612	1.595	1.762	1.670
MA-DE1-CC-01	2.6	1.571	1.612	1.645	1.688	1.56	1.601	1.71	1.754
MA-DE2-CC-01	0.2	1.603	1.606	1.688	1.692	1.621	1.624	1.76	1.763
MA-E1-CC-01	0.8	1.594	1.606	1.673	1.687	1.622	1.635	1.756	1.770
MA-E2-CC-01	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MA-E3-CC-01	2.3	1.59	1.627	1.614	1.651	1.631	1.665	1.614	1.813
MA-E4-CC-01	0.4	1.586	1.592	1.696	1.703	1.63	1.636	1.79	1.797
AP-DE-CC-01	-	1.72	1.507	1.826	1.723	1.499	1.507	1.689	1.698

G. Ensayos proctor modificado

Se realiza este ensayo basado en la norma ASTM D 1557 / NTP 339.141 / MTC E 115 / ASSTHO T 180, Se usa para determinar la máxima densidad a la que puede llegar el suelo en ciertas características

Cuadro 13 Resumen de resultados ensayos Proctor modificado – Pqte 4

Código	Coordenadas		Muestra	Profundidad (m)	Nivel freático(m)	Proctor Modificado	
	Este	Norte				Densidad máxima (gr/cm3)	Humedad óptima (%)
AP-D1-CC-01	720333	9143915	M-01	3.00	-	-	-
AP-D2-CC-01-M-1	720124	9E+06	M-01	3.00	-	-	-
AP-D2-CC-01-M-2			M-02			-	-
AP-D3-CC-01-M-1	719724	9E+06	M-01	3.00	-	-	-
AP-D3-CC-01-M-2			M-02			-	-
AP-D3-CC-02-M-1	719496	9E+06	M-01	3.00	-	-	-
AP-D3-CC-02-M-2			M-02			-	-
AP-DR-CC-01-M-1	719925	9E+06	M-01	3.00	-	-	-
AP-DR-CC-01-M-2			M-02			-	-
MA-D1-CC-01	719656	9145556	M-01	0.50	0.45	-	-
MA-D1-CC-02	719954	9145338	M-01	1.40	1.40	-	-
MA-D2-CC-01	719996	9145134	M-01	0.80	0.70	-	-
MA-D2-CC-02	720280	9144620	M-01	2.70	-	-	-
MA-DE1-CC-01	720170	9144902	M-01	2.90	-	-	-
MA-DE2-CC-01	720674	9143135	M-01	2.90	-	2.283	5.2
MA-E1-CC-01	720398	9143946	M-01	2.80	-	-	-
MA-E2-CC-01	720367	9144023	M-01	3.00	-	-	-
MA-E3-CC-01	720348	9144106	M-01	3.00	-	2.251	4.7
MA-E4-CC-01	720356	9144173	M-01	3.10	-	2.246	6.7
AP-DE-CC-01	720005	9143729	M-01	1.80	-	-	-

H. Columnas estratigráficas

Se presentan algunos de los perfiles estratigráficos de las calicatas ejecutadas para el Paquete 4: Quebradas Alto Perú / Sausal.

Figura 12 Perfil estratigráfico de la calicata MA-E2-CC-01

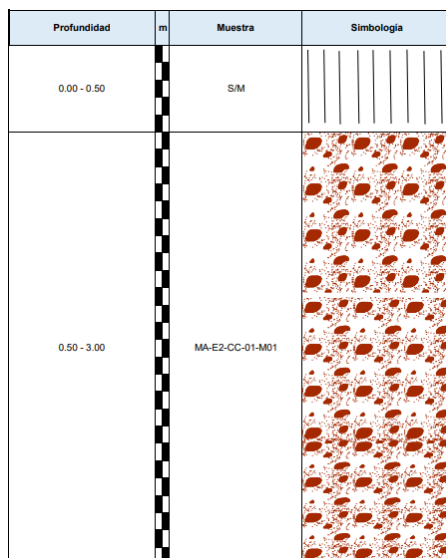
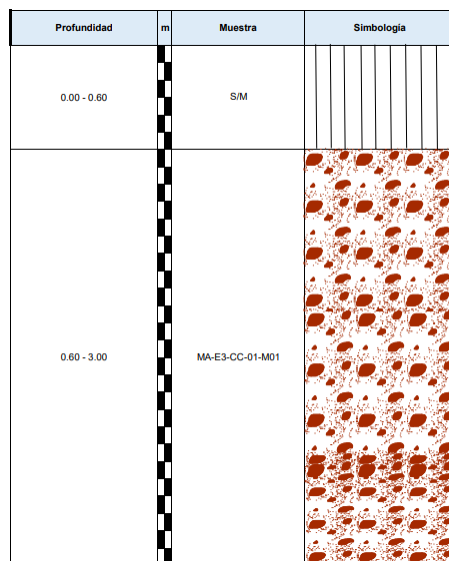


Figura 13 Perfil estratigráfico de la calicata MA-E3-CC-01



2.3.3.2.2. Prospecciones Geofísicas

En cada dique proyectado se ha ejecutado ensayos geofísicos tales como refracciones sísmicas, MASW y SEV, las cuales nos permitirá verificar la distribución de los estratos en el terreno de cimentación y estimar los niveles de rigidez, a partir de la medición de la variación de las velocidades S y P con la profundidad además de las zonas saturadas. A continuación, se muestra los ensayos realizados:

A. Ensayos Refracciones Sísmicas

El Ensayo de Refracción Sísmica consiste en la medición de los tiempos de viaje de las ondas compresionales (ondas P), generadas por una fuente de energía impulsiva, esta energía se propaga a través del subsuelo y es recibida en forma de señal por medio de sensores (o geófonos) organizados en una línea recta, esta configuración es llamada shot.

Cuadro 14 Coordenadas y longitud de las Refracciones Sísmicas.

CÓDIGO	ESTE (Inicial)	NORTE (Inicial)	ESTE (Final)	NORTE (Final)	PROF. (m)
MA-E1-LS-1	720402	9143910	720378	9144002	96
AP-D1-LS-1	720317	9143877	720366	9143960	96
MA-E2-LS-01	720362	9144019	720452	9144044	96
MA-E3-LS-01	720355	9144100	720423	9144112	96
MA-E4-LS-01	720320	9144193	720400	9144173	96
AP-D3-LS-1	719457	9143585	719523	9143537	84
AP-DR-LS-1	719874	9143635	719986	9143602	120
MA-D1-LS-1	719840	9145404	719913	9145364	84
MA-DE2-LS-1	720635	9143132	720714	9143130	84

Cuadro 15 Resumen de los Ensayos Geofísicos Refracción Sísmica (según Arce Helberg (1990))

Línea	Estrato	VP (m/s)	Espesor (m)	Descripción
MA-E1-LS-1	1	400 - 1200	5.5	Materiales de compacidad suelta a media
	2	1200 - 2200	15	Materiales de mediana compacidad
	3	> 2200	0.5	Materiales densos a muy densos
MA-E2-LS-01	1	400 - 1200	4.65	Materiales de compacidad suelta a media
	2	1200 - 2200	12.2	Materiales de mediana compacidad
	3	> 2200	4.15	Materiales densos a muy densos
MA-E3-LS-1	1	400 - 1200	5	Materiales de compacidad suelta a media
	2	1200 - 2200	13.3	Materiales de mediana compacidad
	3	> 2200	1.7	Materiales densos a muy densos
MA-E4-LS-1	1	400 - 1200	5.3	Materiales de compacidad suelta a media
	2	1200 - 2200	5.5	Materiales de mediana compacidad
	3	> 2200	9.2	Materiales densos a muy densos
MA-D1-LS-1	1	400 - 1200	3.5	Materiales de compacidad suelta a media
	2	1200 - 2200	8.65	Materiales de mediana compacidad
	3	> 2200	7.85	Materiales densos a muy densos
MA-DE2-LS-1	1	400 - 1200	4.2	Materiales de compacidad suelta a media
	2	1200 - 2200	9.75	Materiales de mediana compacidad
	3	> 2200	7.05	Materiales densos a muy densos
AP-D1-LS-1	1	400 - 1200	3.8	Materiales de compacidad suelta a media
	2	1200 - 2200	11.83	Materiales de mediana compacidad
	3	> 2200	8.37	Materiales densos a muy densos
AP-D3-LS-1	1	400 - 1200	10.54	Materiales de compacidad suelta a media
	2	1200 - 2200	10.46	Materiales de mediana compacidad
AP-DR-LS-1	1	400 - 1200	8.2	Materiales de compacidad suelta a media
	2	1200 - 2200	21.8	Materiales de mediana compacidad

B. Ensayos MASW

Este método de campo fue desarrollado en los años 90s por Choon Park y colaboradores. El ensayo MASW es un método activo de exploración geofísica que permite obtener el perfil unidimensional del suelo en función de la propagación de las ondas de corte “Vs”. El ensayo consiste en registrar los tiempos de viaje de las ondas de corte (ondas S), generada por una fuente de energía impulsiva a unos puntos localizados en cada extremo del tendido de la línea.

Cuadro 16 Coordenadas de los ensayos MASW.

CÓDIGO	ESTE	NORTE
MA-E1-MW-01	720393	9143953
MA-E2-MW-02	720409	9144031
MA-E3-MW-01	720377	9144108
MA-E4-MW-01	720369	9144180
MA-DE2-MW-01	720671	9143130
MA-D1-MW-01	719880	9145384

Cuadro 17 Resumen de los Ensayos Geofísicos MASW - WGS- 84 (según Norma E.030 – 2020).

Ensayo	Estrato	Vs (m/s)	Espesor (m)	Prof. (m)	Descripción
MA-D1-MW-01	1	268.5	3.7	0.00 - 3.71	Materiales de compacidad suelta a media
	2	504.34	7.26	3.71 - 10.96	Materiales de mediana compacidad
	3	642.28	19.04	10.96 - 30.00	Materiales densos a muy densos
MA-DE2-MW-01	1	488.29	5.27	0.00 - 3.70	Materiales de compacidad suelta a media
	2	721.05	5.69	3.70 - 10.96	Materiales de mediana compacidad
	3	832.14	19.04	10.96 - 30.00	Materiales densos a muy densos
MA-E1-MW-01	1	450.57	5.27	0.00 - 5.27	Materiales de compacidad suelta a media
	2	756.46	15.58	5.27 - 20.85	Materiales de mediana compacidad
	3	840.69	9.15	20.85 - 30.00	Materiales densos a muy densos
MA-E2-MW-01	1	518.66	5.27	0.00 - 5.27	Materiales de compacidad suelta a media
	2	762.29	12.86	5.27 - 18.13	Materiales de mediana compacidad
	3	877.95	11.87	18.13 - 30.00	Materiales densos a muy densos
MA-E3-MW-01	1	460.02	5.27	0.00 - 5.27	Materiales de compacidad suelta a media
	2	687.68	12.86	5.27 - 18.13	Materiales de mediana compacidad
	3	779.09	11.87	18.13 - 30.00	Materiales densos a muy densos
MA-E4-MW-01	1	559.53	5.27	0.00 - 5.27	Materiales de compacidad suelta a media
	2	706.52	5.69	5.27 - 10.96	Materiales de mediana compacidad
	3	971.09	19.04	10.96 - 30.00	Materiales densos a muy densos

C. Ensayos SEV

De acuerdo con el requerimiento del TDR se prevé la realización de ensayos SEV en zonas donde se ubicarán las estructuras propuestas para conocer mediante métodos indirectos la naturaleza del substrato rocoso o de suelos donde se apoyarán dichas estructuras con dichos ensayos. También con este ensayo se conoce, mediante la distribución de la resistividad aparente y conductividad eléctrica de las rocas y los suelos, la presencia de posibles niveles freáticos en la zona de proyecto y el contacto entre materiales rocosos y granulares.

Cuadro 18 Coordenadas de los ensayos SEV.

CÓDIGO	ESTE	NORTE	PROF. (m)
MA-DE2-SV-01	720680	9143130	200
MA-D1-SV-01	719883	9145384	200
MA-E1-SV-01	720398	9143962	200
MA-E2-SV-01	720373	9144020	200
MA-E3-SV-01	720357	9144104	200
MA-E4-SV-01	720351	9144173	200

Cuadro 19 Resultados de los ensayos SEV.

N.º	H1		H2		H3		H4		H5	
SEVs	ρ_1	Z1	ρ_2	Z2	ρ_3	Z3	ρ_4	Z4	ρ_5	Z5
MA-D1-SV-01	58.0	0.7	253.0	2.0	35.0	9.0	116.0	24.0	28.0	
MA-E1-SV-01	67.0	6.5	417.0	8.5	45.0	80.0	652.0			
MA-E2-SV-01	107.0	6.0	807.0	8.4	31.0	70.0	485.0			
MA-E3-SV-01	100.0	3.8	371.0	4.4	183.0	73.1	51.0			
MA-E4-SV-01	25.0	2.0	118.0	7.0	353.0	162.0	25.0			
MA-DE2-SV-01	76.0	4.0	433.0	119.0	15.0					

ρ_1 (ohm*m): Resistividad del estrato H1

Z1 (m): Espesor del estrato H1

H1: Estrato 1

2.3.3.3. Capacidad portante

Las cimentaciones superficiales como zapatas y/o losas de cimentación deben ser dimensionadas y diseñadas de tal manera que el suelo o roca de soporte proporcione una resistencia nominal adecuada, teniendo en cuenta el potencial de capacidad de carga adecuada y el potencial de asentamiento, bajo los estados límite aplicables de conformidad con las disposiciones establecidas en la normativa legal vigente. En zapatas o cimientos superficiales cargados excéntricamente, el diseño geotécnico tanto para la capacidad de carga como para el asentamiento debe considerar un área efectiva ($B' \times L'$) dentro de los límites físicos del cimiento, así mismo estos cimientos deben estar diseñados para asegurar que la capacidad de carga mayorada no es inferior a los efectos de las cargas mayoradas en todos los estados límites aplicables.

2.3.3.3.1. Capacidad de carga

La capacidad de carga nominal debe estimarse mediante las teorías aceptadas de mecánica de suelos y deben basarse en parámetros de suelo medidos. Los parámetros del suelo utilizados en los análisis deberán ser representativos de la resistencia al corte del suelo bajo la carga y condiciones del subsuelo consideradas.

Cuadro 20 Parámetros para las unidades geotécnicas

UG	GEOLOGÍA	Angulo de fricción	Cohesion (kg/cm ²)	Peso unitario
UG1	Q-al1	32	0.1	1.698
UG2	Q-al2 Q-al3	31	0	1.70
UG3	Q-ant	31	0.01	1.72
UG4	Q-eo	29	0	1.65

Cuadro 21 Parámetros geotécnicos para las obras complementarias

ESTRUCTURA	UG	Angulo de Fricción	Cohesión (kPa)	Peso Unitario (g/cm ³)
RAPIDA	UG-02	31	0	1.7
BADEN				
ALCANTARILLA	UG-01	32	0.1	1.698

Con los parámetros de diseño adoptados en función de los ensayos de laboratorio anteriormente descritos se realizó en análisis de capacidad de carga para cada unidad geotécnica y para cada estructura proyectada, los resultados se presentan en las siguientes tablas y el detalle de estos análisis se puede ver a detalle en el Anexo 5 del Vol 03 / 03.7 Estudio de Geotecnia.

2.3.3.3.2. Cálculos de asentamiento

El criterio a seguir será el postulado por Lambe y Whitman, 1969, quienes formulan que elásticamente el valor de asentamiento a una profundidad de desplante de 1.00m para suelos granulares.

Cuadro 22 Parámetros de asentamiento

CALCULO DE ASENTAMIENTO					
UNIDAD GEOTÉCNICA	RELACIÓN DE POISSON μ	MÓDULO DE YOUNG Ee (MN/m ²)	PROF. Df (m)	ANCHO CIMIENT. B (m)	S (cm) Centro
UG-01	0.47	410.9	0.5	4	0.08
UG-02	0.38	1507.7	0.5	4	0.02
UG-03	0.4	140	0.5	4	0.26
UG-04	0.3	25	0.5	4	1.56
Alcantarilla	0.46	414.6	1.0	1	0.02
Rápida	0.37	306.7	1.0	8.5	0.31
Baden	0.37	306.7	0.5	5	0.25

2.3.3.3.3. Módulo de reacción de balasto

En el estudio de la interacción terreno-cimentación y particularmente en la modelización del terreno para calcular las solicitaciones en los elementos de la cimentación, el problema se simplifica con el estudio de la interacción entre solo dos componentes: el terreno y la estructura de cimentación

Según el módulo de Winkler (1867), el terreno se esquematiza con un lecho de resortes en grado de reaccionar solamente a esfuerzos directos a lo largo del eje, por lo cual los módulos de reacción horizontal aplicables a pilotes o elementos verticales sometidos a cargas laterales, mientras que los módulos de reacción vertical o coeficiente de balasto aplica a cualquier elemento sometido a carga vertical, dicha constante no es, de hecho, una propiedad intrínseca del terreno, sino que depende de la forma y de las dimensiones de la cimentación, de la distribución de las cargas agentes, de la estratigrafía y de la composición física del suelo.

Cuadro 23 Modulo de balasto para las estructuras del Paquete 4

ESTRUCTURA	ENSAYO MASW	RELACIÓN DE POISSON (u)	MÓDULO DE YOUNG (MPa)	B (ancho en m)	MÓDULO DE BALASTO (MN/m3)
Baden	MA-E1-MW-01	0.37	306.7	5	81.87
Alcantarillado	MA-D1-MW-01	0.46	414.6	1	605.85
Rápida	MA-E1-MW-01	0.37	306.7	8.5	48.16

2.3.3.4. Agresión química al concreto

El contenido químico de los suelos es uno de los temas más neurálgicos en la industria del concreto, usualmente este tipo de sustancias suelen ser agresivas, estas se pueden propagar por el medio ambiente y una vez que entran en contacto con las sustancias reactivas del concreto generan alteraciones que se manifiestan a corto, mediano y largo plazo dependiendo de las condiciones de humedad, temperatura y presión a las que se encuentre sometido el material en ese momento.

Por lo que se consideró realizar ensayos químicos en las muestras de suelos de las calicatas del Paquete 4-Chicama, en la siguiente tabla se presenta los resultados de laboratorio obtenido:

Cuadro 24 Resultado de análisis químico de las calicatas del Paquete 4

Código	Análisis Químico				M.Orgánica por Ignición (%)
	Sales (%)	Sulfatos (%)	Cloruros (%)	Ph	
MA-D1-CC-01	0.225	0.72	0.054	7.84	0.55
MA-D1-CC-02	0.301	0.267	0.044	7.86	1.1
AP-D1-CC-01	0.215	0.494	0.044	7.32	0.45
AP-D2-CC-01-M-1	0.296	0.432	0.048	7.62	0.15
AP-D2-CC-01-M-2	0.336	0.411	0.06	7.64	0.95

Código	Análisis Químico				M.Orgánica por Ignición (%)
	Sales (%)	Sulfatos (%)	Cloruros (%)	Ph	
AP-D3-CC-01-M-1	0.215	0.535	0.06	7.43	1.1
AP-D3-CC-01-M-2	0.306	0.494	0.031	7.43	1.45
AP-DR-CC-01-M-1	0.185	0.082	0.016	7.23	0.1
AP-DR-CC-01-M-2	0.811	0.226	0.061	7.89	0.75
MA-D2-CC-01	0.497	0.35	0.058	7.51	0.5
MA-D2-CC-02	0.492	0.617	0.058	7.69	0.75
MA-DE1-CC-01	0.24	0.412	0.041	7.81	0.95
MA-DE2-CC-01	0.281	0.391	0.044	7.43	1
MA-E1-CC-01	0.487	0.267	0.045	7.36	0.5
MA-E3-CC-01	0.513	0.082	0.039	-	0.55
MA-E4-CC-01	0.355	0.617	0.051	7.51	0.7
AP-D3-CC-02-M-2	0.145	0.062	0.026	7.94	0.65

Además, se ha realizado ensayos químicos en los puntos de agua en el Paquete 4, siendo los puntos de agua más cercano a las estructuras de alcantarilla:

Cuadro 25 Resultado de análisis químico del punto de agua del Paquete 4

Código	Análisis Químico en AGUA				
	Sales solubles disueltos en agua (mg/L)	Sulfatos solubles en agua (mg/L)	Cloruros solubles en agua (mg/L)	Ph en agua	M.Orgánica del agua (mg/L)
P.A. 4.1-C	290	266	49.69	8.07	1.2
P.A. 4.2-C	270	270	33.12	7.99	1.6

2.3.3.5. Análisis de estabilidad

El objetivo del análisis de estabilidad es evaluar las condiciones geotécnicas, geométricas y componentes de refuerzo de cada una de las secciones tipo previstas en términos de estabilidad física de las mismas, con el fin de evaluar la estabilidad física de las secciones transversales tipo previstas para cada obra, en razón de la ocurrencia potencial de efectos de geodinámica externa.

Con este fin, las estructuras a las cuales se les realizara este análisis corresponden a los diques de encauzamiento, diques de retención y diques deflectores proyectados en las obras correspondientes para la Quebrada Alto Perú.

Todos los diques de retención, deflectores y encauzamiento proyectados se ubican sobre la unidad geológica Q-al1 los cuales conforman y caracterizan la unidad geotecnia 1 (UG-01), sobre la unidad geología Q-al2 y Q-al3 caracterizado a la unidad geotécnica 2 (UG-02) y a unidad geológica Q-eo como la unidad geotecnia 4 (UG-04), de esta manera y según la unidades geotécnicas donde se ubican se establecen los parámetros de diseños para caracterizar el suelo de fundación de cada dique; posteriormente y según las altura de ubicaciones de cada dique se analizan las condiciones más críticas de diseño, donde los diques más altos y críticos con los cuales se soporta la estabilidad de todos los diques.

2.3.3.5.1. Presencia de agua

Al tratarse de materiales granulares o friccionantes, los análisis de estabilidad practicados corresponden a frentes conformados por medios drenados, aspecto favorable en términos de estabilidad pues la actuación de procesos de inestabilidad por causa de la presencia de agua resultan ser mínimos, sin embargo, al tratarse de una llanura de inundación o un cauce susceptible de procesos erosivos con mecanismo directo de actuación del agua, para los análisis practicados, se considera al cuerpo de relleno como drenado en su zona intermedia y superior.

Cuadro 26 Nivel freático según dique para análisis de estabilidad

Código	Coordenadas		Profundidad (m)	Nivel freático(m)
	Este	Norte		
MA-D1-CC-01	719656	9145556	0.5	0.45
MA-D1-CC-02	719954	9145338	1.4	1.4
AP-D1-CC-01	720333	9143915	3.0	-
AP-D2-CC-01-M-1	720124	9143707	3.0	-
AP-D2-CC-01-M-2	720124	9143707	3.0	-
AP-D3-CC-01-M-1	719724	9143504	3.0	-
AP-D3-CC-01-M-2	719724	9143504	3.0	-
AP-DR-CC-01-M-1	719925	9143612	3.0	-
AP-DR-CC-01-M-2	719925	9143612	3.0	-
MA-D2-CC-01	719996	9145134	0.8	0.7
MA-D2-CC-02	720280	9144620	2.7	-
MA-DE1-CC-01	720170	9144902	2.9	-
MA-DE2-CC-01	720674	9143135	2.9	-
MA-E1-CC-01	720398	9143946	2.8	-
MA-E2-CC-01	720367	9144023	3.0	-
MA-E3-CC-01	720348	9144106	3.0	-
MA-E4-CC-01	720356	9144173	3.1	-

AP-DE-CC-01	720005	9143729	1.8	-
AP-D3-CC-02-M-1	719496	9143568	3.0	-
AP-D3-CC-02-M-2	719496	9143568	3.0	-

Para fines prácticos y conservadores de diseño se emplea el nivel freático más cercano a la superficie como parámetro de diseño para los análisis de estabilidad, donde es este caso se presenta a un nivel de 1.4m (MA-D1-CC-02) y 0.45 (MA-D1-CC-01) de profundidad desde superficie, por lo cual para las secciones de los diques de encauzamiento cerca al río Chicama se modela con un nivel freático de 0.45m, y para el dique de encauzamiento AP-DE-I-3 se modela con una profundidad conservadora de 0.7m, así mismo para los diques de retención, deflectores y encauzamientos cerca al Plutón Centinella, no presenta niveles freáticos.

2.3.3.5.2. Condiciones de carga sísmica

Tomando los datos obtenidos de los ensayos y de los análisis geotécnicos, se prevén aceleraciones máximas para muros y taludes de 0,45g, por tanto, el coeficiente sísmico que se usará para el análisis pseudo estático es 0,236g, así como se detalla en la sección 8.4 ANALISIS SISMICO.

Esta variación en el coeficiente de aceleración sísmico se debe a que en la zona baja donde se localización los diques de encauzamiento se presenta un suelo S2 (0.236g), a diferencia de toda la exploración que se realizó en los diques de retención, deflectores y encauzamiento, haciendo más conservador el diseño.

2.3.3.5.3. Criterios de aceptación

Para las secciones previstas para el proyecto como se describe anteriormente, se han realizado análisis de estabilidad con la intención de verificar su estabilidad desde la obtención de factores de seguridad en condiciones estáticas y pseudo estáticas.

Los criterios utilizados en el diseño se basan en la aplicación de metodologías de análisis y diseño para obras de ingeniería geotécnica.

Para los análisis de estabilidad de taludes a largo plazo se considerará un valor mínimo de Factor de Seguridad (FS) de 1.5 en la condición estática (sin sismo) y de 1.1 para una condición pseudo estática.

Talud Permanente		Talud Temporal	
Estática	Pseudo Estática	Estática	Pseudo Estática
1.50	1.1	1.25	1.0

Para la condición pseudo estática se considera un coeficiente sísmico equivalente a 1/2 de la aceleración sísmica de diseño, siendo el período de exposición sísmica de 475 años y un mínimo Factor de Seguridad (FS) de 1.25 en la condición estática y de 1.0 para una condición pseudo estática.

2.3.3.5.4. Reporte de estabilidad

Se han evaluado 6 secciones más críticas de los diques de retención, deflectores y encauzamiento descritas, una (1) sección típica para los diques de retención, una (1) sección típica para los diques deflectores y cuatro

(4) secciones independientes para los diques de encauzamiento, para las cuales se establecen las siguientes consideraciones:

Se han preparado análisis de estabilidad, utilizando bajo estricto rigor la geometría suministrada, entendiéndose de que las inclinaciones de talud, ancho de corona, base de dique y altura para cada dique.

Los análisis de estabilidad realizados se realizan bajo diferentes condiciones de modelamiento, donde para cada perfil se realizan análisis en estado drenado condición estática, tanto para la cara húmeda como para la cara seca, igualmente en condiciones pseudo estáticas, para cara seca y cara húmeda, posteriormente en estado no drenado, bajo condición estática y pseudo estática. Los análisis a continuación se presentan a detalle en el Anexo Memoria de Cálculo, donde se clasifica según su estado y condición anteriormente mencionado, con las siguientes relaciones:

- CE: Condición Estática
- CP: Condición Pseudo estático.
- CH CE: Cara Húmeda Condición Estática
- CS CE: Cara Seca Condición Estática
- CH CP: Cara Húmeda Condición Pseudo estático.
- CS CP: Cara Seca Condición Pseudo estático.
- ND: No Drenado
- I: Infiltración

En el presente informe se colocarán los análisis de estabilidad hechos al dique de retención AP-DR, los análisis de estabilidad para los diques de encauzamiento propuestos se podrán observar en el Informe de geotecnia.

Figura 14 Análisis estático cara húmeda de la sección tipo AP-DR 0+050 – Condición drenada

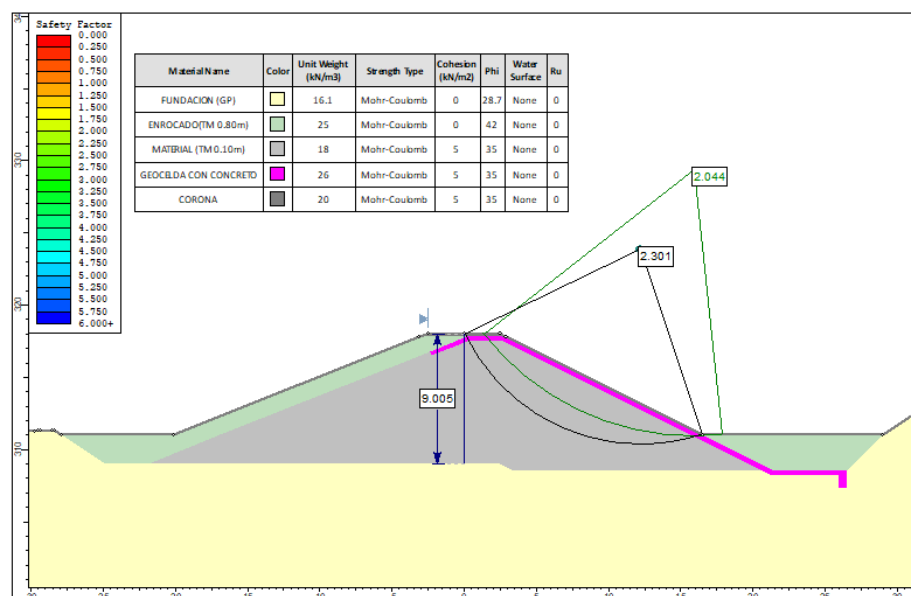


Figura 15 Análisis Pseudoestático cara húmeda de la sección tipo AP-DR 0+050 – Condición drenada

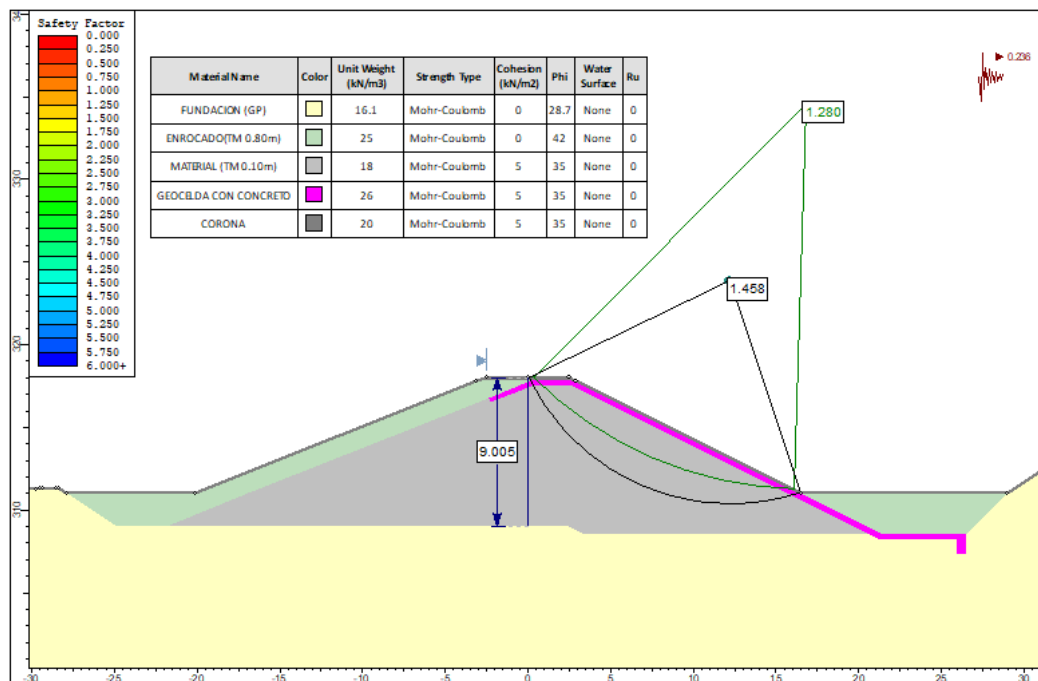


Figura 16 Análisis estático cara seca de la sección tipo AP-DR 0+050 – Condición drenada

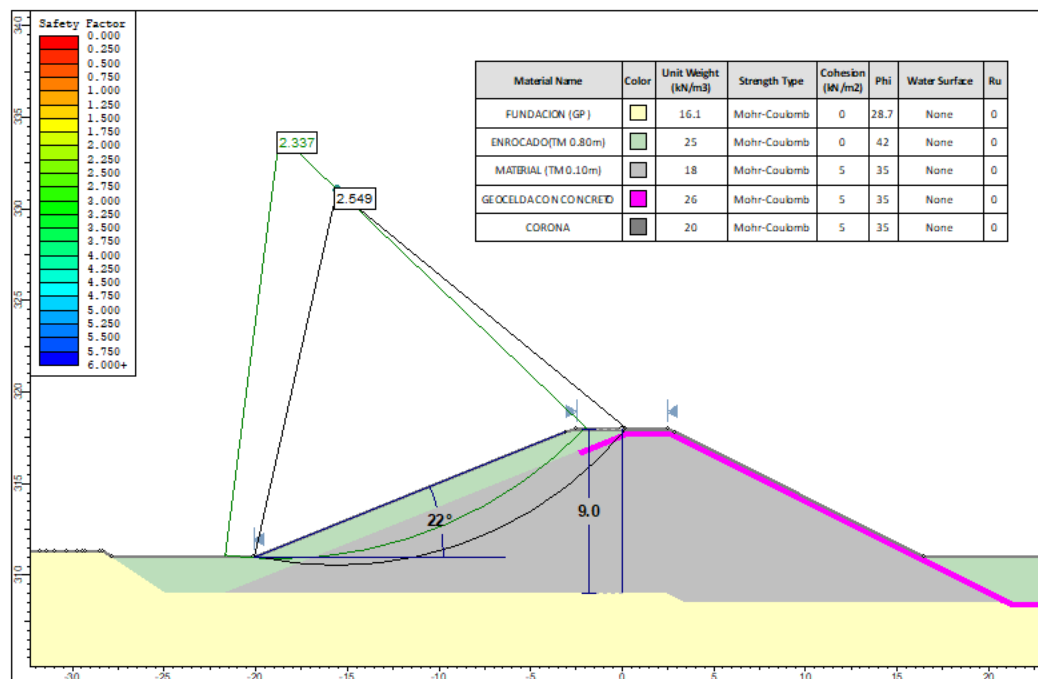
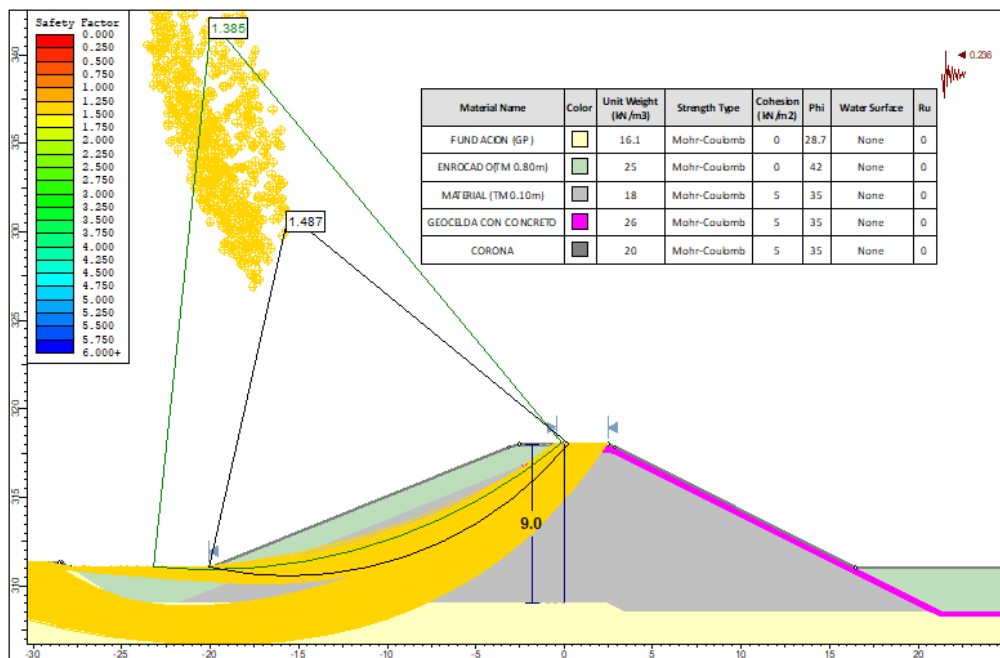


Figura 17 Análisis Pseudoestático cara seca de la sección tipo AP-DR 0+050 – Condición drenada



2.3.4. Análisis de infiltración

El análisis de infiltración se ha efectuado en algunas secciones representativas en el tramo en estudio, donde los valores de resistencia de cada material son los mismo adoptados en los análisis de estabilidad anteriormente presentando para cada sección en cuestión, consecuentemente para estos análisis se requiere además de un parámetro hidráulico de entrada para la modelación, el cual es la permeabilidad del suelo o de cada material que conforma el modelo constitutivo en análisis.

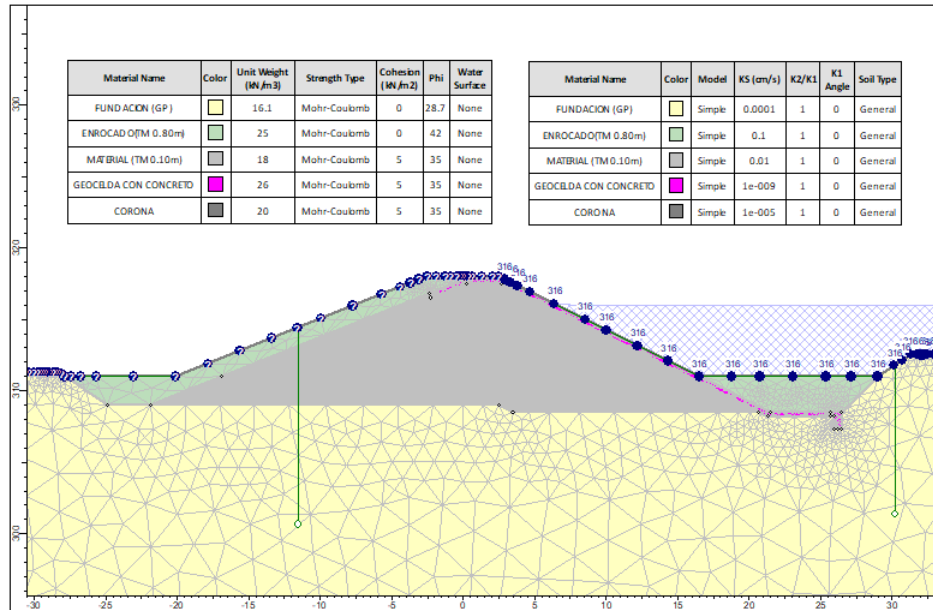
Para la definición de la permeabilidad para el material de cada dique y de los enrocados se han empleado valores de referencia según su composición granulométrica, donde predominan en su mayoría las arenas y gravas mal gradadas (SP, GP), a continuación, se expone un cuadro con los valores característicos de permeabilidad.

Cuadro 27 Valores característicos de permeabilidad según granulometría

Suelo	Descripción	Clasificación USCS	Permeabilidad (m/s)
Gravas	Bien gradadas	GW	10^{-3} a 10^{-1}
	Bien seleccionadas	GP	10^{-2} a 10^{-1}
	Limosas	GM	10^{-7} a 10^{-6}
	Arcillosas	GC	10^{-8} a 10^{-6}
Arenas	Bien gradadas	SW	10^{-5} a 10^{-3}
	Bien seleccionadas	SP	10^{-4} a 10^{-2}
	Limosas	SM	10^{-7} a 10^{-6}
	Arcillosas	SC	10^{-8} a 10^{-6}
Limos	Baja plasticidad	ML	10^{-9} a 10^{-7}
	Alta plasticidad	MH	10^{-9} a 10^{-7}
Arcillas	Baja plasticidad	CL	10^{-9} a 10^{-7}
	Alta plasticidad	CH	10^{-10} a 10^{-8}

Valores de permeabilidad de los principales suelos (Sowers, 1978).

Figura 18 Parámetros geotécnicos y dinámicos de diseño



2.3.4.1. Sección tipo AP-DR 0+050

Figura 19 Análisis de infiltración sección tipo AP-DR 0+050 – altura total, líneas equipotenciales y líneas de flujo

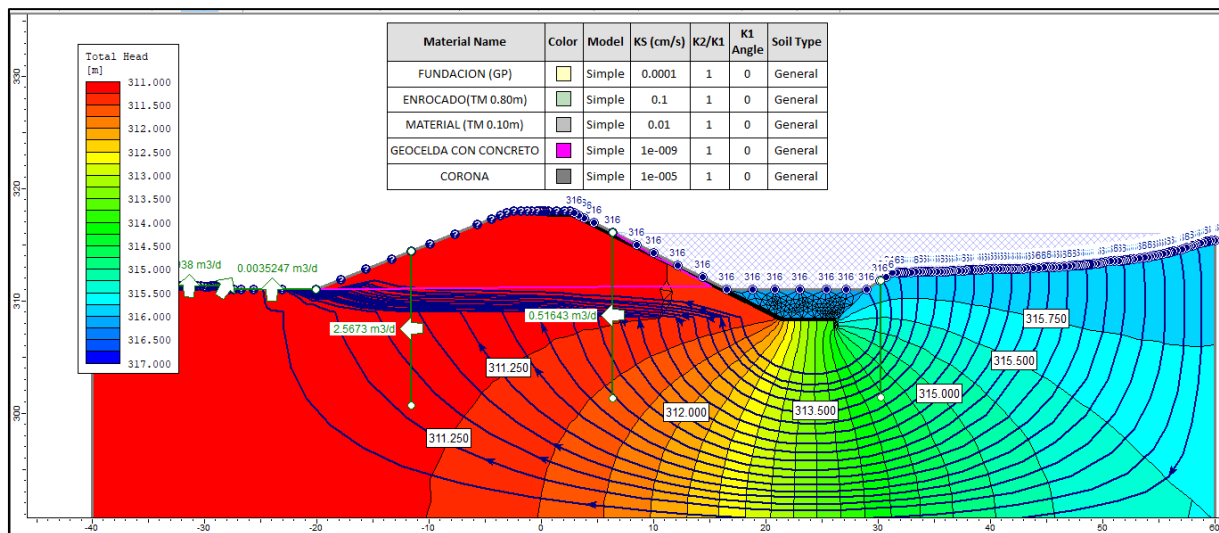
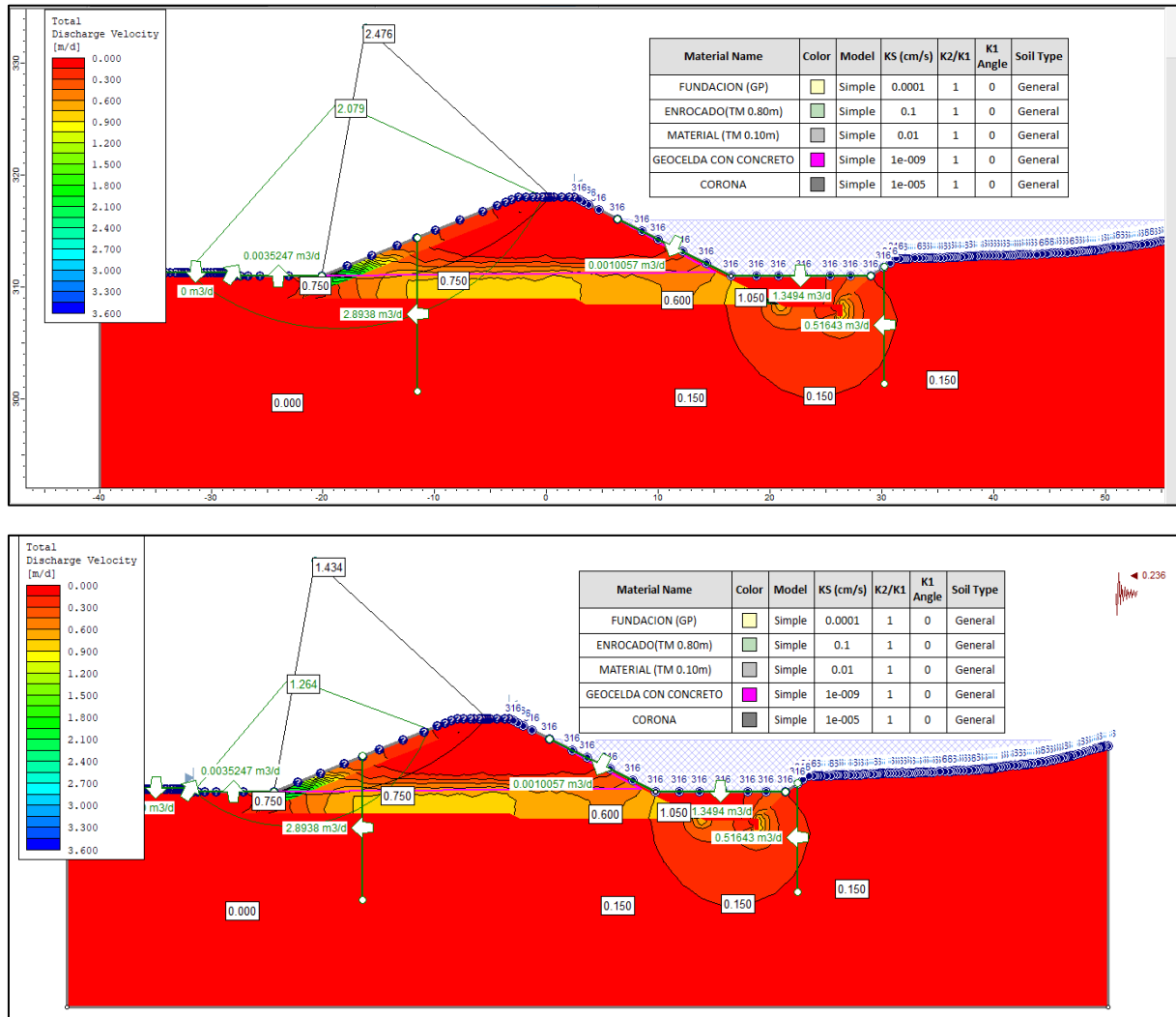


Figura 20 Análisis de infiltración sección tipo AP-DR 0+050 – Velocidad total de descarga dique de retención. líneas de flujo



En la zona del cauce (caudal influente), donde se incorpora la línea de saturación al dique se encontraron los siguientes valores:

- Cara húmeda; 0.001m³/d --- 1.16*10⁻⁵ lt/s
- Base del dique; 2.5673m³/d --- 0.030 lt/s
- Cara seca del dique; 0.00353m³/d --- 4.09*10⁻⁵lt/s

Estos valores nos indican el buen funcionamiento de la cara humedad al impedir el ingreso del agua, el cual pasa por la base del dique con un flujo de caudal bajo, el cual satura el suelo y parte media a baja del dique sin afectar su estabilidad.

El cálculo se ha realizado en condición de régimen permanente, esto quiere decir que el agua se mantendría indefinidamente en ese nivel, donde realmente esto ocurre durante un solo evento y ya es bastante conservador suponer que el agua en este estado de saturación se mantendría 7 días como máximo.

El régimen de velocidades que varía en el cuerpo de dique es 0.150 m/d y en la base del dique varia de 0.60 m/d a 0.750 m/d aproximadamente, lo que en un evento de 7 días penetraría 1.05m aproximadamente en el cuerpo del dique, por lo cual no es de prever que haya filtraciones durante un evento con estas características. En la base del dique se aprecia que en un evento de 7 días penetraría 5.25 metros lo cual saldría por la cara seca, pero es mitigado por la uña y espesor del enrocado. Ayudando a no afectar al dique.

El factor de seguridad en la cara seca en condiciones estáticas y Pseudoestáticas es estable ($F_s > 1.1$), a pesar de la saturación de los materiales por presencia de flujos por infiltración.

2.3.5. Descripción De Canteras

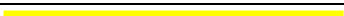
Se han planteado 3 canteras para el paquete 04, estas para ser usadas como canteras para la construcción de las estructuras planteadas para la quebrada Alto Perú. Estas canteras son Cantera Palenque 2, Cantera Nuevo Alto Perú 3 y Canteras Roma.

2.3.5.1. Cantera Palenque 2

Se ubica a 26.5 km desde la Panamericana Norte, siguiendo el acceso nacional PE-1NF que es de afirmado y en buenas condiciones, seguidamente empalma con el acceso existente PE-1NF-C6, donde finalmente se llega a la cantera Palenque 2.

Figura 21 Ubicación y acceso de la cantera Palenque 2



	Vía principal Panamericana Norte – PE-1N.
	Vía nacional de 26.5 km desde la Panamericana Norte - PE-1NF.
	Vía existente de 1.27 km - PE-1NF-C6.

La Tabla adjunta muestra las coordenadas UTM de los vértices del perímetro de la cantera Palenque 2.

Cuadro 28 Coordenadas UTM de los vértices del perímetro de la cantera Palenque 2

VERTICE	LADO	DISTANCIA (m)	ANG. INTERNO	WGS84	
				ESTE (X)	NORTE (Y)
A	A-B	142.88	92°53'30"	723133.7055	9145606.0044
B	B-C	29.53	275°12'8"	723276.1171	9145617.5441
C	C-D	142.93	88°24'47"	723271.0727	9145646.6430
D	D-E	177.62	171°1'29"	723412.5197	9145667.1461
E	E-F	154.86	90°14'32"	723590.1260	9145664.8905
F	F-G	151.87	84°4'6"	723588.8143	9145510.0332
G	G-H	303.16	182°25'41"	723437.8928	9145527.0071
H	H-A	57.94	95°43'47"	723135.4656	9145548.0962
TOTAL		1160.79	1080°0'0"		

A. Características de los materiales

Es una cantera de origen proluvial, ubicada en el cauce de una quebrada seca, compuesto por gravas sub angulosas a sub redondeadas, tipo GP, matriz arenosa con poco finos. La granulometría promedio de los materiales corresponden a tamaño máximo mayor a 12" en 25%, mayor a 6" en 40% y menor a 3" en 35%.

B. Área y volumen de explotación

De acuerdo con la de a continuación, se observa que se tiene disponible un volumen utilizable de 72,763.00 m3.

Cuadro 29 Cálculo del volumen utilizable de la cantera Palenque 2

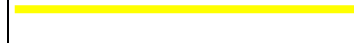
Cálculo de la disponibilidad de la cantera Palenque 2			
Descripción	Símbolo	%	Volumen
Volumen Bruto	Vb		76,387 m ³
Desbroce (h=0.1 m)	D	0.00 %Vb	0 m ³
Volumen Neto	Vn=Vb-D		76,387 m ³
Volumen Over (> 12")	Vo	2.80 %Vn	2,139 m ³
Volumen explotable	Ve=Vn-Vo		74,248 m ³
Merma	M	2.00 %Vu	1,485 m ³
Volumen Desechable	Vd=D+Vo+M		3,624 m ³
Volumen utilizable	Vu=Vb-D		72,763 m ³
Área explotable	5.2626 ha		
Perímetro explotable	1,159.0 m		

2.3.5.2. Cantera Nuevo Alto Peru 3

Se ubica a 20.4 km desde la Panamericana Norte, siguiendo el acceso nacional PE-1NF que es de afirmado y en buenas condiciones, seguidamente empalma con el acceso vecinal LI-677, teniendo una condición de trocha carrozable de 4.89 km; finalmente se llega a la cantera Nuevo Alto Perú a través del acceso proyectado LI-677-2 de 1.42 Km.

Figura 22 Ubicación y acceso de la cantera Nuevo Alto Peru 3



	Vía principal Panamericana Norte
	Acceso Nacional a cantera Nuevo Alto Perú 3 (PE-1NF)
	Acceso Vecinal a cantera Nuevo Alto Perú 3 (LI-677)
	Acceso Proyectado a mejorar (LI-677-2)

La Tabla adjunta muestra las coordenadas UTM de los vértices del perímetro de la cantera Nuevo Alto Peru 3.

Cuadro 30 Coordenadas UTM de los vértices del perímetro de la cantera Nuevo Alto Peru 3

VERTICE	LADO	DISTANCIA (m)	ANG. INTERNO	WGS84	
				ESTE (X)	NORTE (Y)
A	A-B	489.39	76°37'41"	715869.8404	9140306.9970
B	B-C	417.79	94°26'52"	716357.9311	9140271.4154
C	C-D	672.60	175°18'7"	716359.9609	9139853.6249
D	D-E	707.43	172°1'46"	716308.1305	9139183.0246
E	E-F	132.70	85°18'19"	716156.3409	9138492.0733
F	F-G	373.71	107°22'8"	716029.4946	9138531.0591
G	G-H	374.56	168°20'40"	716027.6399	9138904.7633
H	H-I	517.40	190°22'59"	716101.4886	9139271.9671
I	I-J	185.63	246°37'29"	716110.4111	9139789.2892
J	J-A	446.88	123°33'57"	715941.3076	9139865.8680
TOTAL		4318.09	1439°59'58"		

A. Características de los materiales

Cantera de afloramiento de rocas ígneas intrusivas de naturaleza granodiorítica, de buena resistencia y con espaciamiento de fracturas entre media a amplia.

B. Área y volumen de explotación

De acuerdo a la Tabla adjunta, se observa que la cantera NAP3- A tiene disponibilidad de un volumen utilizable de 1,916,121 m³.

Cuadro 31 Cálculo del volumen utilizable de la cantera Nuevo Alto Perú 3

Cálculo de la disponibilidad de la cantera Nuevo Alto Perú 3 (A)			
Descripción	Símbolo	%	Volumen
Volumen Bruto	Vb		2,395,152 m ³
Desbroce (h=0.1 m)	D	0.00 %Vb	0 m ³
Volumen Neto	Vn=Vb-D		2,395,152 m ³
Volumen Over (> 12")	Vo	0.00 %Vn	0 m ³
Volumen explotable	Ve=Vn-Vo		2,395,152 m ³
Merma	M	20.00 %Vu	479,030 m ³
Volumen Desechable	Vd=D+Vo+M		479,030 m ³
Volumen utilizable	Vu=Vb-D		1,916,121 m ³
Área explotable	11.0780 ha		
Perímetro explotable	3,129.84 m		

2.3.5.3. Cantera Roma

La Cantera Roma se encuentra ubicada en el distrito de Casa Grande, en la coordenada GWS-84 (Zona 17s): 704069E y 9139718N, a una altitud de 151 msnm, pertenece a la provincia de Ascope, Departamento de la Libertad.

Figura 23 Ubicación y acceso de la cantera Roma



2.3.6. Identificación y selección de depósitos de materiales excedentes (DME) y material orgánico (DMO)

El presente ítem tiene por objetivo mostrar los DME's y DMO's que serán utilizadas durante la ejecución del proyecto. Para la identificación de los DME's se han analizado los criterios, ambientales, sociales, accesibilidad, técnicos y permisos. Con la búsqueda realizada se ha identificado los siguientes DME's:

Cuadro 32 Deposito de material excedente PQTE 4

PAQUETE	COMPONENTE	DESCRIPCIÓN	m2	Ha	VOLUMEN (m3) (DISEÑO CAD)	PROPIETARIO	ESTATUS
4	DME 4.1-C	Depósito de material excedente	215,577.04	21.55	551,792.10	-ESTADO PERUANO -GESTION IDENTIFICACION DE PROPIETARIOS	PENDIENTE

Cuadro 33 Deposito de material orgánico PQTE 4

PAQUETE	COMPONENTE	DESCRIPCIÓN	m2	Ha	VOLUMEN (m3) (DISEÑO CAD)	PROPIETARIO	ESTATUS
4	DMO 4.1-C	Depósito de material orgánico	38,906.76	3.89	50,504.79	CARDENARAS CABRERA FRANCISCA	LIBERADO

2.3.7. Identificación y selección de puntos de agua

La construcción de las obras del Paquete 4 – Quebrada Alto Perú requieren uso de agua y estratégicamente se han identificado cuatro (02) fuentes de agua las cuales serán sometida a muestreos para verificar la calidad del recurso hídrico de dichas fuentes (pH, contenido de sulfatos, contenido de cloruro, sólidos en suspensión y materia orgánica) y determinar si sus resultados de análisis químico superan los límites máximos permitidos por las especificaciones técnicas para concreto portland.

Cuadro 34 Fuentes de agua PQTE 4

PAQUETE	TIPO DE FUENTE DE AGUA	NOMBRE DE LA FUENTE DE AGUA	NOMBRE DE LA FUENTE DE AGUA, SEGÚN PROYECTO	DATUM WGS84		ESTATUS ALA
				Coordenada Este	Coordenada Norte	
4	RÍO CHICAMA	RÍO CHICAMA	PA. A 4.1-C	719661.00	9145343.00	PENDIENTE
4	RÍO CHICAMA	RÍO CHICAMA	PA. A 4.2-C	719990.00	9145338.00	PENDIENTE

2.3.8. Oficinas, patio de maniobras

El presente ítem tiene por objetivo mostrar las oficinas y patios de maniobras que permitirán ser el sustento durante el desarrollo de las actividades de la ejecución de obra, en general donde se permitirá realizar el mantenimiento y depósito de las maquinarias, además de contar con las oficinas donde albergaran a los especialistas.

Cuadro 35 Oficina y patio de maniobras PQTE 4

PAQUETE	COMPONENTE	DESCRIPCIÓN	m2	Ha	PROPIETARIO	ESTATUS
4	OF 4.1-V	Patio de Maniobras	1,709.43	0.17	CARDENARAS CABRERA FRANCISCA	LIBERADO
4	PM. OF 4.1-C	Patio de Maniobras y oficinas	7,064.91	0.70	QUILICHE GAMARRA JAVIER	LIBERADO

2.3.9. Acopio de materiales

El presente ítem tiene por objetivo mostrar las áreas auxiliares donde se tiene previsto colocar el material proveniente de las canteras para la construcción de los diques proyectados.

Cuadro 36 Acopio de materiales PQTE 4

PAQUETE	COMPONENTE	DESCRIPCIÓN	m2	Ha	VOLUMEN (m3) (DISEÑO CAD)	PROPIETARIO	ESTATUS
4	ACM 4.1-C	Acopio de Materiales	3,154.13	0.31	5,312.32	GESTION IDENTIFICACION DE PROPIETARIOS	PENDIENTE
4	ACM 4.3-C	Acopio de Materiales	2,229.29	0.22	4,528.72	LEIVA CARDENAS FRIDA	PENDIENTE DE DOCUMENTO DE TITULARIDAD
4	ACM 7.10-C	Acopio de Materiales	11,362.460	11.36	178,784.21	ESTADO PERUANO	PENDIENTE

2.3.10. Modelamiento hidráulico

2.3.10.1. Caudales máximos

A. Subcuenca Quebrada Mala Alma

Del informe “D4021 - ENTREGABLE - MODELO HIDRÁULICO QDAS. ALTO PERÚ / SAUSAL - HIDRÁULICA - DISEÑO - RÍO CHICAMA” se han obtenido los caudales de las Qdas. Mal Alma 1 y 2. En el siguiente cuadro se presentan los caudales máximos con cambio climático y sedimentos para el escenario 8.5 para diferentes periodos de retorno.

Cuadro 37 Caudales máximos con cambio climático (con sedimentos) de la Qda. Mala Alma – RCP 8.5

Subcuenca	Caudal Máximo (m³/s)			
	Tr: 25 años	Tr: 50 años	Tr: 100 años	Tr: 200 años
Mal Alma 1	0.61	1.6	5.14	14.8
Mal Alma 2	4.74	12.45	40.13	115.54

B. Subcuenca Quebradas Alto Peru

En el siguiente cuadro se presentan los caudales líquidos máximos con cambio climático de la subcuenca Alto Perú para el escenario 8.5 para diferentes periodos de retorno.

Cuadro 38 Caudales máximos con cambio climático (sin sedimentos) de la subcuenca Alto Peru – RCP 8.5

Subcuenca	Caudal Máximo (m³/s)					
	Tr: 10 años	Tr: 25 años	Tr: 50 años	Tr: 100 años	Tr: 200 años	FEN 2017
Alto Perú 1	0.29	0.41	0.55	0.73	0.96	0.83
Alto Perú 2	2.93	4.12	5.53	7.27	9.57	7.62
Alto Perú 3	0.35	0.49	0.66	0.87	1.14	0.99

Los caudales líquidos con cambio climático de la subcuenca de las Quebradas Alto Perú 1, 2 y 3 han sido ingresados al modelo bidimensional HEC RAS v6.4.1, para obtener hidrogramas de flujo hiperconcentrados. La metodología de cálculo de los factores reológicos (esfuerzo de cedencia, viscosidad y concentración volumétrica) se presentan en el ítem “DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS REOLÓGICOS”.

Se presenta a continuación el caudal de flujo hiperconcentrado máximo con cambio climático de la subcuenca Qdas. Alto Perú para el escenario 8.5 y periodo de retorno de 100 años.

Cuadro 39 Caudal máximo con cambio climático más sedimentos de la Quebrada Alto Peru – RCP 8.5

Escenario de Cambio Climático	Concentración volumétrica	Factor de incremento	Caudal Máximo hiperconcentrado TR 100 (m³/s)
Alto Perú 1	45	1.818	1.21
Alto Perú 2	45	1.818	12.12
Alto Perú 3	45	1.818	1.44

2.3.10.2. Determinación de parámetros reológicos

La metodología de O'Brien y Julien (1988) se empleó para estimar las relaciones entre las viscosidades dinámicas y esfuerzos de cedencia de los flujos no newtoniano en las quebradas Alto Peru.

A. Modelo reológico cuadrático (ecuación de O'Brien)

El modelo cuadrático fue propuesto por O'Brien y Julien (1985) y combina tensiones debidas a: (1) cohesión, (2) fricción interna entre sedimento y fluido, (3) turbulencia y (4) impacto inercial entre partículas. El modelo cuadrático se puede escribir como:

$$\tau_{MD} = \tau_y + \tau_v + \tau_d$$

$$\tau_v = \mu_m \dot{\gamma}$$

$$\tau_d = c_{Bd} \rho_s \lambda^2 d_s^2 \dot{\gamma}^2$$

Dónde τ_d es el estrés dispersivo, c_{Bd} es un coeficiente empírico, ρ_s es la densidad de partículas del sedimento, d_s es un diámetro de partícula representativo, y λ es la concentración lineal de sedimentos. El estrés dispersivo fue propuesto originalmente por Bagnold (1954). Bagnold (1954) y Takahashi (1980) propusieron $c_{Bd} = 0.01$. La concentración lineal de sedimentos λ se define por (Bagnold 1954).

$$\frac{1}{\lambda} = \left(\frac{C_{max}}{C_v} \right)^{1/3} - 1$$

donde C_v es la concentración de sedimento por volumen y C_{max} es la concentración máxima de sedimento. En la siguiente figura se muestra un ejemplo de la tensión dispersiva en función de la concentración y la velocidad de corte. La formulación muestra un fuerte aumento a medida que la concentración se acerca a la concentración máxima.

B. Caracterización granulométrica del material del lecho de Qdas. Alto Peru

Los análisis granulométricos del material de la matriz fina de los depósitos encontrados en el lecho durante la campaña de noviembre del 2022 se realizaron mediante dos metodologías:

- Las fracciones comprendidas entre 3 pulgadas y 0.074 mm (malla 200) se analizaron por el método del tamizado.
- Las fracciones inferiores a la malla 200 se analizaron por el método del hidrómetro.

En el siguiente cuadro se resume la información proveniente de los análisis granulométricos realizado por el laboratorio SIG INGENIEROS SAC de las 02 muestras tomadas en el lecho de las Quebradas Alto Perú. Se describe el porcentaje de gravas, arenas y finos de la fracción tamizable, y el porcentaje de arcilla, d_{50} , d_{16} y d_{84} del material que pasa la malla 200.

Cuadro 40 Caracterización granulométrica

Calicata	Prueba Tamizado			D50 de toda la muestra (mm)	Prueba sedimentación			
	Porcentaje gravas (%)	Porcentaje arenas (%)	Porcentaje finos (%)		% arcilla (mm)	D ₁₆ (mm)	D ₅₀ (mm)	D ₈₄ (mm)
AP-RE-CC-01	23.5	75.37	1.2	0.98	0.20	0.0402	0.022	0.0088
AP-RE-CC-02	0	95.21	4.8	0.16	1.00	0.0385	0.021	0.0078
AP-RE-CC-03	44.4	51.7	3.9	3.15	0.6	0.0381	0.021	0.0083

Los resultados determinan que el material predominante del cauce es grava pobremente graduada. Se observa asimismo que, de la fracción que pasa la malla 200, el porcentaje de arcillas es de 0.9 %, el d50 de dicha fracción que pasa la malla 200 es 0.022 mm y el d50 de toda la muestra es 1.4 mm.

C. Relaciones de viscosidad y esfuerzo cedencia

De acuerdo con O'Brien y Julien (1988), las relaciones de viscosidad y esfuerzo de cedencia de los flujos con las concentraciones de sólidos del material fino suspendido están en función de los contenidos de arcilla y de los diámetros representativos del material sólido de la porción fina de la matriz.

En el siguiente cuadro se presenta la clasificación de O'Brien y Julien (1988) del material sólido de la porción fina de la matriz en función de sus contenidos de arcilla y de sus diámetros representativos.

Cuadro 41 Propiedades de las matrices de flujo (solo lima y arcilla)

Modelo	Distribución del tamaño de sedimentos				Límite líquido	Límite plástico
	% arcilla	D ₁₆ (mm)	D ₅₀ (mm)	D ₈₄ (mm)		
Glenwood original	4.8	0.01	0.034	0.062	--	--
Glenwood Sample 1	6.8	0.009	0.023	0.05	--	--
Glenwood Sample 2	3	0.016	0.035	0.061	--	--
Glenwood Sample 3	4.8	0.011	0.025	0.053	--	--
Glenwood Sample 4	7.6	0.001	0.018	0.032	--	--
Aspen Pit 1	31.3	0.001	0.011	0.032	0.32	0.11
Aspen Natural Soil	27	0.001	0.012	0.028	0.25	0.06
Aspen Mine Fill	27.8	0.001	0.013	0.03	0.24	0.06
Aspen Natural Soil Source	31.6	0.001	0.016	0.039	--	--
Aspen Mine Fill Source	25.2	0.001	0.018	0.061	--	--

En función de dicha clasificación, las relaciones entre los esfuerzos de cedencia (τ) en dinas/cm² y las viscosidades dinámicas (μ) en poisses con las concentraciones volumétricas (C_v) de sólidos

suspendidos de la matriz fina, se definen mediante las relaciones $\tau_y = \alpha_1 e^{\beta_1 C_v}$ y $\mu_m = \alpha_2 e^{\beta_2 C_v}$ donde los valores de α_i y β_i se obtienen del siguiente cuadro.

Cuadro 42 Parámetros de las relaciones de esfuerzo de cedencia y viscosidad

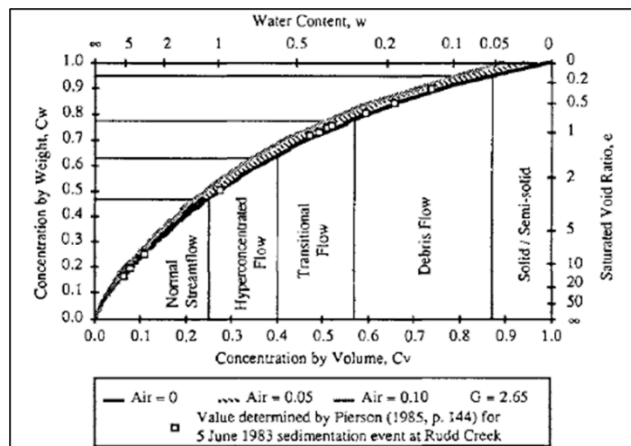
Modelo reológico	Esfuerzo Cedencia		Viscosidad dinámica	
	α	β	α	β
Aspen Pit 1	0.1810	25.7	0.036	22.1
Aspen Natural Soil	0.1520	18.7	0.00136	28.4
Aspen Mine Fill	0.0473	21.1	0.128	12
Aspen Mine Source Área	0.2910	14.3	0.000201	33.1
Glenwood sample 2	0.0765	16.9	0.0648	6.2
Glenwood sample 3	0.0007	29.8	0.00632	19.9
Glenwood sample 1	0.0345	20.1	0.00283	23
Glenwood sample 4	0.0017	29.5	0.000602	33.1

En las Quebradas de Alto Perú, el contenido de arcilla de la fracción fina de la matriz de las muestras del lecho es de 0.9 %, y el d50 es 0.022 mm; de acuerdo con el Cuadro 41, la clasificación que más se aproxima a la muestra es el tipo Glenwood 2. Para dicha clasificación, de acuerdo con el Cuadro 42, los valores de los parámetros α y β son $\alpha_1 = 0.0765$, $\beta_1 = 16.9$, $\alpha_2 = 0.0648$ y $\beta_2 = 6.2$.

D. Concentración volumétrica

De acuerdo con la figura elaborada por Keaton (1991), la concentración volumétrica para flujos de escombros típicamente se encuentra entre los valores de 0.57 y 0.87. En el caso de flujos normales a flujos hiperconcentrados típicamente se encuentra en el rango entre 0.15 y 0.40. Existe una zona transicional donde podrían presentarse ambos tipos de flujo con concentraciones volumétricas entre 0.40 y 0.57.

Figura 24 Relación entre concentración por peso y volumen



El flujo hiperconcentrado de las Quebradas Alto Perú ha sido modelado considerando una concentración volumétrica de 40%, esfuerzo de cedencia de 6.6 Pa y viscosidad dinámica de 0.08 Pa-s. La concentración volumétrica se determinó a partir calibración del modelo hidráulico y el análisis de sensibilidad tal como se indica más adelante en el ítem “Validación y Sensibilidad”.

E. Parámetros reológicos para modelado

Para realizar la simulación hidráulica del fluido no newtoniano es necesario de parámetros reológicos como:

- Concentración volumétrica, en porcentaje (%)
- Esfuerzo de cedencia, en Pascales (Pa)
- Viscosidad dinámica de la mezcla, en Pascal-segundo (Pa-s) ó Newton-segundo por metro cuadrado (N-s m⁻²), también se le llama Poiseuille (PI).
- Tamaño de partícula representativo, en mm

Para realizar la simulación hidráulica del fluido no newtoniano de Qdas. Alto Perú y Mal Alma se ha utilizado una concentración volumétrica de 40 % (previa calibración y análisis de sensibilidad), el diámetro representativo de la partícula corresponde al D50 de la muestra total (6.75 mm).

Otros parámetros se han estimado con ecuaciones empíricas usando la concentración volumétrica como exponente tal como se indica en el siguiente cuadro.

$$\text{Esfuerzo de cedencia: } \tau_y = \alpha_1 e^{\beta_1 C_v}$$

$$\text{Viscosidad: } \mu_m = \alpha_2 e^{\beta_2 C_v}$$

Cuadro 43 Esfuerzo de cedencia (Pa) para diferentes concentraciones

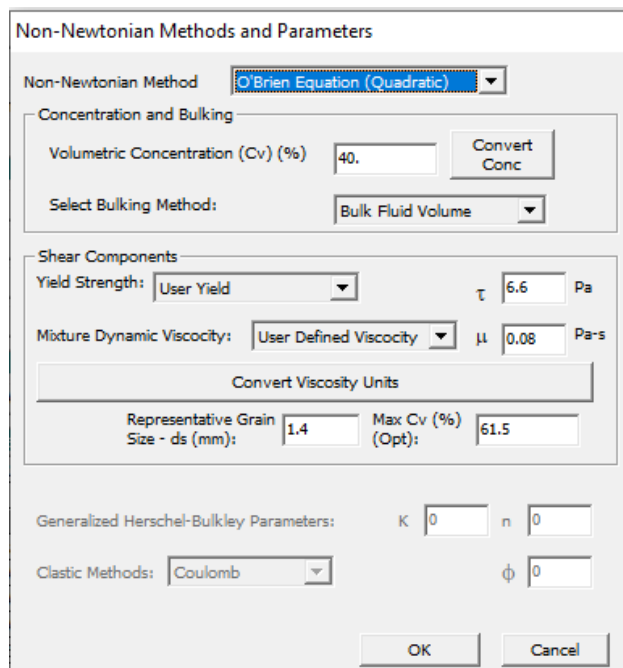
Parámetros del modelo Glenwood sample 2		Concentración volumétrica					
Alfa	Beta	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.60
0.0765	16.9000	1.22	2.83	6.60	15.36	35.76	193.82

Cuadro 44 Viscosidad (Pa-s) para diferentes concentraciones

Parámetros del modelo Glenwood sample 2		Concentración volumétrica					
Alfa	Beta	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.60
0.0648	6.2000	0.04	0.06	0.08	0.11	0.14	0.27

En la siguiente figura se presenta la interfaz de ingreso de los parámetros reológicos del modelo HEC RAS v6.4.1.

Figura 25 Parámetros reológicos ingresados al modelo de Qda. Alto Peru



2.3.10.3. Calibración del modelo hidráulico

A. Calibración

La calibración del modelo de flujo hiperconcentrados se realizó en 3 puntos con la finalidad de eliminar la incertidumbre de los resultados del RIBA 3, se ha tomado los mismos puntos de calibración indicados en el informe “400195-OHL001-000-XX-RP-ZZ-000098-R01”. Los puntos se encuentran en la zona urbana, las coordenadas de estos puntos se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro 45 Ubicación de los puntos de calibración de las Qdas. Alto Peru

PUNTO	E (m)	N (m)
PTO. 01	719861	9144202
PTO. 02	719788	9144236
PTO. 03	719874	9144168

La calibración se realizó considerando el flujo hiperconcentrado de concentración volumétrica de 40%, esfuerzo de cedencia de 6.6 Pa, viscosidad dinámica de 0.08 Pa-s diámetro representativo de la muestra de 6.75mm. Las marcas de agua se muestran en la siguiente figura:

Figura 26 Identificación de alturas de agua en el RIBA 3 para FEN 2017 en los puntos 1, 2 y 3



Figura 27 Puntos de calibración RIBA 3



Figura 28 Puntos de calibración RIBA 4



En el siguiente cuadro se presentan los tirantes de la modelización hidráulica del RIBA 3 y los tirantes del RIBA 4.

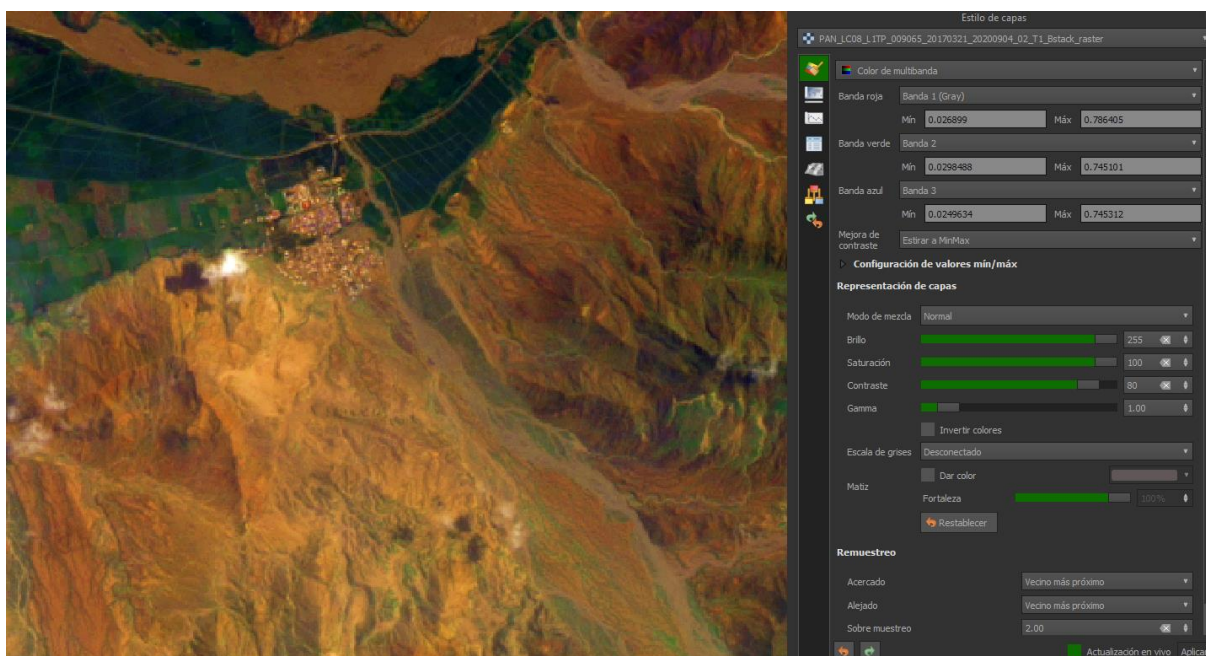
Cuadro 46 Comparación de tirantes del RIBA 3 y RIBA 4

PUNTO	Tirante RIBA 3 (m)	Tirante RIBA 4 (m)
PTO. 01	0.74	0.70
PTO. 02	0.88	0.85
PTO. 03	0.91	0.87

B. Validación

La validación de la huella de inundación del FEN 2017 se realizó con imágenes satelitales de Landsat 08, fecha 21/03/2017; para una mejor apreciación de la huella de detritos captada por el satélite se ha realizado la siguiente combinación de bandas: B04-B03-B02. Esta combinación permite identificar la mancha de inundación que ha generado el evento.

Figura 29 Combinación de bandas utilizadas en la imagen histórica Landsat 8



Se han discretizado 03 zonas que se han considerado determinantes para el análisis de la calibración.

En la zona 01 se observa un tramo del río Chicama en el cual la huella del modelo hidráulico del FEN presenta una forma similar, pero desborda un poco menos que en la huella de inundación de la imagen satelital histórica del FEN.

En la zona 02 en el modelo hidráulico del FEN se observa un tramo de la quebrada Mal Alma y el canal La Barranca los cuales tienen la misma forma de la huella de inundación de la imagen satelital histórica del FEN.

En la zona 03 se observa aguas arriba que avanza el flujo generándose pequeñas bifurcaciones, luego se genera un brazo producto del desborde y vierte sus aguas en el río Chicama. Concluyéndose que de las tres zonas analizadas de la quebrada Alto Perú, en la zona 03 es en la que se visualiza una mayor similitud entre la huella del modelo hidráulico del FEN con la huella de la imagen satelital histórica del FEN.

Figura 30 Comparación del MH FEN 2017 con la imagen satelital histórica FEN 2017 – Zona 01, 02 y 03



C. Sensibilidad

El análisis de sensibilidad se realizó en 03 puntos donde los tirantes y velocidades presentan valores altos, la ubicación de los puntos de análisis se presenta a continuación.

Figura 31 Variación de los tirantes con respecto a los CV modelados en Qdas. Alto Peru



Cuadro 47 Ubicación de los puntos de sensibilidad – Qdas. Alto Peru

PUNTO	X	Y
P1	719520	9143540
P2	719908	9143570
P3	720092	9143600

Este análisis se realizó para concentraciones de 35%, 40% y 45% con la finalidad de evaluar la influencia de los cambios de concentraciones volumétricas en los resultados del modelo hidráulico de la Quebrada Alto Perú. Las figuras a continuación nos muestran las extensiones de la huella para las diferentes concentraciones volumétricas, el cual será usado para el análisis de sensibilidad en la Quebrada Alto Perú.

Figura 32 Variación de los tirantes con respecto a los CV modelados en Qdas. Alto Peru



Figura 33 Variación de las velocidades con respecto a los CV modelados en Qdas. Alto Peru



Los resultados determinan que los cambios en cuanto a tirantes son mínimos para un CV 35, CV 40 y CV 45%, pero en el caso de las velocidades si son relativamente distintas entre sí, debido a que la viscosidad de cada CV es diferente, por lo tanto, se concluye que existe una baja sensibilidad para la quebrada con respecto a cada concentración volumétrica evaluada.

Cuadro 48 Puntos de sensibilidad para el escenario FEN 2017 – Qdas. Alto Peru

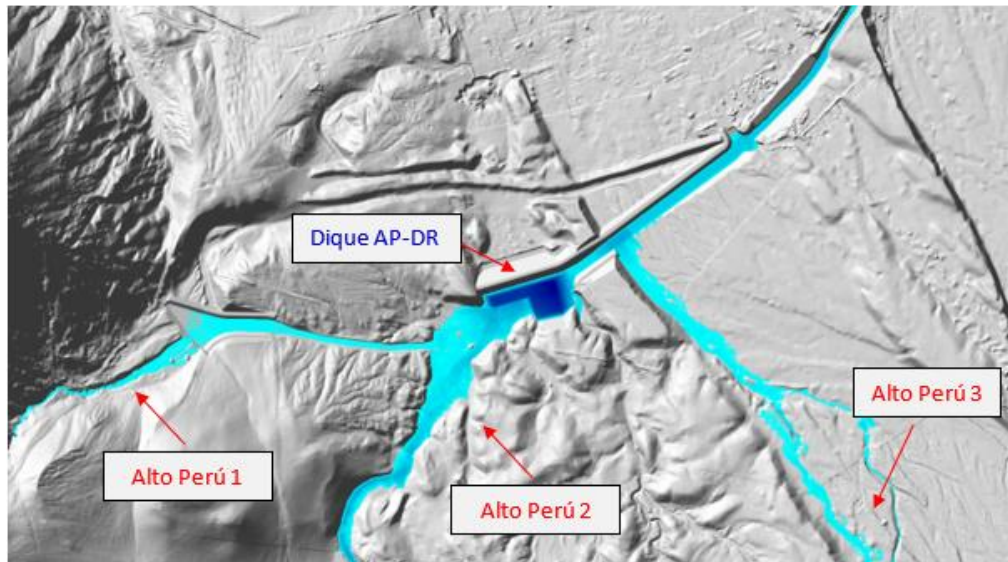
PUNTO	TIRANTE (m)			VELOCIDAD (m/s)		
	CV-35	CV-40	CV-45	CV-35	CV-40	CV-45
1	0.03	0.04	0.05	0.27	0.28	0.29
2	0.54	0.56	0.59	0.72	0.74	0.76
3	0.12	0.13	0.14	0.65	0.66	0.67

2.3.10.4. Resultados del modelamiento hidráulico con proyecto

A. Análisis de tirantes – TR 100 años

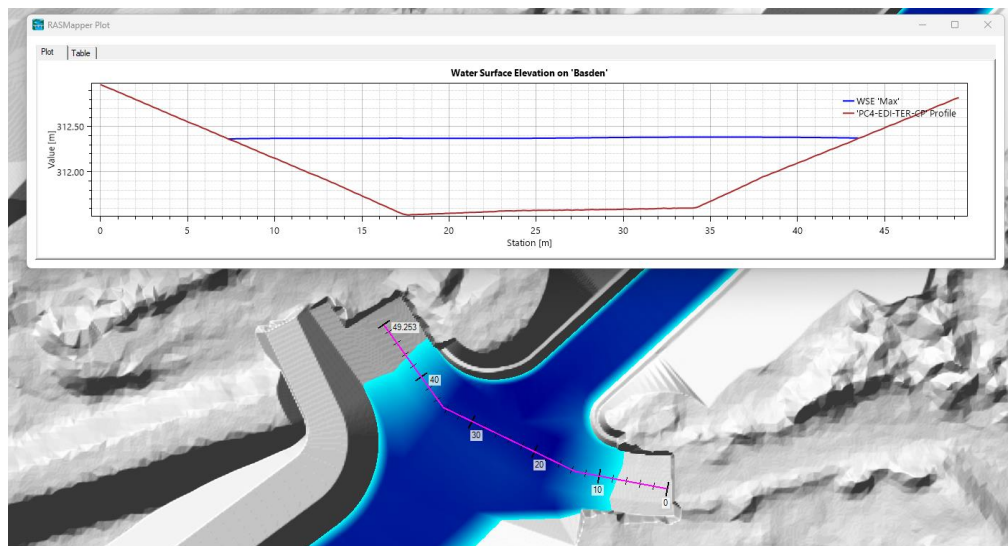
El tirante máximo alcanzado en el dique de retención AP-DR es de 3.8m. La cota de agua es 314 msnm.

Figura 34 Mapa de tirantes – Qdas. Alto Peru



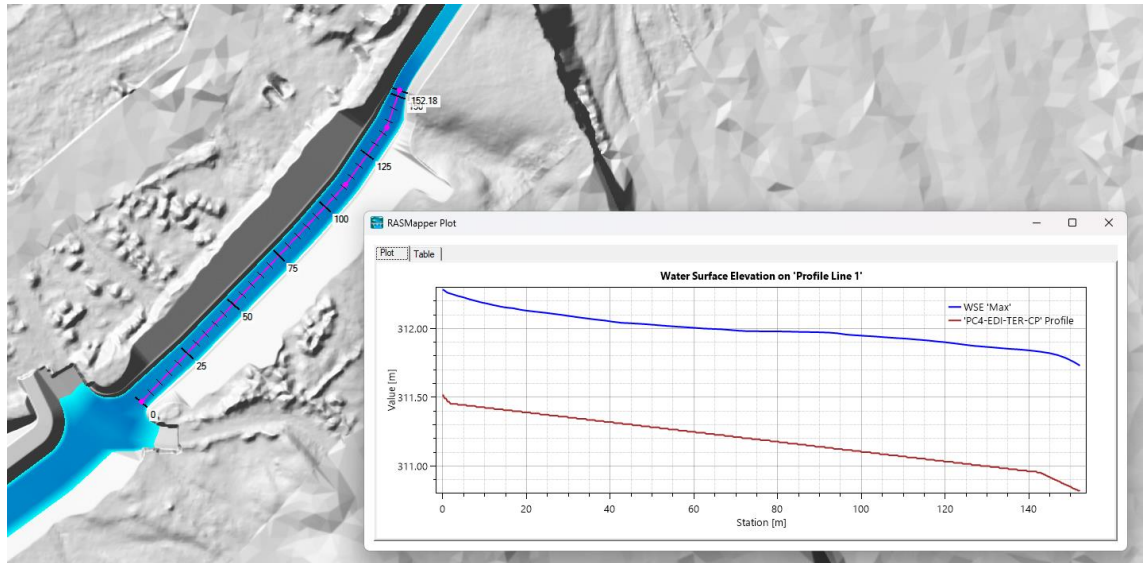
En la siguiente figura se muestra que el perfil de flujo en el badén AP-BD-1, el tirante alcanzado es de 0.80m.

Figura 35 Tirante alcanzado en el Baden – Qdas. Alto Peru



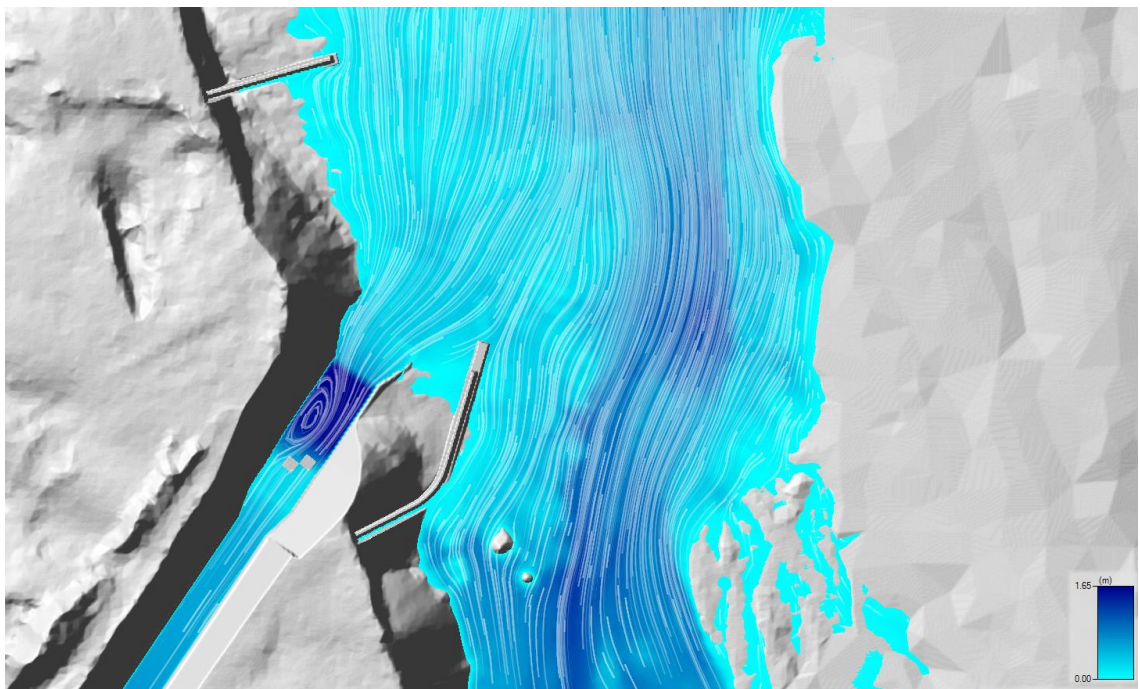
En los canales de conducción de Alto Perú para el tramo AP-CA-3 y AP-CA-4 se obtiene tirantes de 0.80m.

Figura 36 Tirante alcanzado en el Baden – Qdas. Alto Peru



En la quebrada Mala Alma se plantea espigones que direccionen el flujo y eviten la erosión local aguas debajo de la rápida, tal como se observa en la siguiente figura.

Figura 37 Mapa de tirantes en la zona de los espigones



El encauzamiento conformado por los diques AP-DE-I-4 y AP-DE-D-3- conduce los flujos de la quebrada Alto Perú y Mala Alma hacia el río Chicama como se observa a continuación.

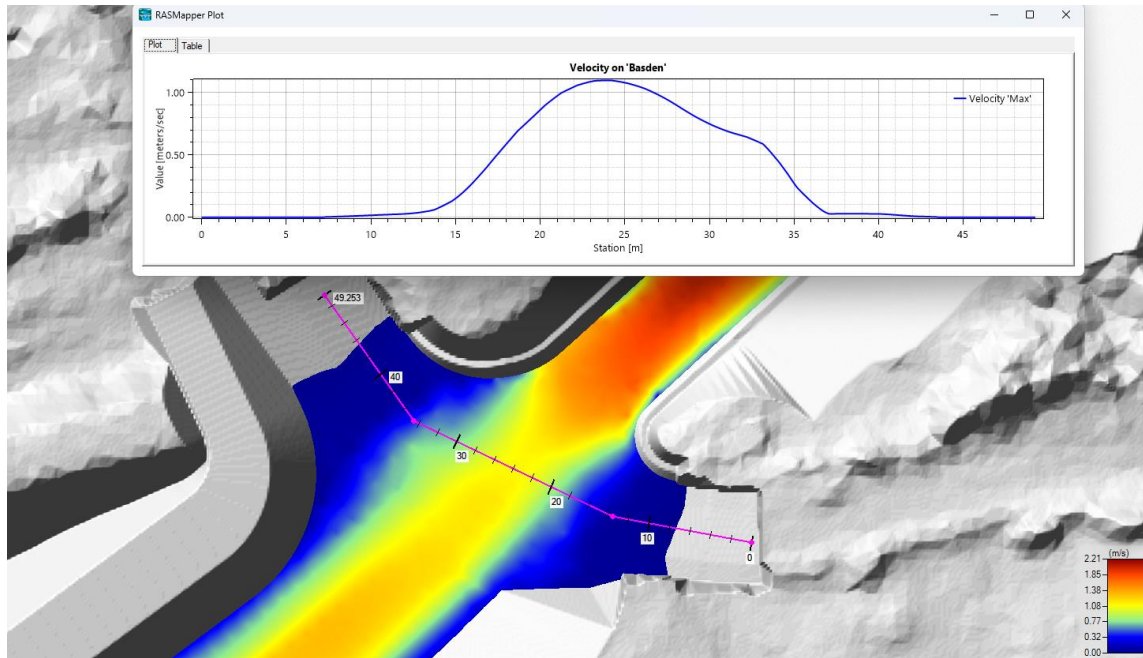
Figura 38 Tirante en los diques AP-DE-I-4 y AP-DE-D-3



B. Análisis de velocidades – TR 100 años

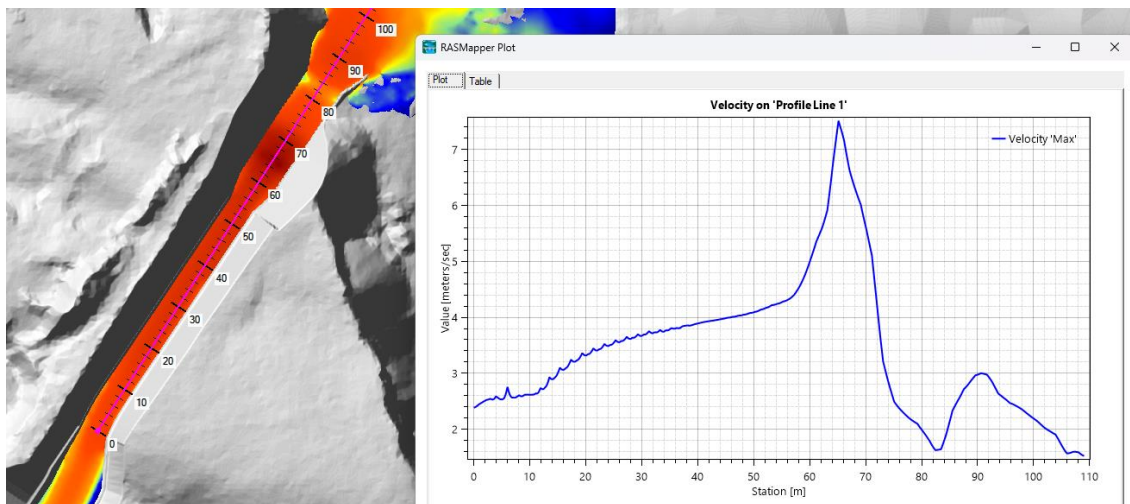
La velocidad máxima alcanzada en el baden es de 1.1 m/s, tal como se muestra a continuación.

Figura 39 Perfil de velocidades en el baden AP-BD-1



En la siguiente figura se muestra el perfil de velocidades de la rápida. El valor máximo alcanzado en el tramo inclinado de la rápida es de 7.2 m/s y al final de la rápida la velocidad disminuye hasta 1.6 m/s

Figura 40 Distribución de velocidades en la rápida AP-RP-1



A continuación, se muestra el efecto de los espigones para concentrar las líneas de corriente hacia el lecho del cauce de quebrada Mala Alma, garantizando la descarga libre de la rápida.

Figura 41 Mapa de velocidades en la zona de los espigones

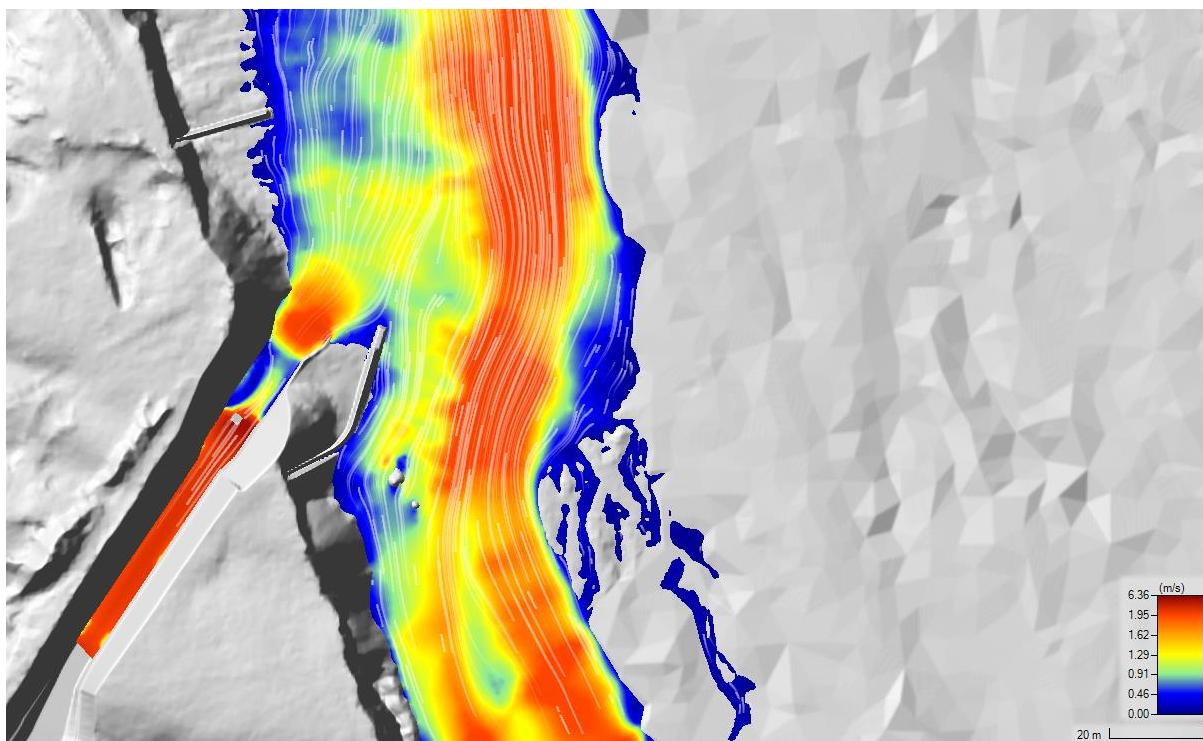
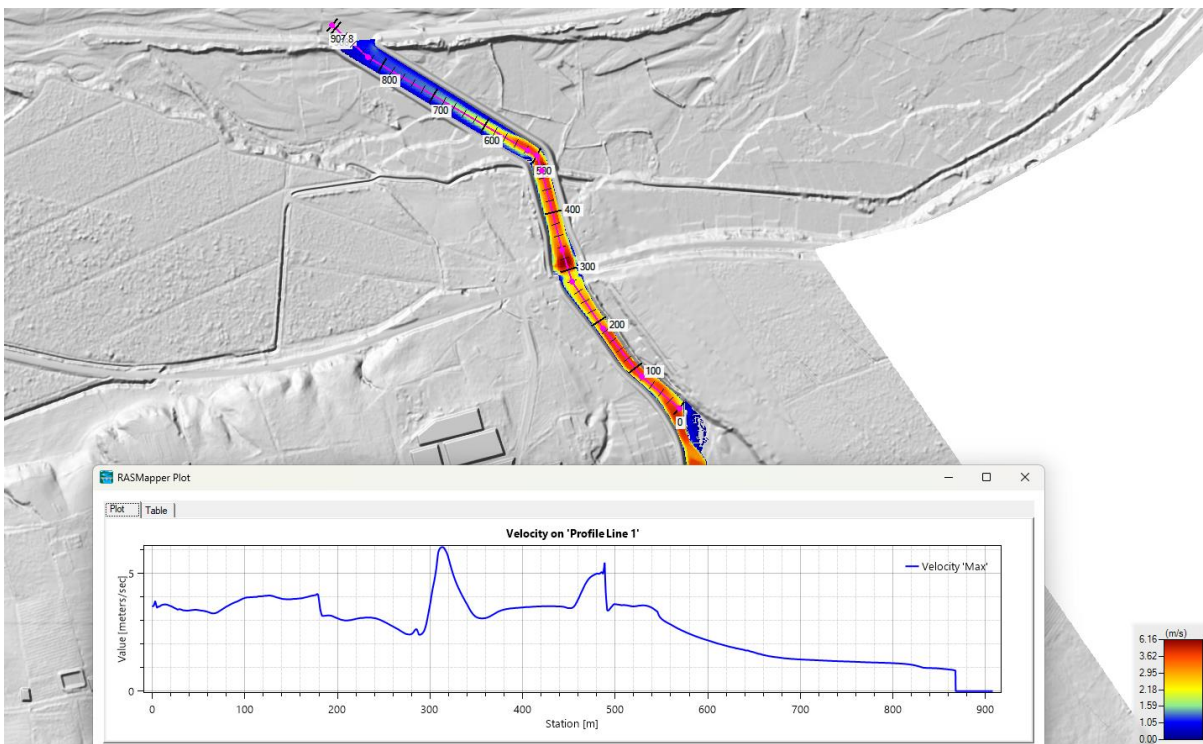


Figura 42 Mapa de velocidades en la zona de encauzamiento hacia el río Chicama



2.3.11. Planificación hidráulica

La Autoridad para la Reconstrucción con Cambios (ARCC) busca impulsar la adopción de los enfoques de desarrollo urbano sostenible y saludable, así como de gestión del riesgo frente al Cambio Climático.

La reconstrucción debe fortalecer la resiliencia de nuestras comunidades, posibilitar la mitigación y rápida adecuación y respuesta frente a la amenaza de nuevos desastres futuros. Desde esa perspectiva, se plantea la oportunidad de reforzar la capacidad de Gestión del riesgo del país y prepararnos para enfrentar el próximo evento climatológico extremo.

De allí la enorme importancia de adoptar mecanismos de gestión, prevención y mitigación del riesgo, algo que no ha ocurrido de manera efectiva en el pasado. Debido a su cada vez más frecuente recurrencia, los fenómenos climatológicos extremos han dejado de ser eventos excepcionales, algo que con seguridad se exacerbara en el futuro debido al calentamiento global.

Ante lo expuesto se proyectan estructuras hidráulicas en las Qdas. Alto Perú/Sausal, tales como 1 dique de retención, 4 diques de encauzamiento en la margen izquierda, 3 diques de encauzamiento en la margen derecha, 4 canales, la construcción de 4 espigones y obras civiles (badén, rápida, alcantarilla, explanación y rampas de acceso).

2.3.11.1. Dique de retención AP-DR

En el proyecto del paquete 04 Qdas. Alto Perú/Sausal, se ha propuesto la construcción de un dique de retención, con la finalidad es retener los sólidos generados por las Qdas. Alto Perú 1 y 2, la ubicación de estas estructuras es la siguiente:

Cuadro 49 Coordenadas diques de retención

ESTRUCTURAS	LONGITUD (m)	PROGRESIVA		INICIO UTM		FIN UTM	
		INICIO	FIN	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
Dique de retención AP-DR	136.00	0+000.00	0+136.00	719,870.83	9,143,589.01	719,999.02	9,143,632.96

2.3.11.2. Diques de encauzamiento

En el proyecto de encauzamiento del paquete 04 Qdas. Alto Perú, se ha propuesto la construcción de encauzamientos en las quebradas (margen izquierda y derecha), se hará mediante diques de protección.

El tramo de estudio que corresponde al Paquete 04, comprende diques de encauzamiento en la derivación Qda. Alto Perú 1 – Qda. Alto Perú 2 (AP-DE-I-1, AP-DE-D-1), diques de encauzamiento en la derivación Qda. Alto Perú 2 – Qda. Mala Alma (AP-DE-I-2, AP-DE-D-2, AP-DE-I-3, AP-DE-I-4, AP-DE-D-3). En el siguiente cuadro se muestra las coordenadas de inicio y final de las soluciones proyectadas.

Cuadro 50 Coordenadas diques de encauzamiento

ESTRUCTURAS	LONGITUD	PROGRESIVA		INICIO UTM		FIN UTM	
	(m)	INICIO	FIN	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
Dique AP-DE-D-1	93.00	0+000.00	0+093.00	719,515.85	9,143,504.79	719,600.92	9,143,523.94
Dique AP-DE-I-1	145.00	0+000.00	0+145.00	719,466.30	9,143,577.07	719,607.83	9,143,553.13
Dique AP-DE-I-2	269.00	0+000.00	0+269.00	719,999.02	9,143,632.96	720,192.55	9,143,797.76
Dique AP-DE-D-2	70.00	0+000.00	0+070.00	720,008.26	9,143,590.56	720,056.59	9,143,635.79
Dique AP-DE-I-3	748.00	0+000.00	0+748.00	720,327.38	9,144,544.32	719,953.65	9,145,172.25
Dique AP-DE-I-4	597.00	0+000.00	0+597.00	719,942.07	9,145,179.06	719,553.95	9,145,574.77
Dique AP-DE-D-3	553.00	0+000.00	0+553.00	720,000.81	9,145,198.12	719,659.34	9,145,578.68

2.3.11.3. Canales de derivación

Se plantean canales de descarga, que servirá para evacuar los caudales provenientes de las Qdas. Alto Perú 1, Alto Perú 2 y Alto Perú 3 hacia la Qda. Mala Alma. En el siguiente cuadro se muestra las coordenadas de inicio y final de las soluciones proyectadas.

Cuadro 51 Coordenadas canales de derivacion

ESTRUCTURAS	LONGITUD	PROGRESIVA		INICIO UTM		FIN UTM	
	(m)	INICIO	FIN	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
Canal AP-CA-1	210.00	0+150.00	0+360.00	719,604.39	9,143,538.53	719,811.77	9,143,514.24
Canal AP-CA-2	216.40	0+133.00	0+349.40	720,048.26	9,143,647.04	720,220.66	9,143,777.66
Canal AP-CA-3	151.34	0+358.66	0+510.00	720,227.52	9,143,783.88	720,328.71	9,143,895.53
Canal AP-CA-4	55.00	0+520.00	0+575.00	720,332.12	9,143,904.92	720,362.06	9,143,951.00

2.3.11.4. Espigones

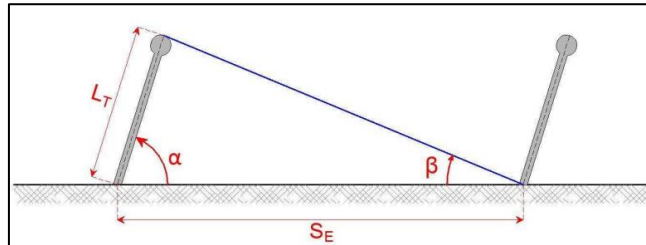
Para desviar el flujo hacia el centro del cauce reduciendo la velocidad de la corriente cerca a la orilla, y al mismo tiempo proporcionar una sedimentación del material de transporte aguas abajo ente los espigones en las proximidades de la misma margen, interrumpiendo su eventual erosión, se han propuesto tres espigones.

Las longitudes de los espigones según el sentido del flujo van de menor a mayor longitud, con este concepto no se interrumpirá bruscamente el flujo. Uno de los criterios más sencillos y claros al respecto, aunque referencial, es el establecido por la Federal Highway Administration de los Estados Unidos cuando señala que según ensayos de laboratorio no se obtiene mayores ventajas cuando la longitud de los espigones es mayor que el 20% del ancho del río (0,2 B). Añade también que se han obtenido buenos resultados en diversos ríos con valores de la longitud de los espigones comprendidas entre el 3% y el 30% del ancho del río, lo que abre un gran abanico de posibilidades.

Para determinar la distancia entre los espigones se ha usado la siguiente Ecuación:

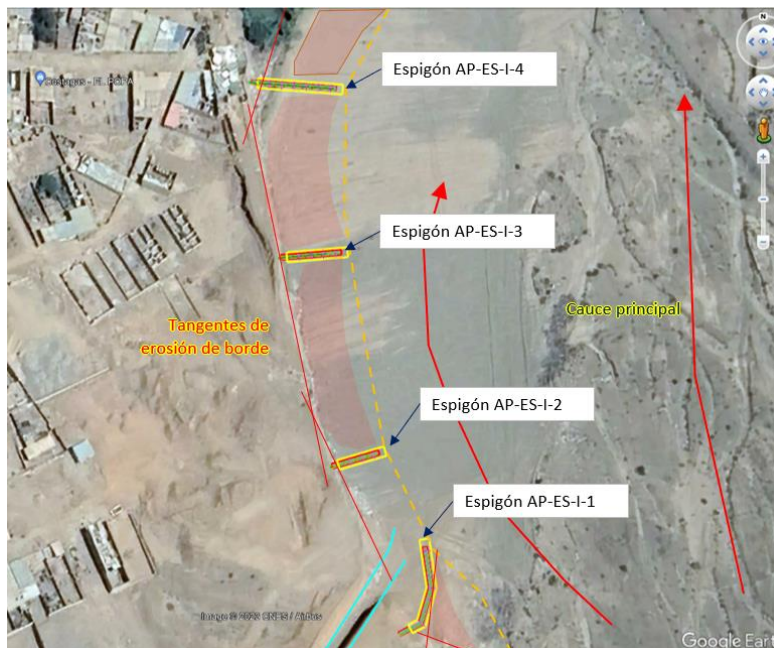
$$S_E = L_T \csc \beta \sin(\alpha + \beta)$$

Figura 43 Distancias entre espigones



Además de estos tres espigones también se ha propuesto un espigón más en forma de doble ángulo, cuya función es actuar como deflector para crear un efecto de curva a la salida de la rápida.

Figura 44 Disposición de espigones



2.3.11.5. Baden AP-BD-1

El cauce de la Qda. Alto Perú 3 cruza la vía departamental LI-105 y por ello se propone la construcción de un badén de 53.00 m de longitud y de un ancho de 5.00m, este badén será revestido de concreto ciclópeo y a los lados tendrá una mampostería de piedra el cual servirá para proteger a la estructura de los efectos de socavación.

2.3.11.6. Rápida AP-RP-1

La rápida proyectada cuya denominación es AP-RP-1 se encuentra ubicada en la zona de ingreso a la Qda. Mala Alma, esta estructura será revestida de concreto armado y tendrá como componentes una transición de entrada, un tramo inclinado que será una sección rectangular abierta (Canal de la rápida), una poza disipadora de energía de sección rectangular y una transición de salida.

2.3.11.7. Alcantarilla – canal fusible AP-AL-1

La alcantarilla-canal fusible proyectada cuya denominación es AP-AL-1 es en el cruce con el canal Salinar para mantener el correcto funcionamiento de este canal existente se plantea la construcción de una alcantarilla de concreto armado con dos ojos en el tramo que se encuentra debajo del dique; en el tramo del cauce de la quebrada se plantea la construcción de un canal fusible el cual tiene las mismas dimensiones del canal existente (canal la Barranca), este canal fusible será revestido de geomembrana.

Figura 45 Sección alcantarilla ingreso y salida

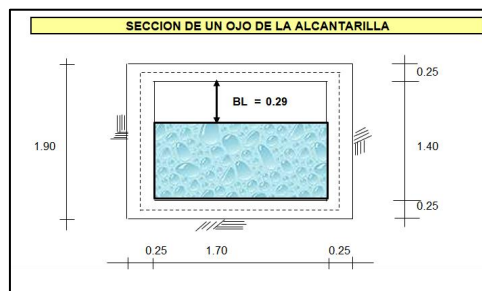
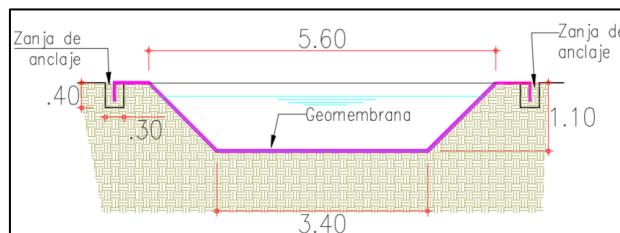


Figura 46 Sección canal fusible



2.3.11.8. Explanacion AP-EX1

Esta explanación (corte de material existente) se propone al ingreso de los encauzamientos AP-DE-D-2 y AP-DE-I-2, dado que es una obstrucción al paso del material de agua + sedimentos provenientes de las Qdas. Alto Peru 1 y Alto Peru 2, el diseño y los volúmenes de corte se podrá en el plano correspondiente a la explanación.

Cuadro 52 Coordenadas explanación AP-EX-1

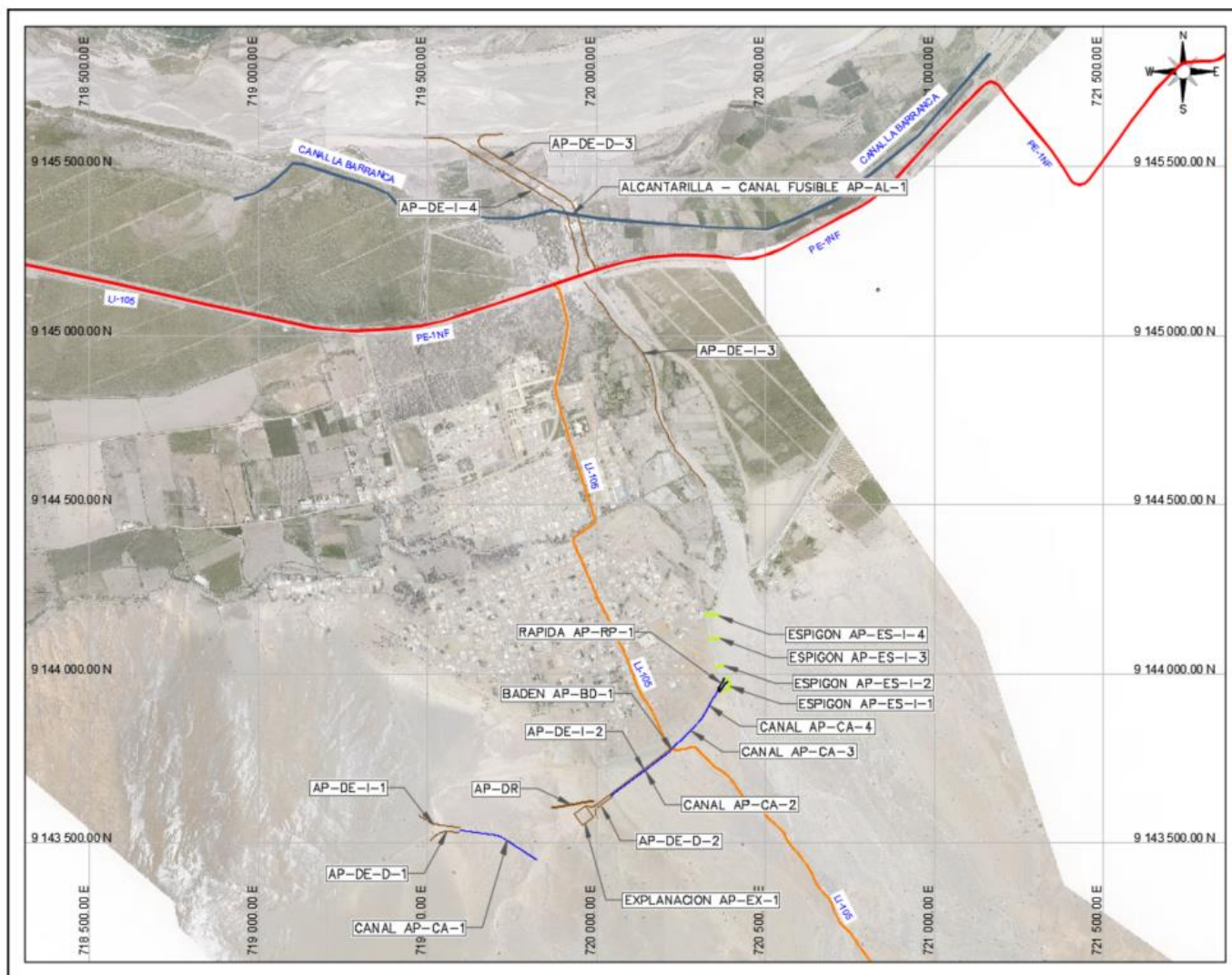
ESTRUCTURA	COORDENADAS UTM	
	ESTE	NORTE
Explanacion AP-EX1	719,970.06	9,143,563.60

2.3.12. Diseño Hidráulico

En el paquete 4, Qdas. Alto Peru / Sausal, se plantea la construcción de 1 dique de retención, 4 diques de encauzamiento en la margen izquierda, 3 diques de encauzamiento en la margen derecha, 4 canales, la construcción de 4 espigones y obras civiles (badén, rápida, alcantarilla, explanación).

Estas soluciones en su conjunto permitirán contener la inundación en las Qdas. Alto Peru / Sausal, protegiendo las principales unidades productoras como poblaciones, carreteras, zonas agrícolas entre otros, la ubicación de las estructuras planteadas se presenta en la siguiente figura.

Figura 47 Planteamiento hidráulico del PQTE 4 - Alto Peru



2.3.13. Diseño Hidráulico de diques

2.3.13.1. Cálculo del borde libre

El borde libre se ha estimado mediante la metodología de Manning-Strickler y por Recomendación según R. Terán (1998).

a) diques de encauzamiento margen derecha

Figura 48 Borde libre para el Dique AP-DE-D-1

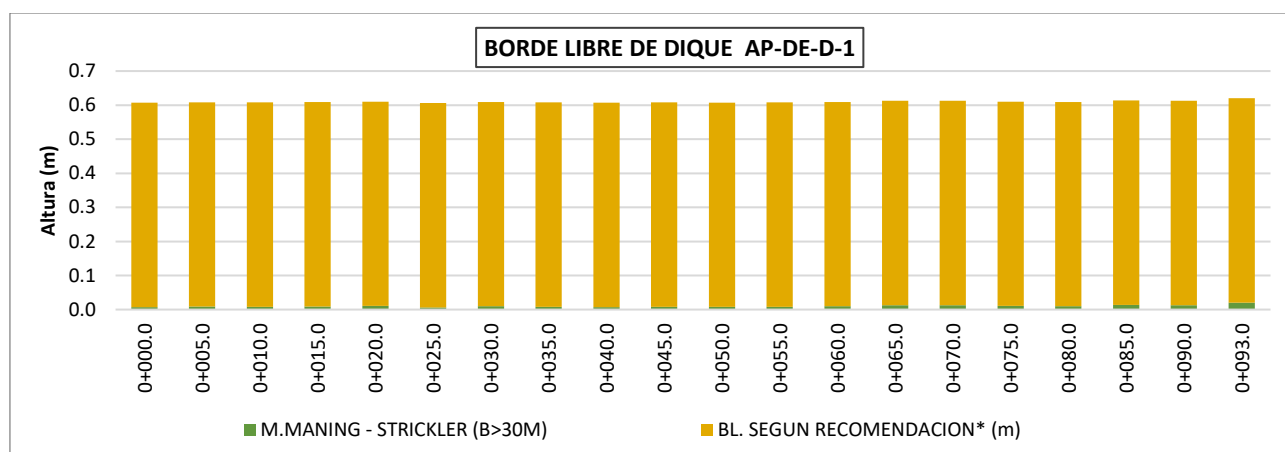


Figura 49 Borde libre para el Dique AP-DE-D-2

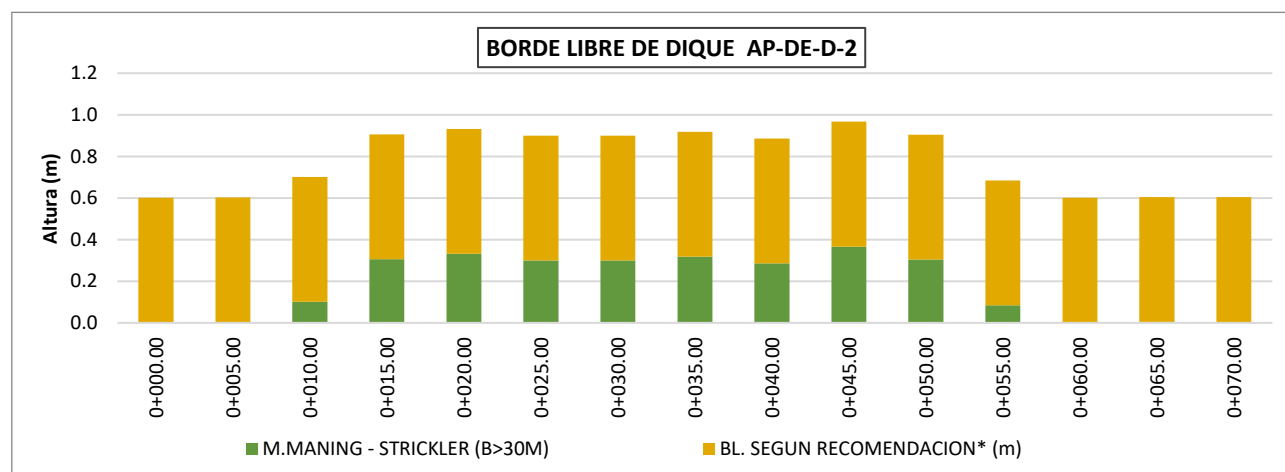
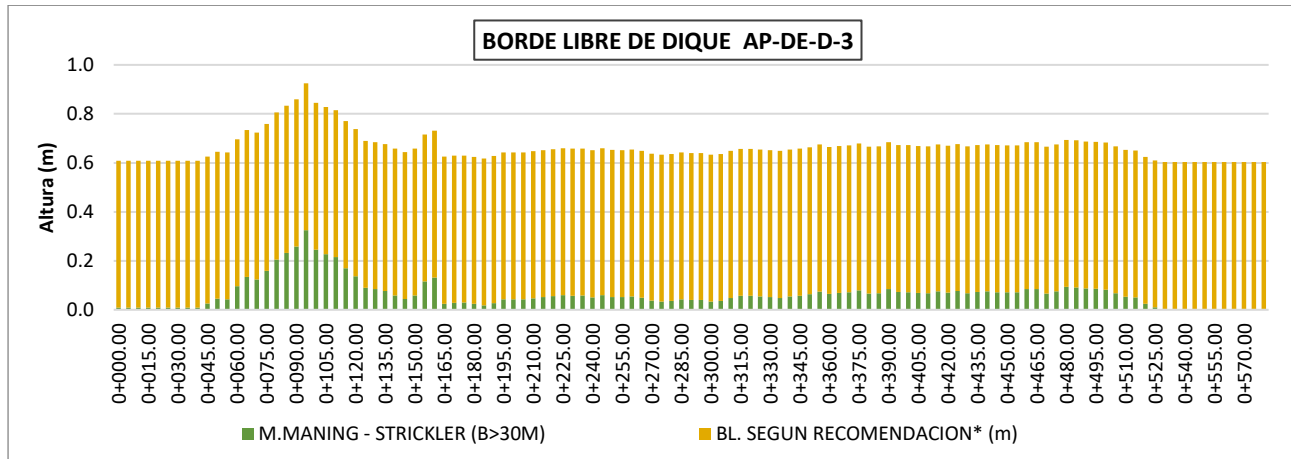


Figura 50 Borde libre para el Dique AP-DE-D-3



b. diques de encauzamiento margen izquierda

Figura 51 Borde libre para el Dique AP-DE-I-1

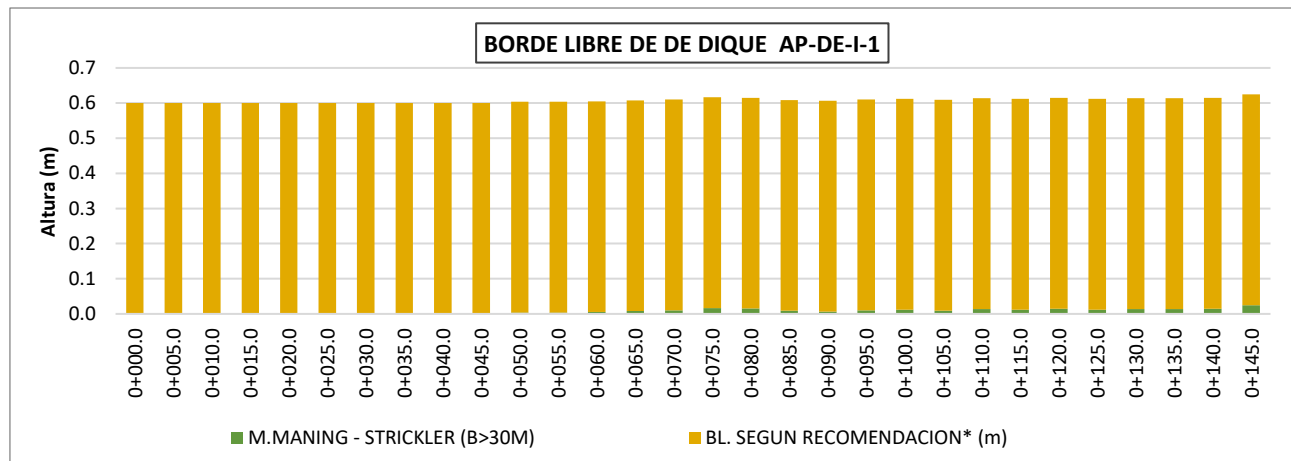


Figura 52 Borde libre para el Dique AP-DE-I-2

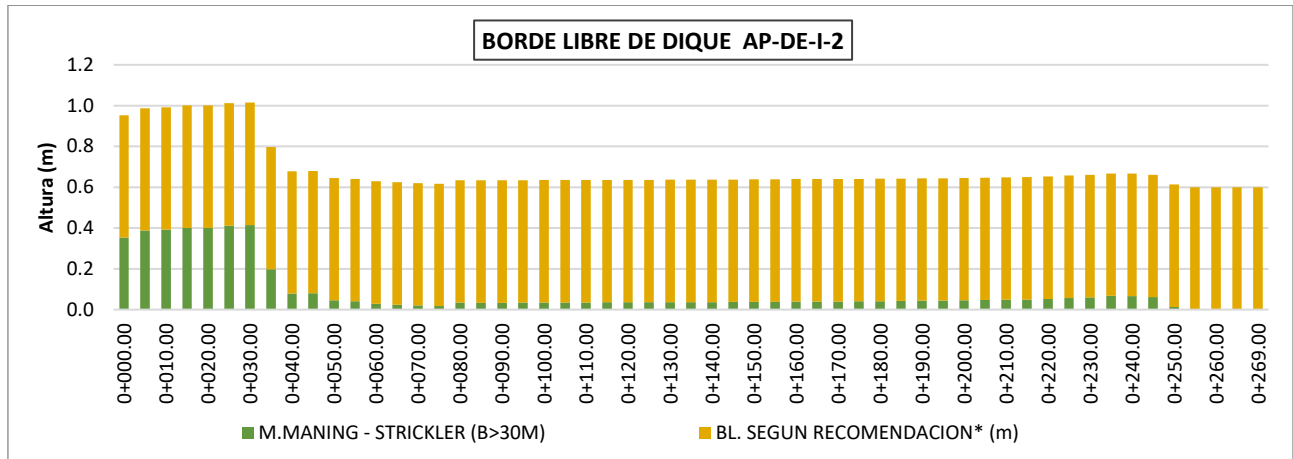


Figura 53 Borde libre para el Dique AP-DE-I-3

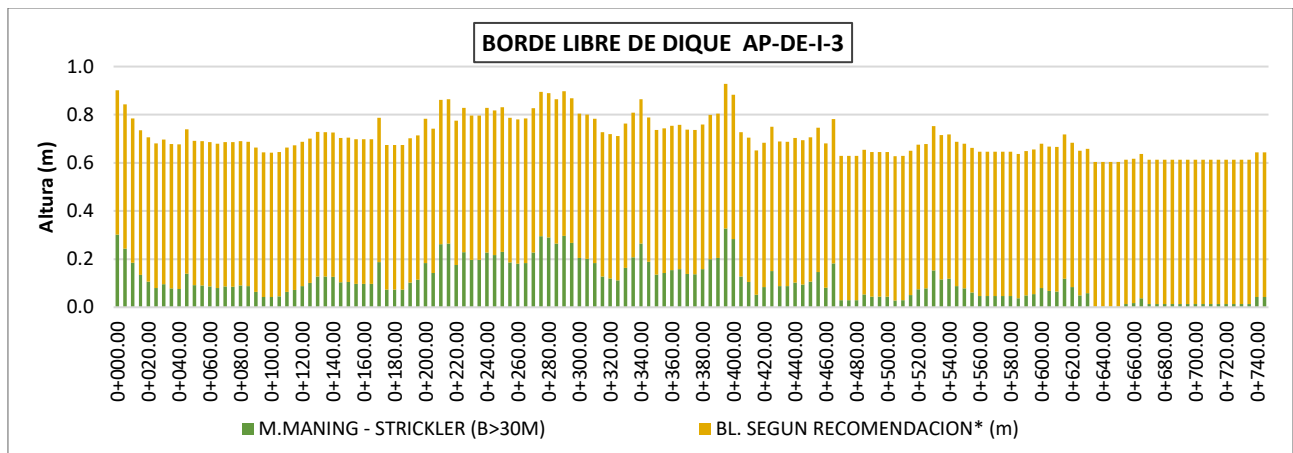
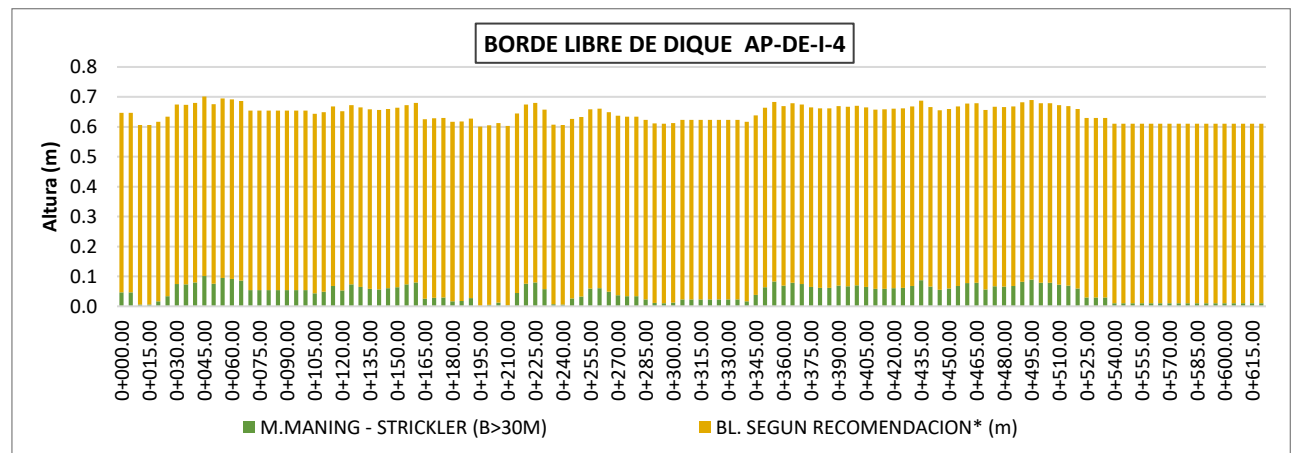


Figura 54 Borde libre para el Dique AP-DE-I-4



2.3.13.2. Cálculo de la socavación general

Para el presente estudio se realizó mediante 2 metodologías (LISCHTVAN – LEVEDIEV, Socavación de Maza) adoptándose el de mayor valor.

a. diques de encauzamiento margen derecha

Figura 55 Socavación para el Dique AP-DE-D-1

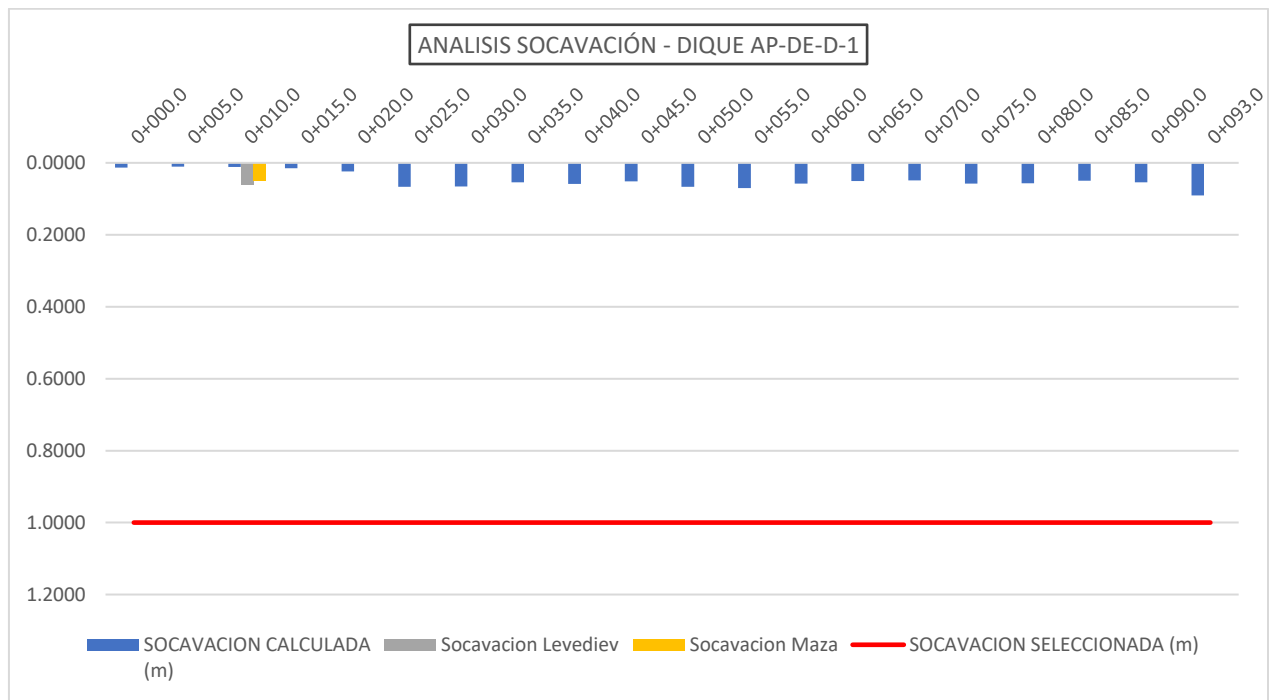


Figura 56 Socavación para el Dique AP-DE-D-2

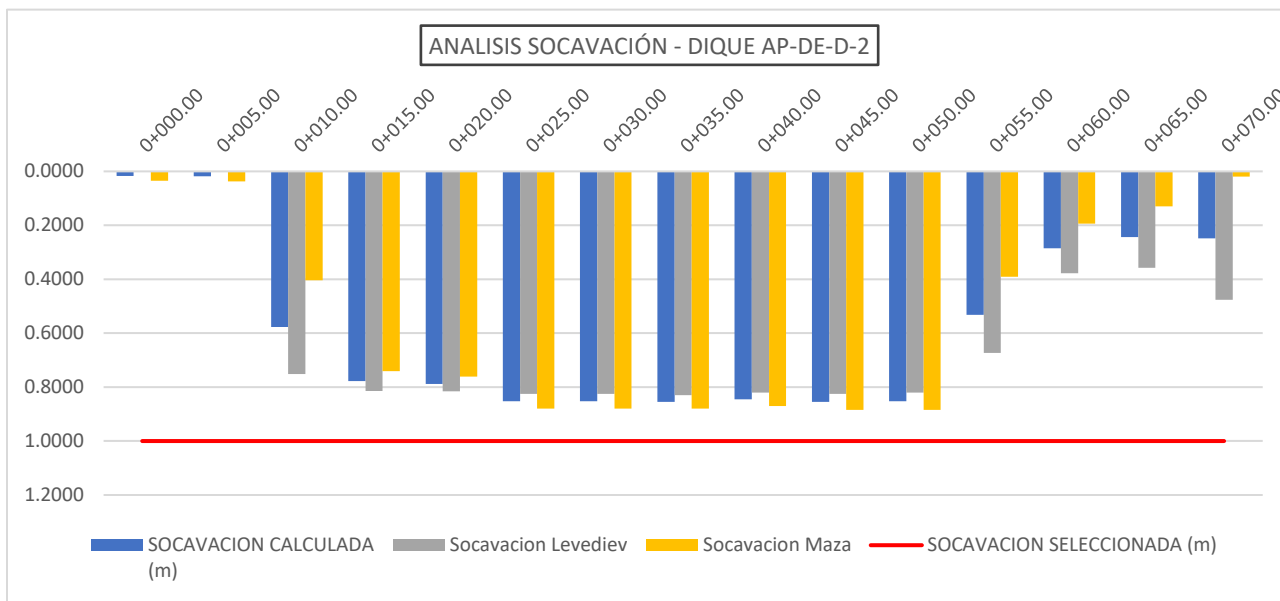
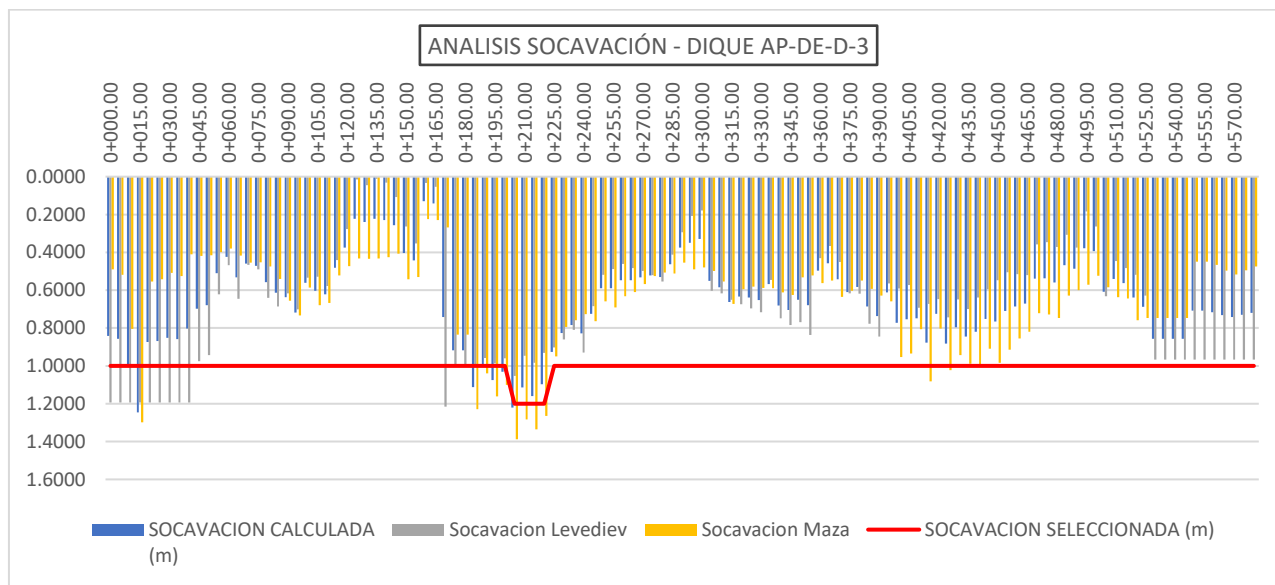


Figura 57 Socavación para el Dique AP-DE-D-3



b. diques de encauzamiento margen izquierda

Figura 58 Socavación para el Dique AP-DE-I-1

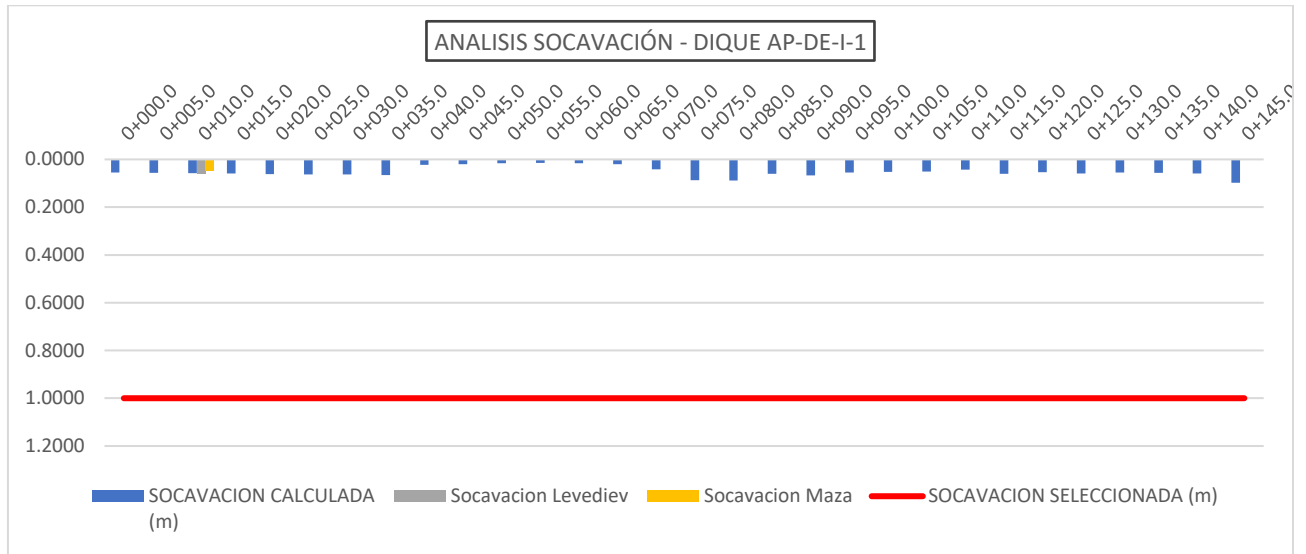


Figura 59 Socavación para el Dique AP-DE-I-2

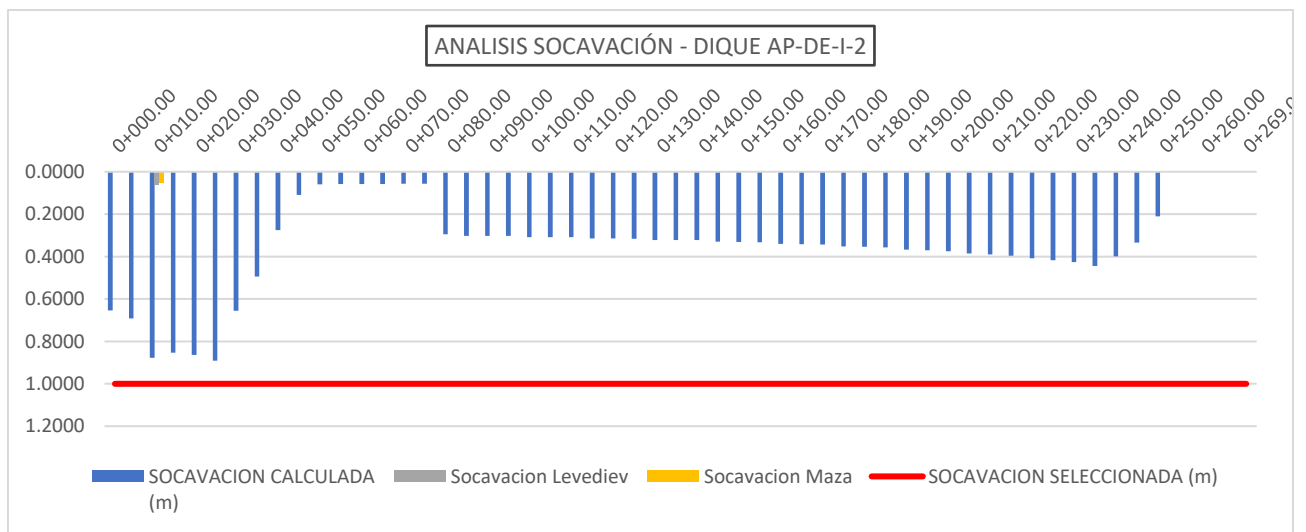


Figura 60 Socavación para el Dique AP-DE-I-3

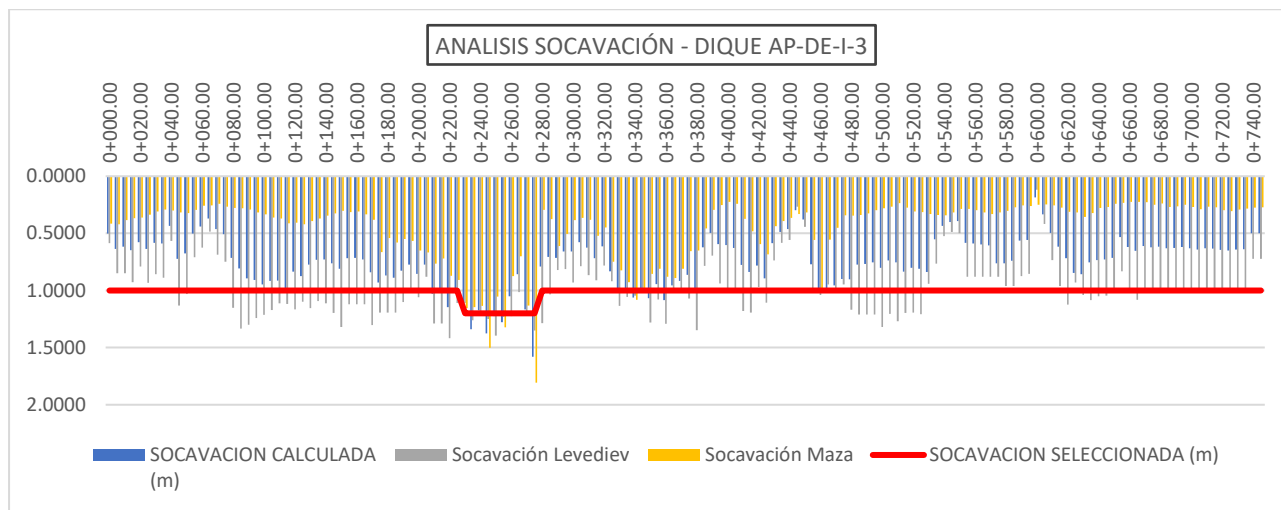
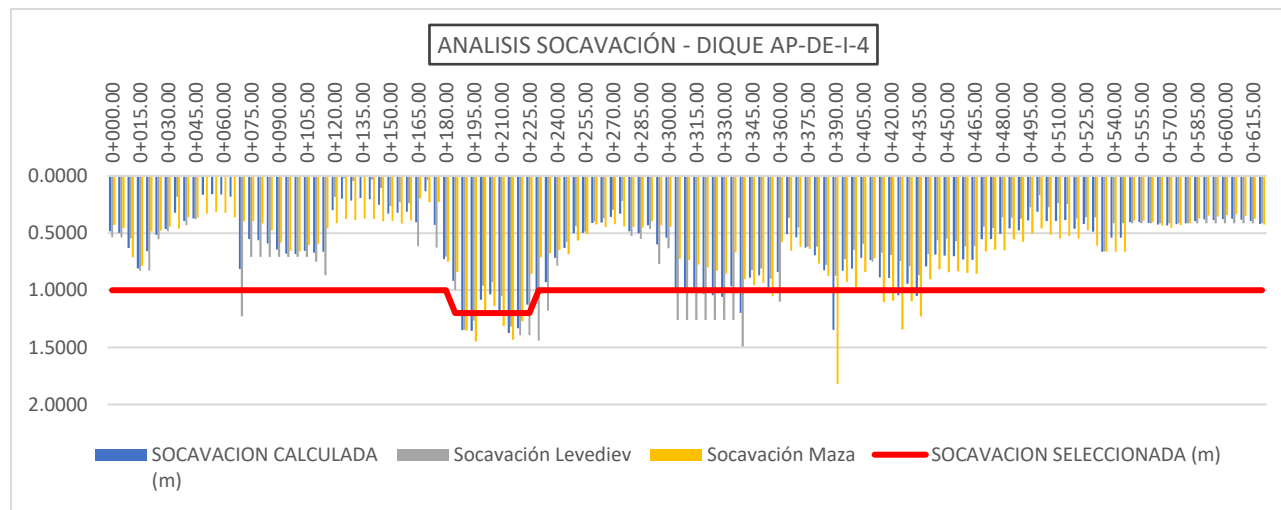


Figura 61 Socavación para el Dique AP-DE-I-4



2.3.13.3. Cálculo altura de las defensas

La altura de las defensas se ha diseñado sumando la altura de agua, borde libre y altura de sedimentos en el pie de dique tal como se muestra en la siguiente ecuación:

Entonces:

$$H_d = Y_i + B_l + h_{sed}$$

Donde:

- H_d = Altura del dique (m)
- Y_i = Tirante de agua al pie de dique (m)

- Bl = Borde libre (m)
- hsed = Altura de Sedimentos al pie de dique (m)

a. diques de encauzamiento margen derecha

Figura 62 Altura para el Dique AP-DE-D-1

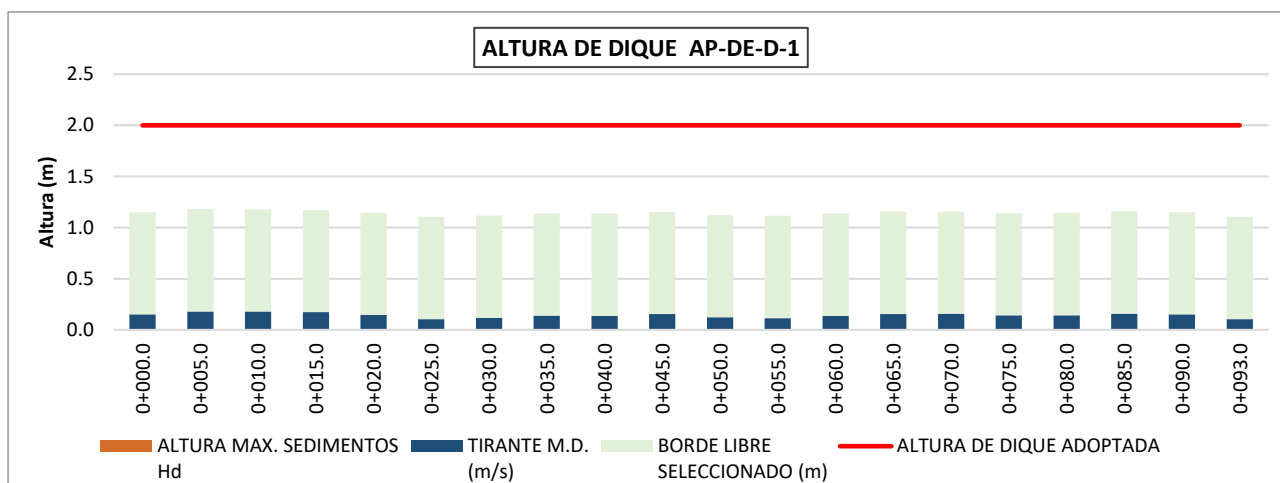


Figura 63 Altura para el Dique AP-DE-D-2

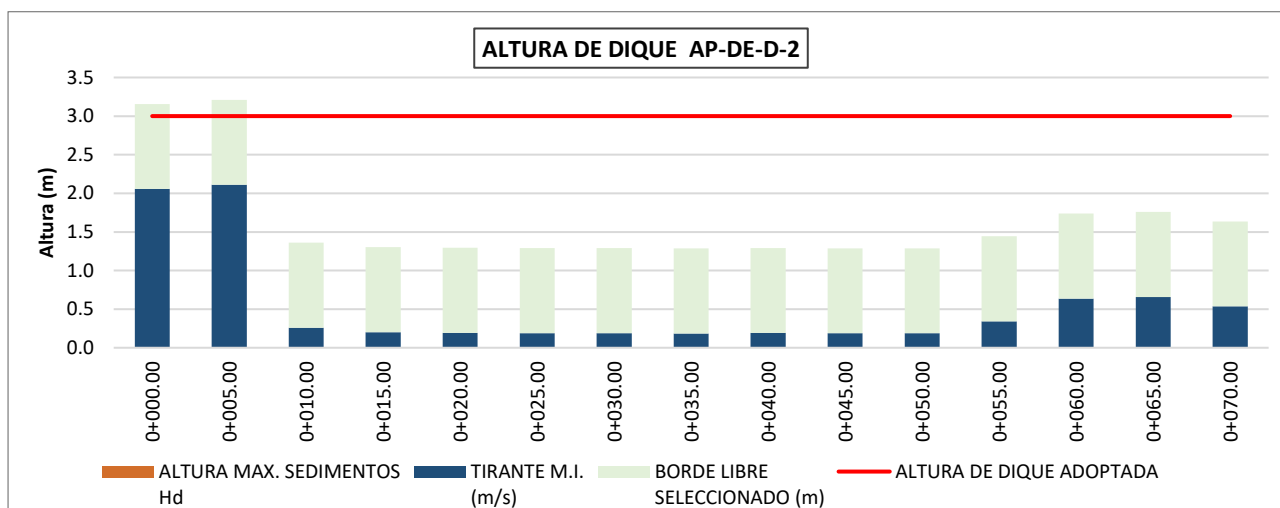
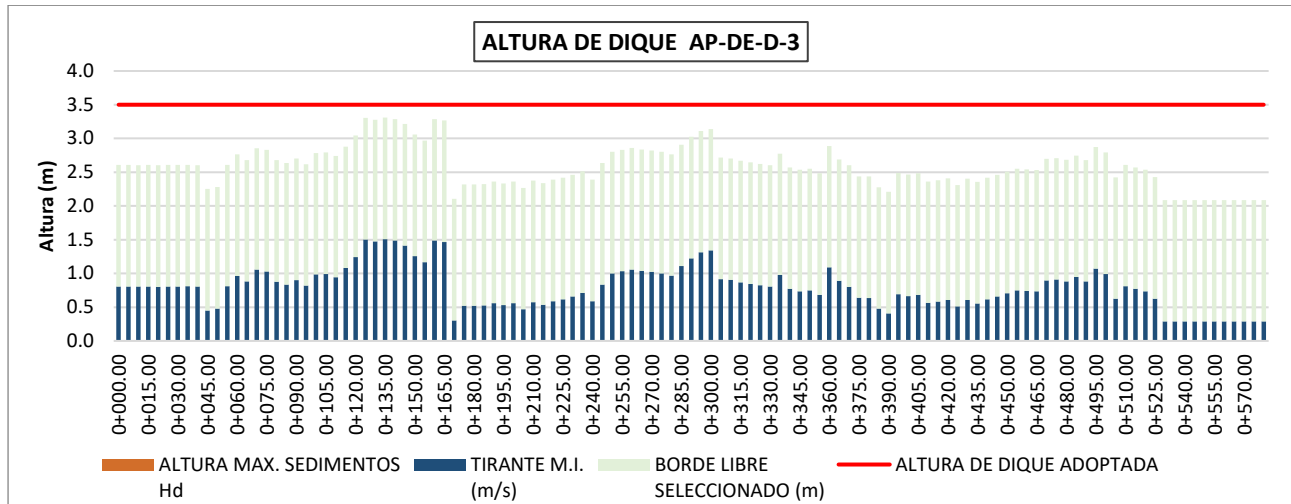


Figura 64 Altura para el Dique AP-DE-D-3



b. diques de encauzamiento margen izquierda

Figura 65 Altura para el Dique AP-DE-I-1

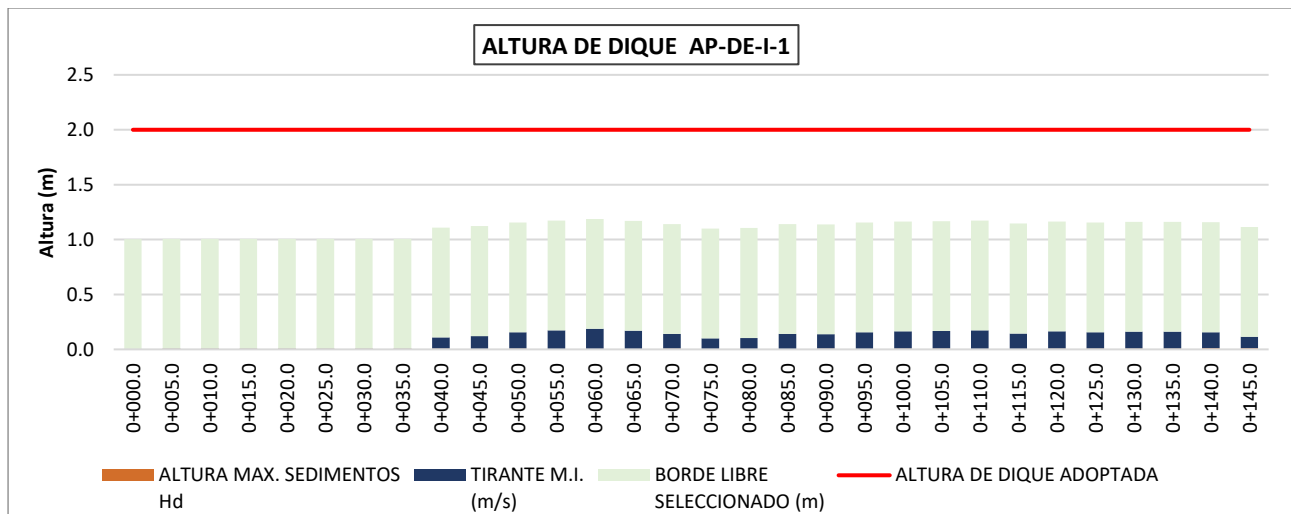


Figura 66 Altura para el Dique AP-DE-I-2

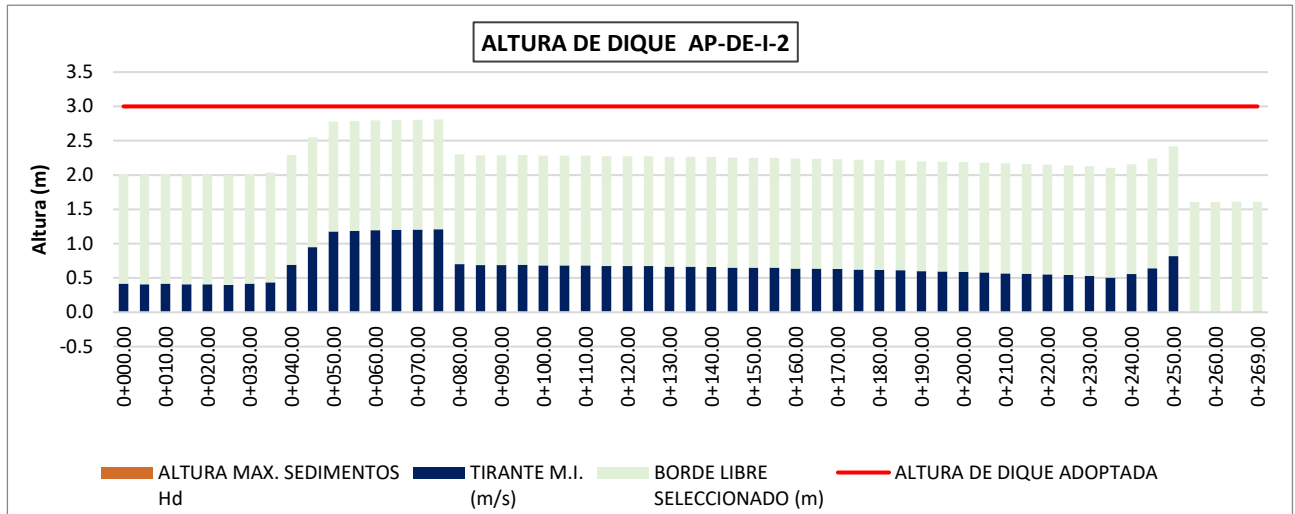


Figura 67 Altura para el Dique AP-DE-I-3

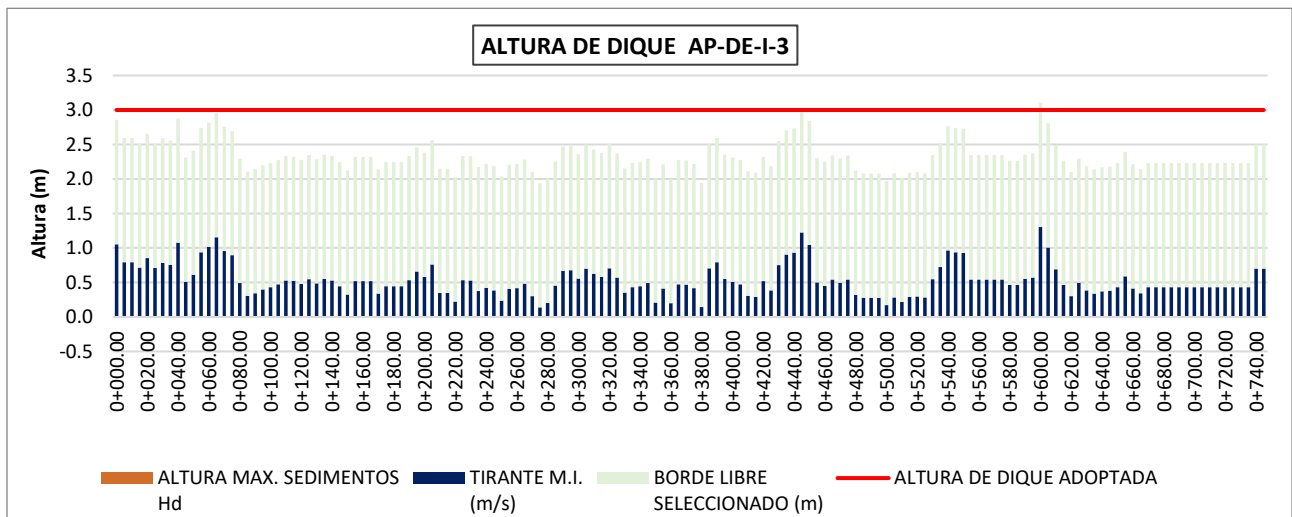
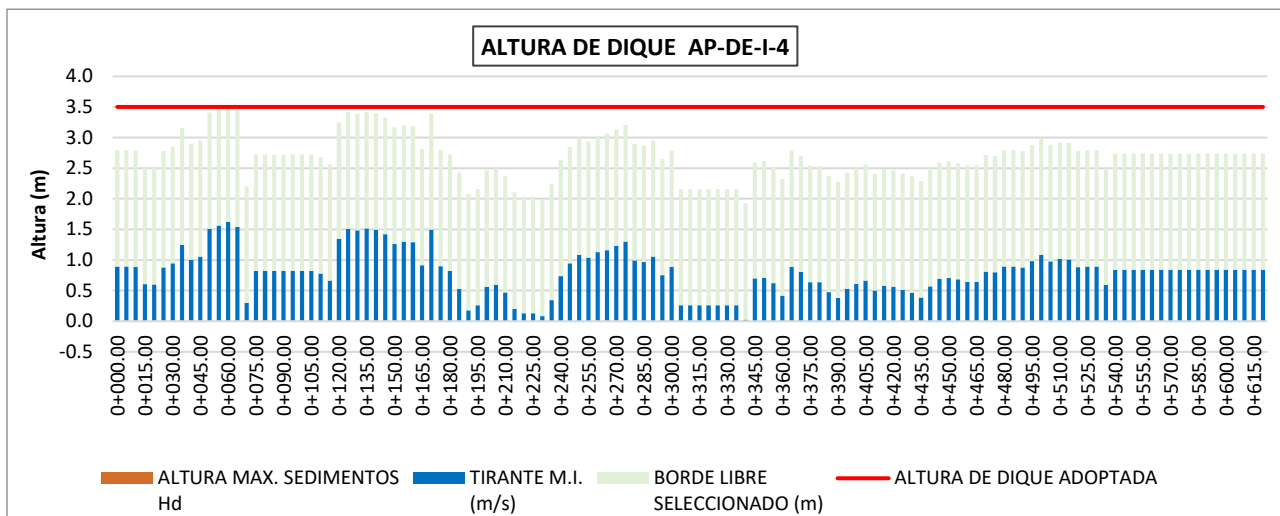


Figura 68 Altura para el Dique AP-DE-I-4



2.3.13.4. Cálculo del diámetro del enrocado

El cálculo del diámetro de enrocado de los diques proyectados en el paquete 4, Qdas Alto Peru/Sausal se hizo mediante los métodos de Maynard, Ibash y U.S. Departament of Transportation. De igual manera que la socavación se calcularon los diámetros de los diques de acuerdo con los tramos de progresivas y tipología de diques, estos resultados se muestran en el anexo de Diseño Hidráulico.

a. diques de encauzamiento margen derecha

Figura 69 Altura para el Dique AP-DE-D-1

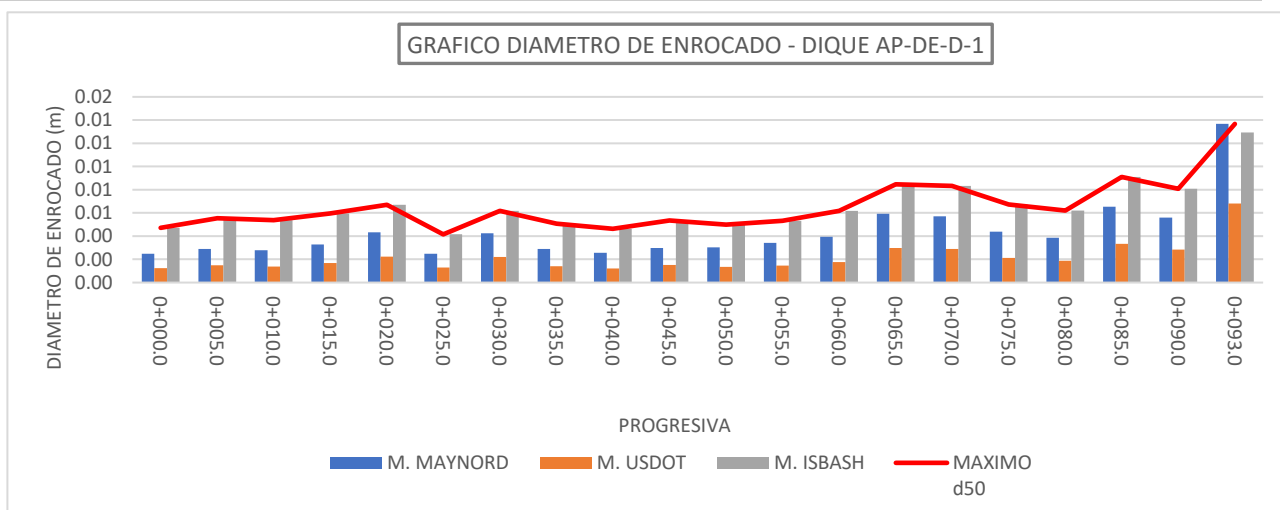


Figura 70 Altura para el Dique AP-DE-D-2

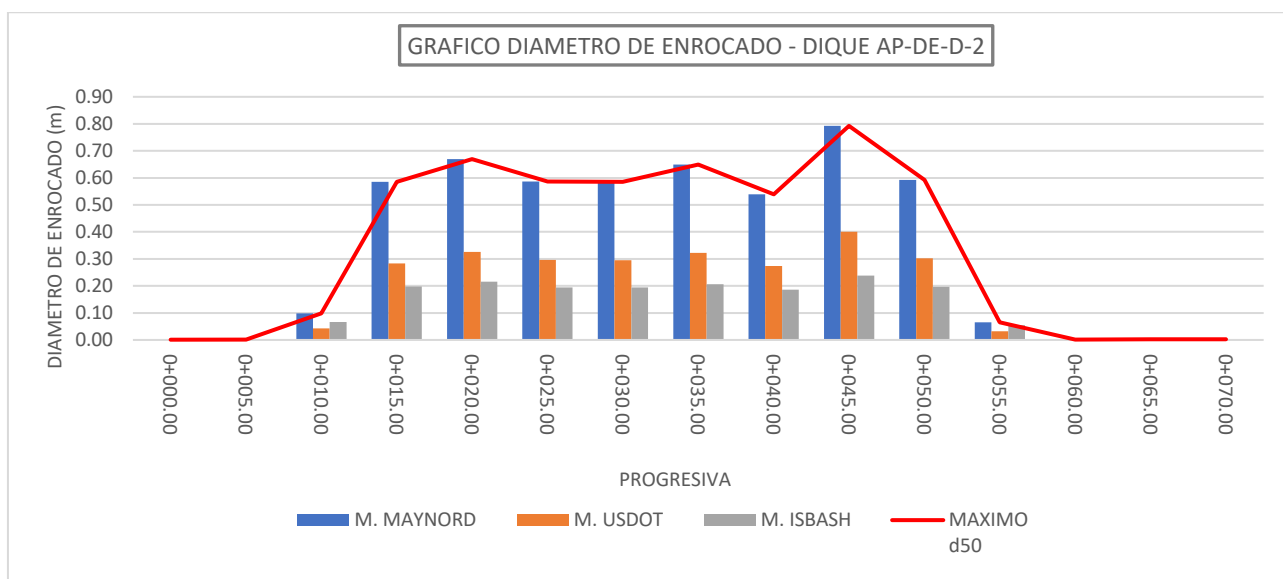
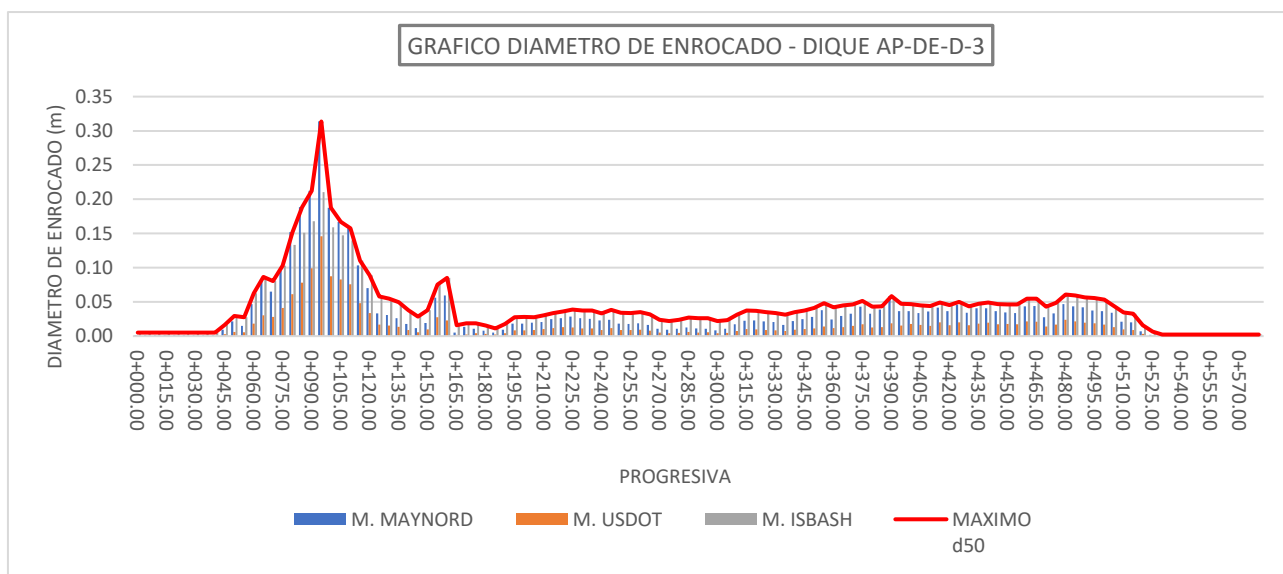


Figura 71 Altura para el Dique AP-DE-D-3



b. diques de encauzamiento margen izquierda

Figura 72 Altura para el Dique AP-DE-I-1

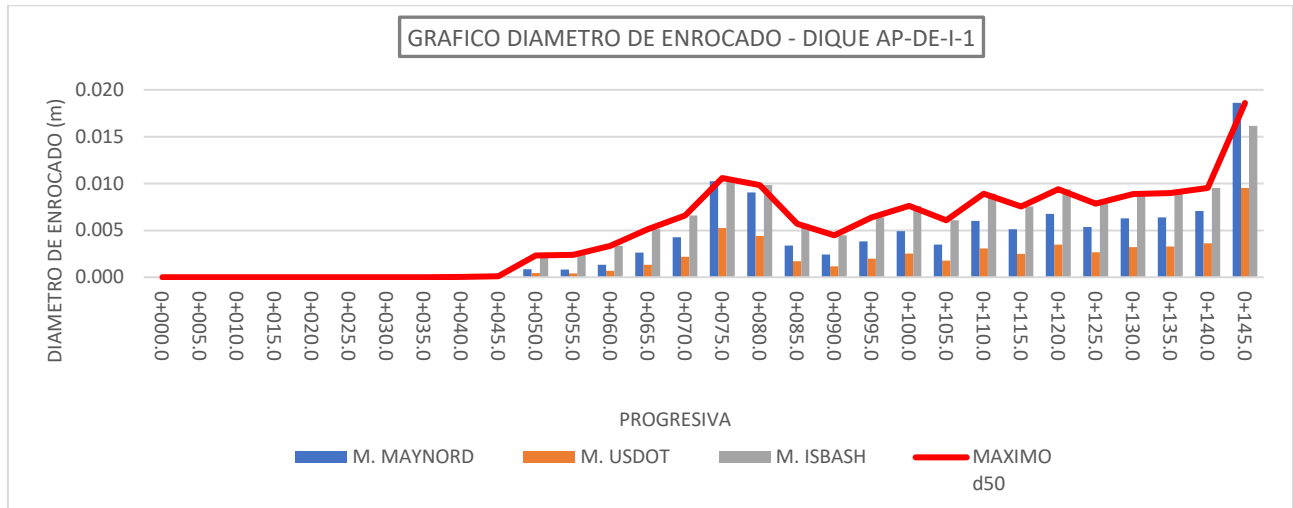


Figura 73 Altura para el Dique AP-DE-I-2

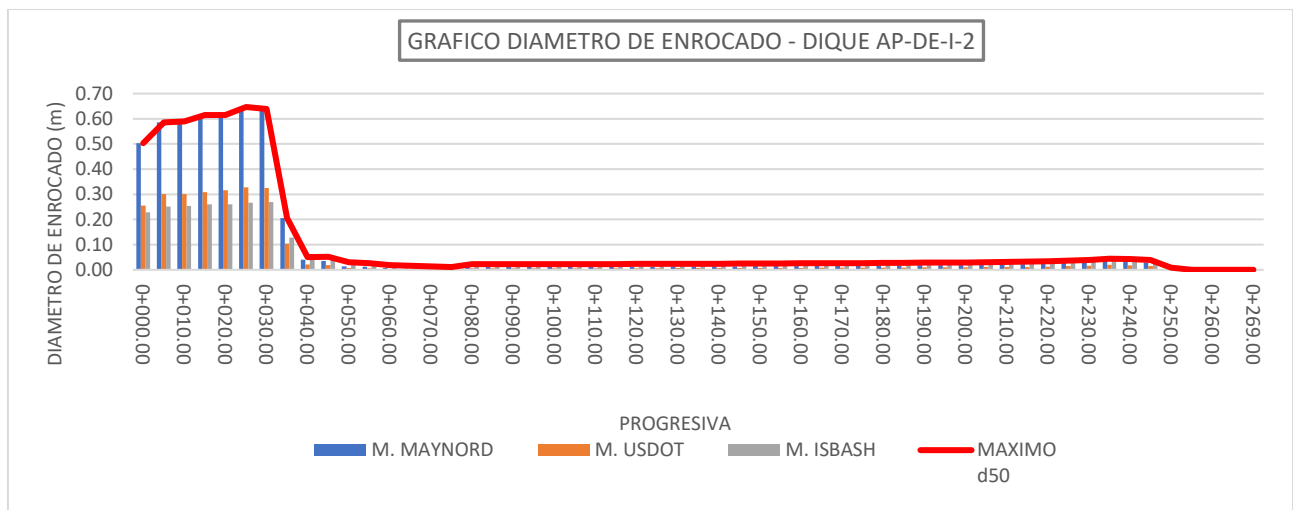


Figura 74 Altura para el Dique AP-DE-I-3

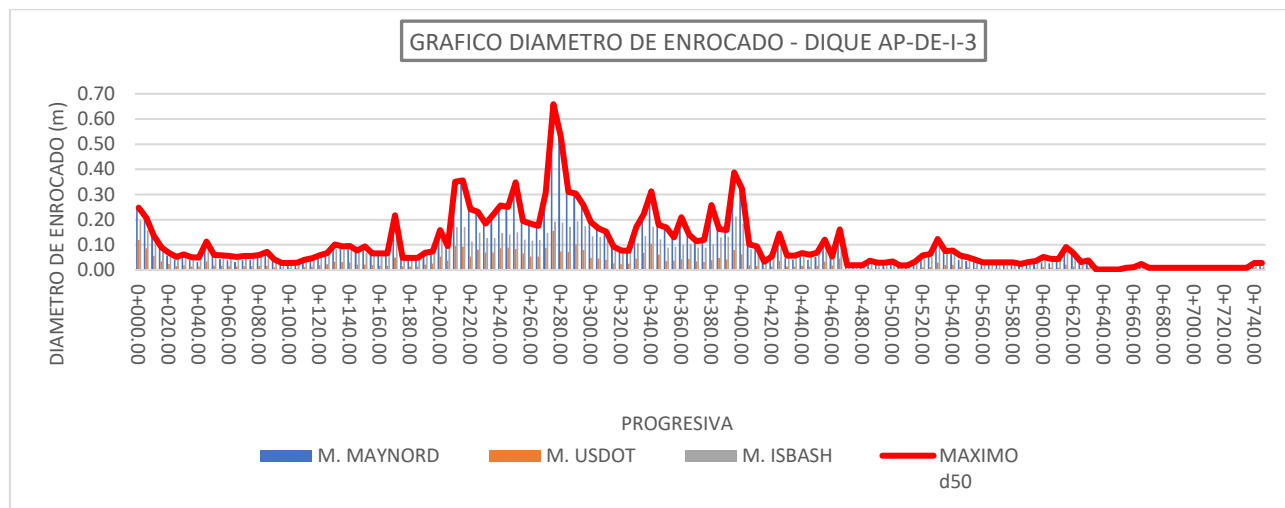
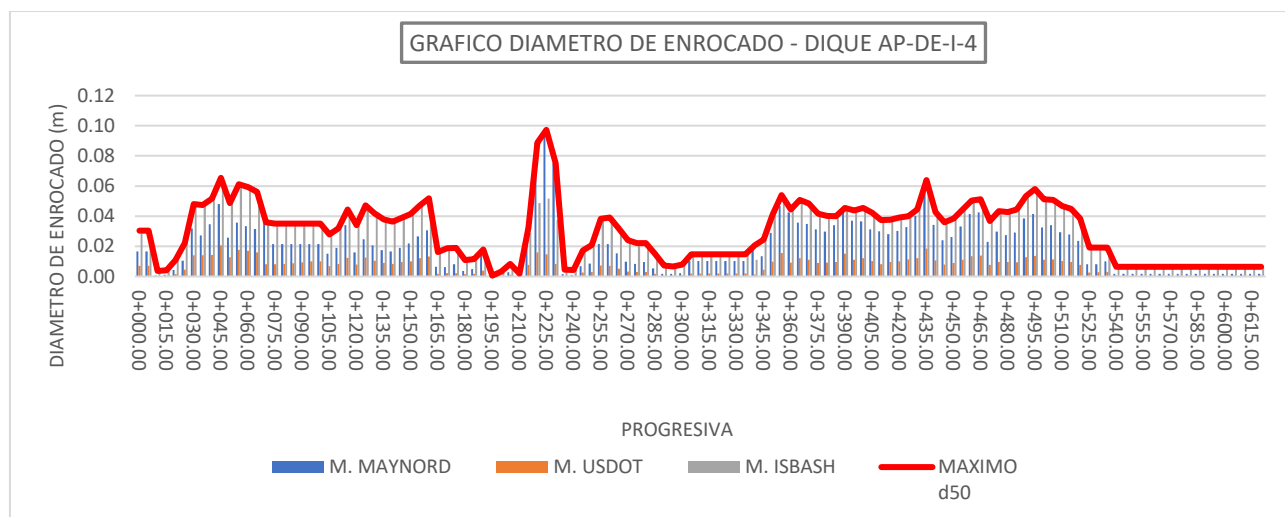


Figura 75 Altura para el Dique AP-DE-I-4



2.3.13.5. Espesor del enrocado

El espesor mínimo de enrocado se determina con la siguiente recomendación hecha por el cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos (1970).

$$e = 1.5 \cdot d_{50}$$

e: espesor de enrocado

2.3.13.6. Determinación de las rasantes de los diques

La metodología planteada para la determinación de la rasante de los diques, parte de la simulación hidráulica de un escenario bajo las consideraciones de riesgo, vida útil y tiempo de retorno dados por el

proyecto. De esta manera, se tienen fijos los datos de caudal de ingreso, topografía de la zona, coeficiente de rugosidad e información referente al transporte de sedimentos y las obras hidráulicas planteadas (diques longitudinales).

Los resultados de la simulación brindan información de las áreas inundables, tirantes en los diques, velocidad, e información referente al comportamiento hidráulico.

2.3.13.7. Secciones típicas consideradas para los diques

Figura 76 Sección típica diques de encauzamiento

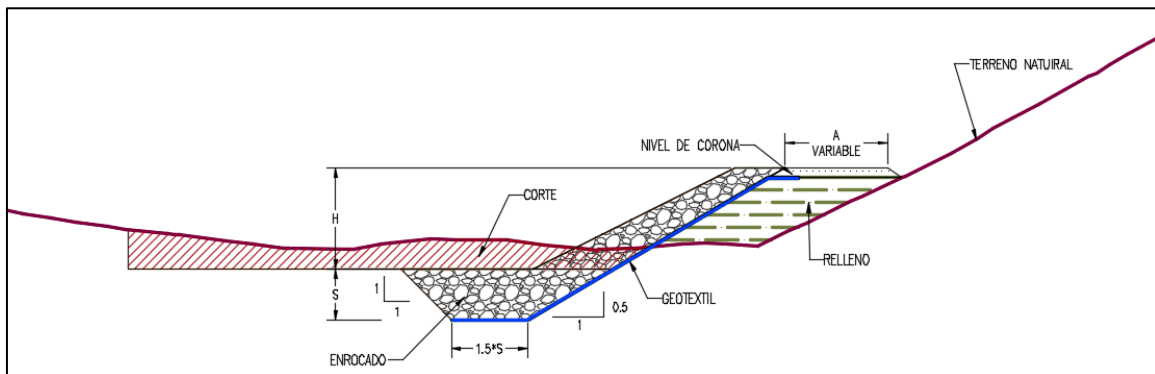


Figura 77 Sección típica dique de retención

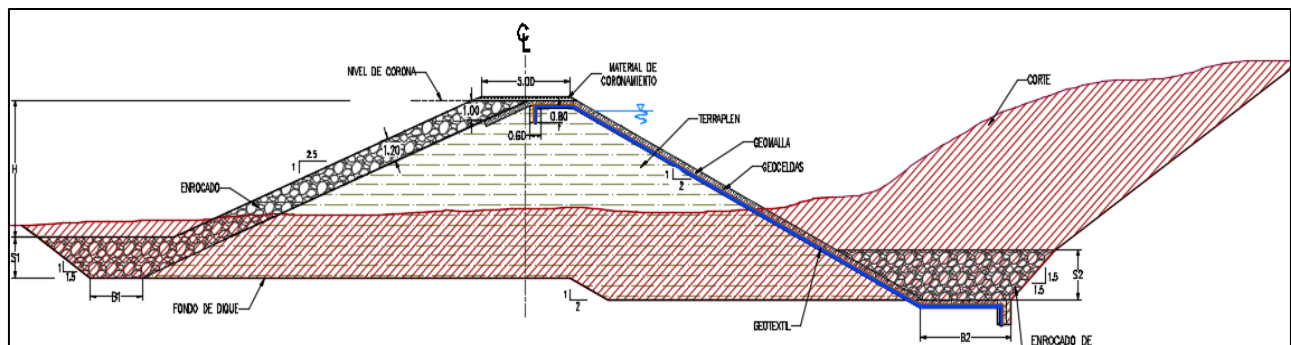


Figura 78 Sección típica Canal AP-CA-1

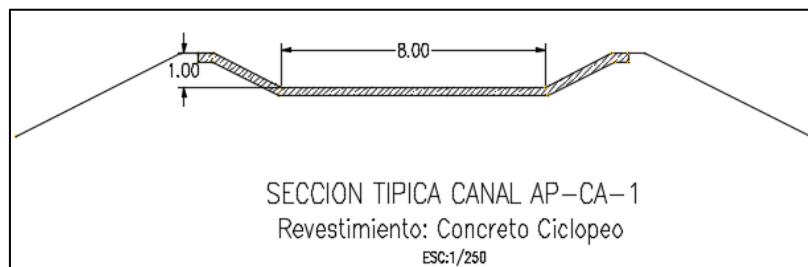


Figura 79 Sección típica Canal AP-CA-2

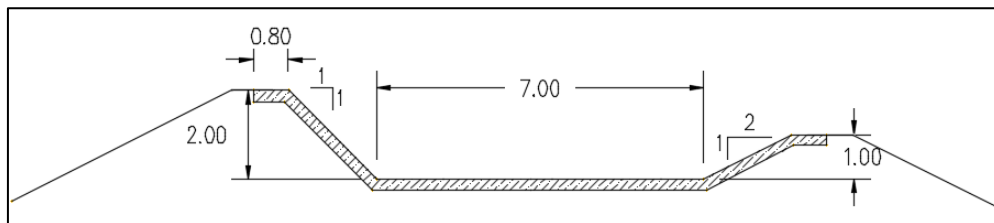
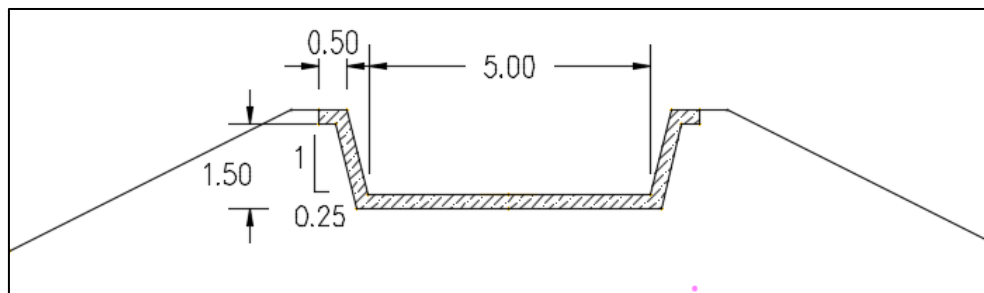


Figura 80 Sección típica Canal AP-CA-3



2.3.13.8. Diseño hidráulico de Obras civiles

En el planteamiento de los diques se encontraron interferencias con estructuras hidráulicas existentes, las cuales se han proyectado obras de cruce que permitan continuar con el servicio brindado.

2.3.13.8.1. Baden AP-BD-1

El cauce de la Qda. Alto Peru 3 cruza la vía departamental LI-105 y por ello se propone la construcción de un badén de 53.00 m de longitud y de un ancho de 5.00m, este badén será revestido de concreto ciclópeo y a los lados tendrá Una protección mampostería de piedra el cual servirá para proteger a la estructura de los efectos de socavación

Cuadro 53 Verificación del caudal de diseño

Nº	TIPO	UBIC.	Q DISEÑO (m3/seg)	Q BADEN (m3/seg)	FLECHA hmax (m)	CHEQUEO
1	Concreto Ciclópeo	Cruce con Red Vial Departamental LI-105	14.63	177.77	0.002	CONFORME

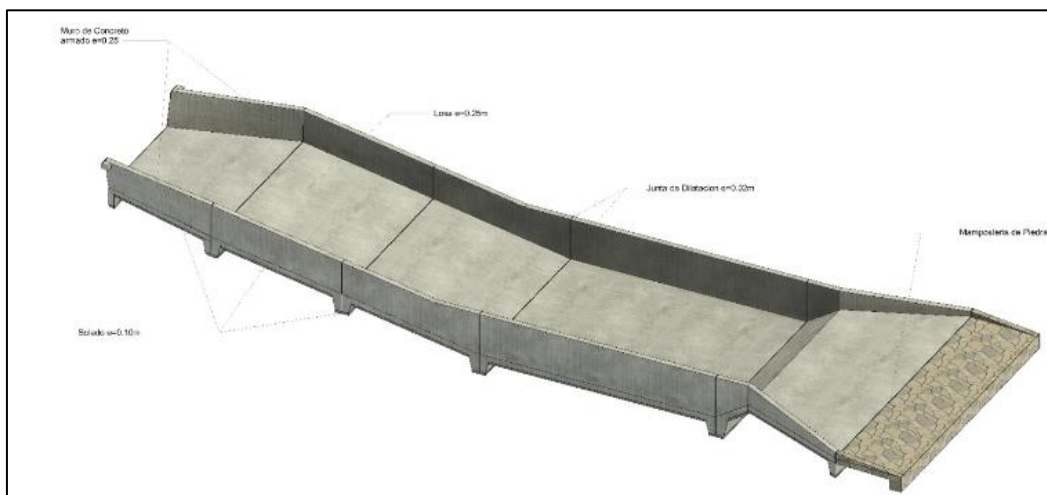
Cuadro 54 Verificación del tirante de diseño

Nº	TIPO	UBIC.	Tirante de Diseño (m)	Tirante de Badén	FLECHA hmax (m)	CHEQUEO
2	Concreto Ciclópeo	Cruce con Red Vial Departamental LI-105	1.00	0.30	0.002	CONFORME

2.3.13.8.2. Rápida AP-RP-1

La rápida proyectada cuya denominación es AP-RP-1 se encuentra ubicada en la zona de ingreso a la Qda. Mala Alma, esta estructura será revestida de concreto armado y tendrá como componentes una transición de entrada, un tramo inclinado que será una sección rectangular abierta (Canal de la rápida), una poza disipadora de energía de sección rectangular y una transición de salida.

Figura 81 Vista 3D rápida AP-RP-1



Cuadro 55 Resultados obtenidos del cálculo hidráulico

Estructura	Qd (m3/s)	Predimensionamiento de la rápida			Predimensionamiento de la poza disipadora					Predimensionamiento de muro de salida		
		Longitud de la rápida	Altura desnivel rápida	Pendiente de inclinación	Longitud de poza	Altura de la poza	Longitud desnivel salida	Desnivel Salida de poza	Talud de umbral terminal	Pendiente de salida	Longitud del muro	Altura de muro
		Lr (m)	Hr (m)	S	Lp (m)	Hp (m)	Lu (m)	Hu (m)	Zu	So (%)	Lm (m)	Hm (m)
RAPIDA AP-RP-1	14.63	12.25	2.20	0.1796	10.80	1.90	1.50	1.00	1:1.5	0.0022	5.00	0.90

2.3.13.8.3. Alcantarilla – Canal fusible AP-AL-1

Para mantener el funcionamiento del canal existente la Barranca se propone la construcción de una alcantarilla el cual será de concreto armado de sección rectangular de dos ojos en el tramo que queda por debajo de los diques y en el tramo del cauce de la quebrada será un tramo fusible cuya sección será trapezoidal manteniendo las mismas medidas del canal existente.

Figura 82 Vista 3D Perfil alcantarilla de ingreso

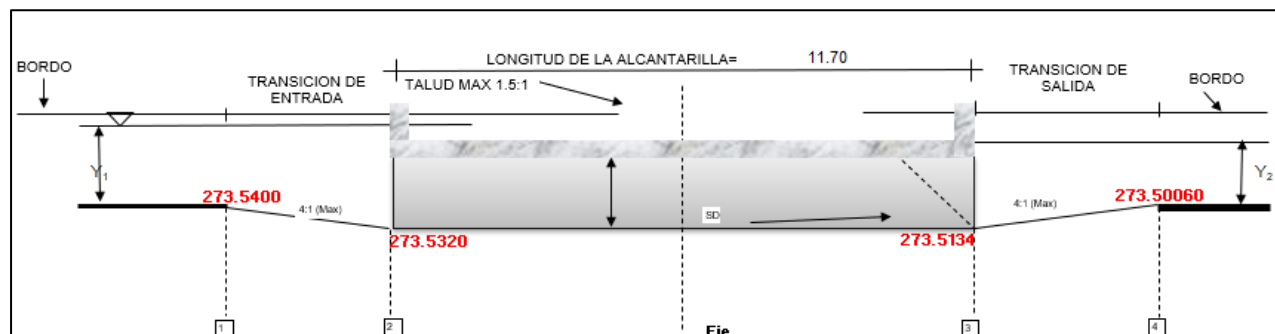


Figura 83 Perfil alcantarilla de salida

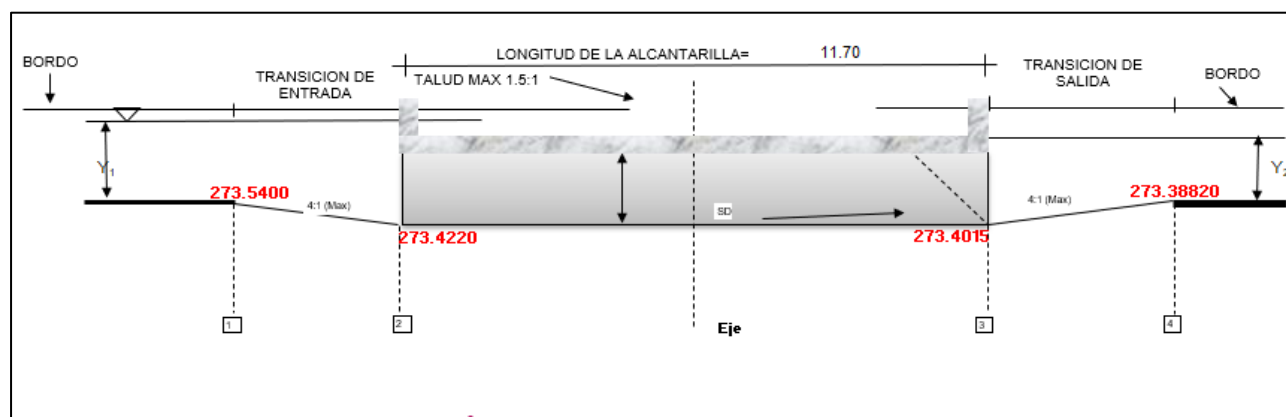
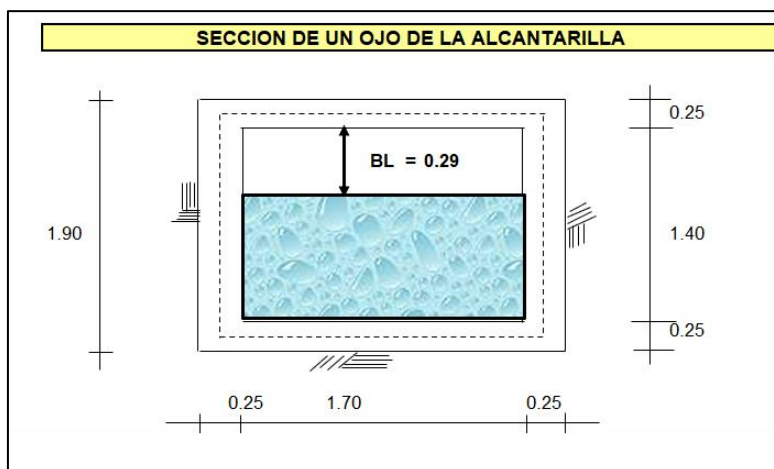


Figura 84 Sección alcantarilla ingreso y salida



2.3.14. Gestión de permisos y autorizaciones

Se ha realizado un trabajo de campo y gabinete para llevar a cabo la permisología correspondiente. Se enlista el siguiente estatus, referente a la información legal y permisos de las canteras, DMEs, fuentes de agua y cruces viales.

2.3.14.1. Áreas auxiliares

El estado de liberación de las áreas auxiliares ante los titulares o poseedores del paquete 4, Quebrada Alto Perú, se encuentra identificado en el siguiente cuadro donde se pone en conocimiento el estado actual y las gestiones que se vienen realizando para obtener la documentación necesaria (indicando cuales son las liberadas).

Cuadro 56 Estado de permisología de las áreas auxiliares del paquete 4 de Chicama

ÁREA AUXILIAR	TITULARES PRIVADOS / ESTATALES	ACTA DE PREACUERDO	FECHA ACTA DE PREACUERDO	ESTADO DE LIBERACION
Cantera Nuevo Alto Perú 3	ESTAO PERUANO	AFECTACION EN USO	-	EN PROCESO DE LIBERACION DE AFECTACION EN USO
Cantera Palenque 2	-GESTION IDENTIFICACION DE PROPIETARIOS	NO	-	PENDIENTE
Cantera Roma	-PROYECTO ESPECIAL DE CHAVIMOCHIC -GESTION IDENTIFICACION DE PROPIETARIOS	AFECTACION EN USO	-	PENDIENTE
DME 4.1-C	-ESTADO PERUANO -GESTION IDENTIFICACION DE PROPIETARIOS	AFECTACION EN USO	-	PENDIENTE
DMO 4.1 - C	CARDENARAS CABRERA FRANCISCA	SI	07-09-23	LIBERADO
ACM 4.1-C	-GESTION IDENTIFICACION DE PROPIETARIOS	NO	-	PENDIENTE
ACM 4.3-C	LEIVA CARDENAS FRIDA	SI	03-10-22	PENDIENTE DE DOCUMENTO DE TITULARIDAD
ACM 7.10 – C	ESTADO PERUANO	AFECTACION EN USO	-	EN PROCESO DE LIBERACION DE AFECTACION EN USO
OF 4.1-C	CARDENARAS CABRERA FRANCISCA	SI	07-09-23	LIBERADO
PM. OF 4.1-C	QUILICHE GAMARRA JAVIER	SI	03-10-22	LIBERADO
PE-1N	GESTIONAR COMUNICACIÓN CON EL MTC – GOBIERNO REGIONAL	NO	-	PENDIENTE
PE -1NF	GESTIONAR COMUNICACIÓN CON EL MTC – GOBIERNO REGIONAL	NO	-	PENDIENTE
LI-672	GESTIONAR COMUNICACIÓN CON EL MTC – GOBIERNO REGIONAL	NO	-	PENDIENTE
LI-672-3	PROYECTO ESPECIAL DE CHAVIMOCHIC	NO	-	PENDIENTE

LI-677	GESTIONAR COMUNICACIÓN CON EL MTC – GOBIERNO REGIONAL	NO	-	PENDIENTE
LI-677-3	GESTIONANDO IDENTIFICACION DE TITULARES PARA LIBERACION	NO	-	PENDIENTE
ÁREA AUXILIAR	TITULARES PRIVADOS / ESTATALES	ACTA DE PREACUERDO	FECHA ACTA DE PREACUERDO	ESTADO DE LIBERACION
LI-677-3.1	GESTIONANDO IDENTIFICACION DE TITULARES PARA LIBERACION	NO	-	PENDIENTE
LI-677-4	GESTIONANDO IDENTIFICACION DE TITULARES PARA LIBERACION	NO	-	PENDIENTE
PE-1NF-C13	GESTIONANDO IDENTIFICACION DE TITULARES PARA LIBERACION	NO	-	PENDIENTE
PE-1NF-C13-1	GESTIONANDO IDENTIFICACION DE TITULARES PARA LIBERACION	NO	-	PENDIENTE
PE-1NF-C14	GESTIONANDO IDENTIFICACION DE TITULARES PARA LIBERACION	NO	-	PENDIENTE
PE-1NF-C6	GESTIONANDO IDENTIFICACION DE TITULARES PARA LIBERACION	NO	-	PENDIENTE
LI-105	GESTIONAR COMUNICACIÓN CON EL MTC – GOBIERNO REGIONAL	NO	-	PENDIENTE
LI-678	GESTIONAR COMUNICACIÓN CON EL MTC – GOBIERNO REGIONAL	NO	-	PENDIENTE
LI-105-1	GESTIONANDO IDENTIFICACION DE TITULARES PARA LIBERACION	NO	-	PENDIENTE
LI-105-1.1	GESTIONANDO IDENTIFICACION DE TITULARES PARA LIBERACION	NO	-	PENDIENTE
LI-105-3	GESTIONANDO IDENTIFICACION DE TITULARES PARA LIBERACION	NO	-	PENDIENTE

2.3.14.2. Canteras

Para la extracción de materiales de las canteras se realizó el trámite correspondiente con INGEMMET, para obtener la inclusión al pre catastro minero, se pone en conocimiento el estado actual del trámite ante INGEMMET

Cuadro 57 Estado de permisología respecto a INGEMMET

PAQUETE	ÁREA AUXILIAR	FECHA PRESENTACIÓN INGEMMET	OFICIO DE PRESENTACIÓN A INGEMMET	ESTATUS INGEMMET	OFICIO APROBACIÓN	FECHA RECEPCIÓN OFICIO	ESTADO DE LIBERACIÓN
4	Cantera Nuevo Alto Perú 3	22/08/2022	Oficio N° 1389-2022-ARCC/DE/DSI	APROBADO	Oficio N° 0984-2022-INGEMMET/DC	21/12/2022	LIBERADO

En este sentido, al ser presentado toda la documentación correspondiente ante INGEMMET, se pone en conocimiento que se ha cumplido con todos los requisitos establecidos y en cumplimiento del decreto supremo N°37-96-EM, INGEMMET procedió a la inscripción en el pre-catastro minero de la Cantera Nuevo Alto Perú 3.

Cabe indicar que además de la pre inscripción en el pre castrato minero por INGEMMET, la Cantera Nuevo Alto Perú 3 recae sobre estado peruano, el procedimiento de liberación debe ser mediante afectación en uso, por tanto se está gestión de saneamiento físico legal teniendo en cuenta la situación jurídica y registral actualizada de un predio de dominio del estado que será utilizado para la instalación de áreas auxiliares, del proyecto “Defensas ribereñas de los ríos Chicama y Viru (Paquete 9R-06 de entrega de Soluciones Integrales)”. Así como el saneamiento correspondiente del mismo, de conformidad con los dispuesto en la Ley N° 30556, Ley que aprueba disposiciones de carácter extraordinario para las intervenciones del gobierno nacional frente a desastres y que dispone la creación de la Autoridad para la Reconstrucción con Cambios y su reglamento aprobado por el Decreto Supremo N° 003-2019-P. Se pone en conocimiento que las canteras de Cauce como Palenque 2 y Roma el procedimiento a realizar es a través de la municipalidad de Chicama solicitando la opinión técnica del ANA, por tanto, se encuentra en elaboración de la documentación necesaria para la consulta técnica.

2.3.14.3. Accesos de áreas auxiliares

Los accesos a las áreas auxiliares del paquete 4 – Quebrada Alto Perú, han sido identificados que parten de las vías nacionales, departamentales y vecinales a partir de los cuales se subdivide en accesos existente y proyectados en la cual se está realizando la identificación de los titulares que nos permita el acceso a sus propiedades. Por último, se pone en conocimiento que las vías que se encuentra identificadas como parte de la red vía nacional el procedimiento será a partir de la comunicación formal a las entidades regionales sobre las obras que se van a realizar, por tanto, se pone en conocimiento las vías en proceso de liberación

Cuadro 58 Estado de permisología respecto de accesos de la Qda. Alto Peru

PAQUETE	ACCESO EXISTENTE - PROYECTADO	TIPO DE VIA	NOMBRE DEL VIA	ESTATUS
4	EXISTENTE	NACIONAL	PE-1N	PENDIENTE
4	EXISTENTE	NACIONAL	PE-1NF	PENDIENTE
4	EXISTENTE	VECINAL	LI-672	PENDIENTE
4	EXISTENTE	GESTIONANDO LA IDENTIFICACION DE LA VIA Y SU TITULAR	LI-672-3	PENDIENTE
4	EXISTENTE	VECINAL	LI-677	PENDIENTE
4	EXISTENTE	GESTIONANDO LA IDENTIFICACION DE LA VIA Y SU TITULAR	LI-677-3	PENDIENTE
4	PROYECTADO	GESTIONANDO LA IDENTIFICACION DE LA VIA Y SU TITULAR	LI-677-3.1	PENDIENTE
4	EXISTENTE	GESTIONANDO IDENTIFICACION DE TITULARES PARA LIBERACION	LI-677-4	PENDIENTE
4	EXISTENTE	GESTIONANDO IDENTIFICACION DE TITULARES PARA LIBERACION	PE-1NF-C13-1	PENDIENTE
4	EXISTENTE	GESTIONANDO IDENTIFICACION DE TITULARES PARA LIBERACION	PE-1NF-C14	PENDIENTE
4	EXISTENTE	GESTIONANDO IDENTIFICACION DE TITULARES PARA LIBERACION	PE-1NF-C6	PENDIENTE

4	EXISTENTE	DEPARTAMENTAL	LI-105	PENDIENTE
4	EXISTENTE	VECINAL	LI-678	PENDIENTE
4	PROYECTADO	GESTIONANDO IDENTIFICACION DE TITULARES PARA LIBERACION	LI-105-1	PENDIENTE
4	PROYECTADO	GESTIONANDO IDENTIFICACION DE TITULARES PARA LIBERACION	LI-105-1.1	PENDIENTE
4	EXISTENTE	GESTIONANDO IDENTIFICACION DE TITULARES PARA LIBERACION	LI-105-3	PENDIENTE

2.3.14.3.1. Descripción de áreas, volúmenes y ubicaciones de las áreas auxiliares

Las especificaciones técnicas de las áreas auxiliares (soporte para la construcción de la infraestructura de la Quebrada de Alto Perú en relación: áreas, perímetro y ubicación se detallan a continuación:

Cuadro 59 Detalle técnico de área, volúmenes y ubicación de las áreas auxiliares

ÁREA AUXILIAR	AREA BRUTA (Ha)	VOLUMEN BRUTO (m3)	UBICACIÓN (WGS84)	
			ESTE	NORTE
Cantera Nuevo Alto Perú 3	48.53	2'957,265.33	716191.00	9139237.00
Cantera Palenque 2	5.25	77,000.10	723404.00	9145589.00
Cantera Roma	6.68	207,721.50	704069.00	9139718.00
DME 4.1-C	21.55	551,792.10	717443.00	9139803.00
DMO 4.1 - C	3.89	50,504.79	718470.00	9144526.00
ACM 4.1-C	0.31	5,312.32	719954.00	9143756.00
ACM 4.3-C	0.22	4,528.72	720025.00	9145230.00
ACM 7.10 – C	11.36	178,784.21	717032.00	9139456.00
OF 4.1-C	0.17	96.57 (Vol. Corte) 156.36 (Vol. Relleno)	720180.00	9143945.00
PM. OF 4.1-C	0.70	890.90 (Vol. Corte) 1,219.16 (Vol. Relleno)	720253.00	9143905.00

2.3.14.4. Oficinas, patios de maniobra

El presente ítem tiene por objetivo mostrar las oficinas y patios de maniobras que permitirán ser el sustento durante el desarrollo de las actividades de la ejecución de obra, en general donde se permitirá realizar el mantenimiento y depósito de las maquinarias, además de contar con las oficinas donde albergaran a los especialistas.

Cuadro 60 Oficinas, patios de maniobra PQTE 4

PAQUETE	COMPONENTE	DESCRIPCIÓN	m2	Ha	PROPIETARIO	ESTATUS
4	OF 4.1-V	Patio de Maniobras	1,709.43	0.17	CARDENARAS CABRERA FRANCISCA	LIBERADO
4	PM. OF 4.1-C	Patio de Maniobras y oficinas	7,064.91	0.70	QUILICHE GAMARRA JAVIER	LIBERADO

2.4. Diseño estructural

El proyecto consta de lo siguiente:

- 01 rápida que es una estructura de concreto armado conformada por muros y losa de fondo de 0.25 m de espesor, con muros de altura variable de 1.50m a 1.90m.
- 01 alcantarilla de dos ojos que es una estructura de concreto armado conformada por muros y losa de fondo de 0.25 m de espesor, con cabezales de ingreso y salida de altura variable de 1.10m a 1.65m. Las dimensiones y los tirantes fueron proporcionadas por el especialista hidráulico.

2.4.1. Sección típica de muro (rápida)

Estructura de concreto armado compuesta por muros y losa de fondo de espesor 0.25m.

Para el análisis y diseño se considera la sección más crítica (sección B) el cual tiene una altura de pantalla de 1.90 m y losa de fondo de 0.25 m de alto.

Figura 85 Vista en planta

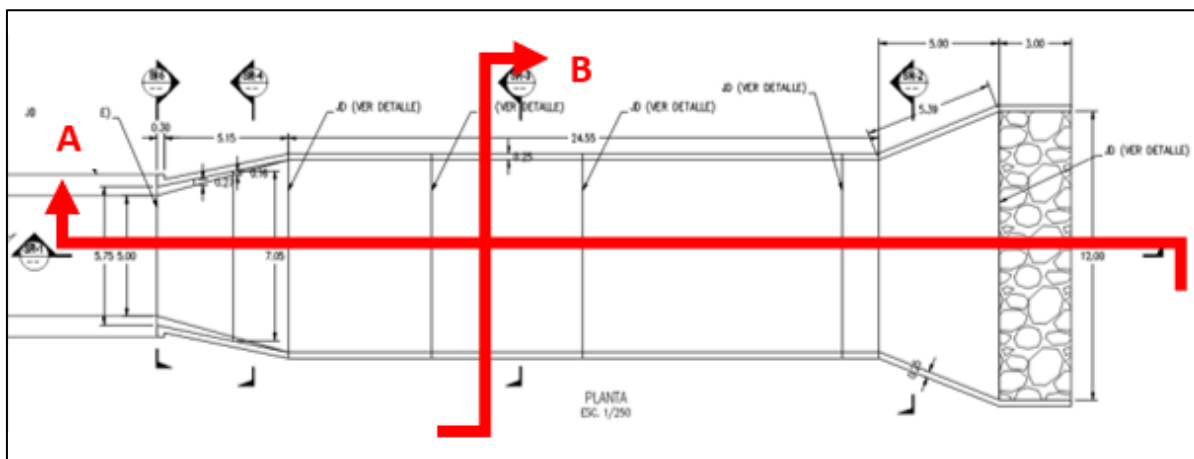


Figura 86 Vista en elevación sección A

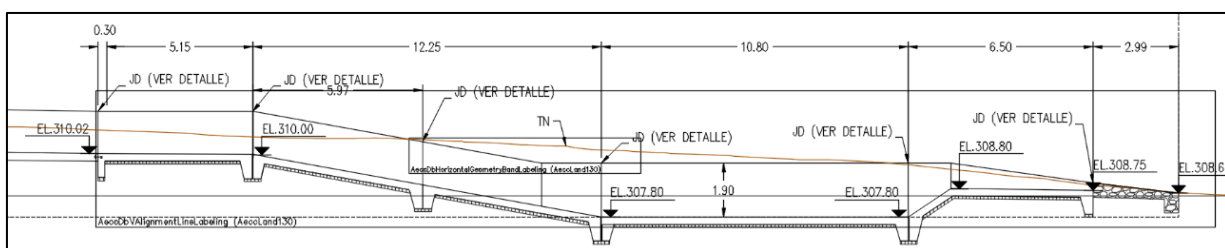
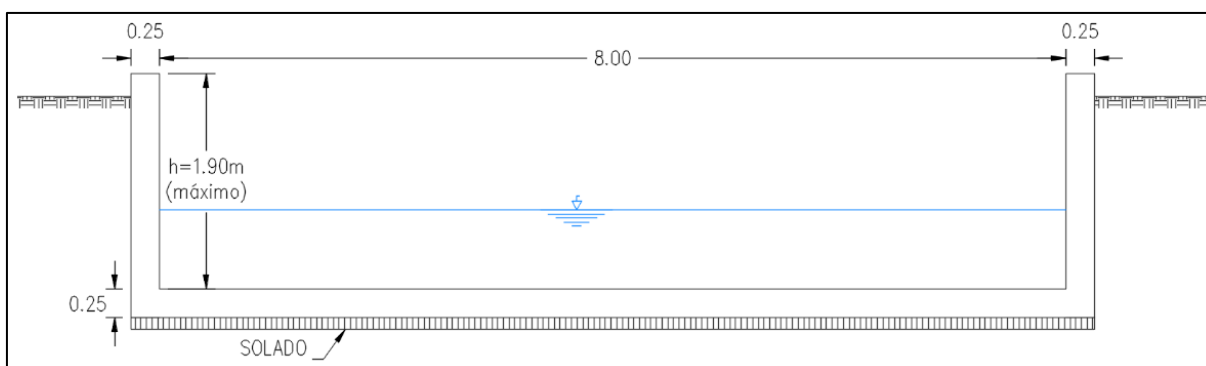


Figura 87 Vista en elevación sección B



2.4.1.1. Datos iniciales

Cuadro 61 Datos hidráulicos

Tirante del agua (y):	0.70 m
Altura libre de muro (Hp):	1.90 m
P.E. del agua (yf):	1.00 ton/m3

Ancho hidráulico de paño (Bh):	Fig. 07
Altura hidráulica (Hh):	Fig. 07

Cuadro 62 datos geológicos y geotécnicos

Capacidad portante del suelo (σ_s):	5.76 kg/cm ²
Peso específico del suelo de apoyo (γ_s):	1.70 ton/m ³
Coeficiente de balasto del suelo (K_s):	8.35 kg/cm ³
Clasificación de suelos (S):	S2
Ángulo de fricción (ϕ):	31.00°

Cuadro 63 Dimensiones para el análisis

	Muro H=1.90
Altura de zapata (H_z):	0.25 m
Longitud de paño (L):	1.00 m
Ancho de la base del muro (B):	8.50 m
Geometría del muro (e_p):	Ver Fig. 08
Resistencia del concreto (f'_c):	310 kg/cm ²
Fluencia del acero (f_y):	4200 kg/cm ²
Peso Específico del concreto (γ_c):	2.40 ton/m ³

- Carga Muerta (DC):

Peso propio de la estructura (se calcula con la geometría).

- Carga de empuje hidráulico (WA)

El empuje hidráulico se representa como una carga triangular y la base del triángulo de fuerzas se calcula como el producto de la altura del agua por el peso específico del mismo.

2.4.1.2. Diseño de muros

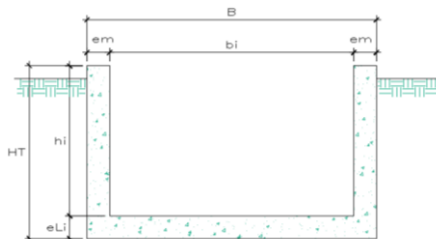
Se considera una estructura rígida tipo cajón, el análisis y diseño se desarrolla con el máximo empuje y que esta actúa sobre la cara de los muros de la alcantarilla, considerando el caso crítico que es cuando la estructura está vacía. Con estas cargas obtenemos los momentos flectores y fuerzas cortantes los mismos que se emplean para el diseño del refuerzo.

A continuación, se presenta el diseño.

DISEÑO DE MUROS Y LOSA - RÁPIDA

A) Datos del cabezal

$A_{\text{unitario}} =$	1.00 m	(Ancho tributario para el análisis)
$b_i =$	8.00 m	(Ancho interior o ancho hidráulica)
$h_i =$	1.90 m	(Altura interior o altura hidráulica)
$e_{\text{muro}} =$	0.25 m	(Espesor del muro)
$e_{\text{Lsup}} =$	0.00 m	(Espesor de losa superior)
$e_{\text{Lfondo}} =$	0.25 m	(Espesor de losa de fondo)
$\gamma_c =$	2.40 ton/m ³	(Peso específico del concreto)
$f'_c =$	310.00 kg/cm ²	(Resistencia a la compresión del concreto)
$h_r =$	0.00 m	(Altura de relleno sobre la alcantarilla)
$B =$	8.50 m	(Ancho total de la base)
$HT =$	2.15 m	(Altura total)
$V_{\text{TIRANTE}} =$	0.70 m	(Tirante máximo de agua, para las presiones en el suelo)
$\gamma_f =$	1.00 ton/m ³	(Peso específico del fluido)
$\gamma_s =$	1.70 ton/m ³	(Peso específico del relleno)
$HE =$	2.03 m	(altura a ejes para el diseño)
$BE =$	8.25 m	(base a ejes para el diseño)



B) ESTIMACIÓN DE CARGAS QUE ACTÚAN SOBRE LA ALCANTARILLA

. CARGAS VERTICALES

Peso propio (DC)

PP =	2.28 ton	(Peso propio sin incluir la losa de fondo, pues este no genera momento flector)
DC =	0.28 ton/m	(Peso distribuido en la longitud de análisis)

Reacción del suelo debido a DC

$$r_{DC} = 0.28 \text{ ton/m}$$

Peso de terreno sobre la alcantarilla (EV)

Considerando la interacción del suelo

$$F_e = 1 + 0.20 \left[\frac{H}{B_e} \right] \leq 1.15 \quad (1.2, 1.1, 2.2, 1-2)$$

$$F_e = 1.000 \quad (\text{Factor})$$

$$EV = 0.000 \text{ ton/m}$$

Reacción del suelo debido a EV

$$r_{EV} = 0.000 \text{ ton/m}$$

. CARGAS LATERALES

Empuje lateral por el suelo (EH)

	H	γ_s (T/m3)	ϕ (°)	k_a	K_p	E_s (ton/m2)	E_p (ton/m2)
EH0 =	0.00	1.70	31.00	0.320	3.12	0.00	0.00
EH1 =	0.00	1.70	31.00	0.320	3.12	0.000	0.00
EH2 =	2.025	1.70	31.00	0.320	3.12	1.102	10.75

k_a : Coeficiente de empuje activo

K_p : Coeficiente de empuje pasivo

E_s : Empuje activo

E_p : Empuje pasivo

Empuje lateral por carga viva (LS)

$$heq = 0.29 \text{ m} \quad (\text{Altura de suelo equivalente por carga peatonal})$$

$$L_s = 0.160 \text{ ton/m} \quad (\text{Empuje lateral})$$

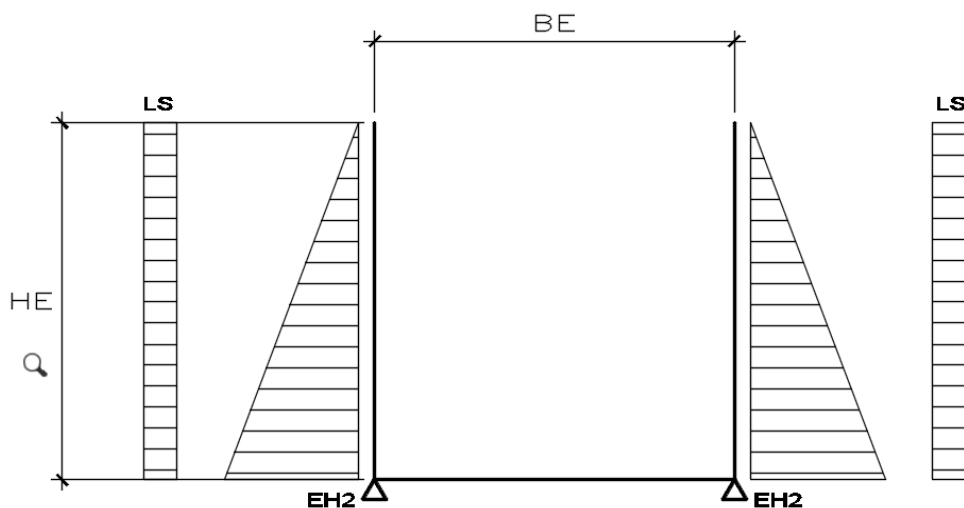


Diagrama de cargas sobre la alcantarilla

C) VERIFICACIÓN DE PRESIONES

$$q_{adm} = 5.76 \text{ kg/cm}^2 \quad (\text{capacidad admisible del suelo})$$

$$q_{adm} = 57.60 \text{ ton/m}^2 \quad (\text{capacidad admisible del suelo})$$

Metrado de cargas para la losa de fondo

$$PP_{muros} = 2.28 \text{ ton} \quad (\text{Peso propio del muro})$$

$$PP_{losa} = 0.00 \text{ ton} \quad (\text{Peso propio de la losa superior})$$

$$PP_{fondo} = 5.10 \text{ ton} \quad (\text{Peso propio de la losa de fondo})$$

$$PP_{fluido} = 0.70 \text{ ton} \quad (\text{Peso propio del fluido})$$

$$LL+IM = 0.00 \text{ ton} \quad (\text{Carga vehicular})$$

$$EV = 0.00 \text{ ton} \quad (\text{Peso del relleno sobre la alcantarilla})$$

$$Pt = 8.08 \text{ ton} \quad (\text{Peso total})$$

$$A_{fondo} = 8.50 \text{ m}^2 \quad (\text{Área de contacto con el terreno})$$

$$q_{presion} = 0.95 \text{ ton/m}^2 \quad (\text{Presión que ejerce el buzón})$$

$$q_{presion} < q_{adm} \quad \text{OK}$$

D) ANÁLISIS Y DISEÑO

El análisis es en ejes, sin embargo la lectura de momentos flectores y fuerzas cortantes es a la cara de elemento.



Diagrama de momento flector (ton-m)

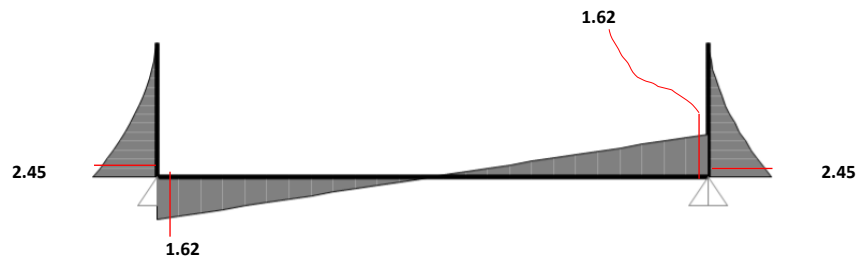


Diagrama de fuerza cortante (ton)

D.1) DISEÑO DE LA LOSA INFERIOR

Momento flector M_u y fuerza cortante V_u

$M_u = 1.55$ ton-m $V_u = 1.62$ ton

Diseño por flexión

$e_{muro} = 0.25$ m $d' = 0.065$ m
 $d = 0.185$ m

Refuerzo vertical
(Dos capas)

$A_s = 2.46$ cm²

$A_{smin} = 4.50$ cm²

$A_{req} = 4.50$ cm²

Refuerzo horizontal
(Dos capas)

$A_s = 4.50$ cm²

$A_{smin} = 4.50$ cm²

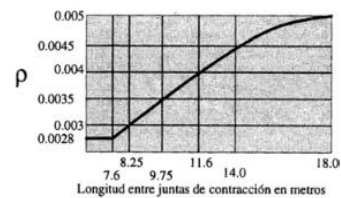
$A_{req} = 4.50$ cm²

Colocar: 3/8" @ 0.15 c/cara ==> $A_{colocado} = 4.73$ cm² > 4.50 cm² OK

Diseño por corte

$\phi = 0.85$
 $V_c = 14673.96$ kg = 14.67 ton $V_u = 1.62$ ton $V_c > V_u$ Cumple OK

Cuantía mínima por contracción y temperatura



D.2) DISEÑO DE LOS MUROS

Momento flector M_u y fuerza cortante V_u

$M_u = 1.55$ ton-m $V_u = 2.45$ ton

Diseño por flexión

$e_{muro} = 0.25$ m $d' = 0.065$ m
 $d = 0.185$ m

Refuerzo vertical
(Dos capas)

$A_s = 2.46$ cm²

$A_{smin} = 4.50$ cm²

$A_{req} = 4.50$ cm²

Refuerzo horizontal
(Dos capas)

$A_s = 4.50$ cm²

$A_{smin} = 4.50$ cm²

$A_{req} = 4.50$ cm²

Colocar: 3/8" @ 0.15 c/cara ==> $A_{colocado} = 4.73$ cm² > 4.50 cm² OK

Diseño por corte

$\phi = 0.85$
 $V_c = 14673.96$ kg = 14.67 ton $V_u = 2.45$ ton $V_c > V_u$ Cumple OK

Cuantía mínima por contracción y temperatura

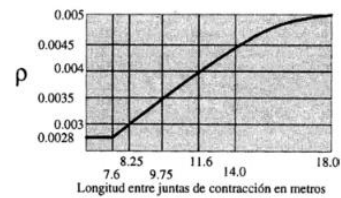
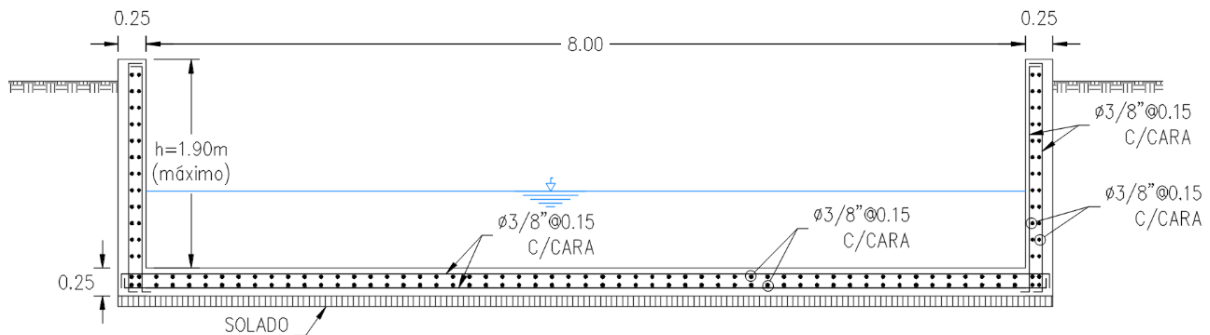


Figura 88 Detalle de refuerzo de muro y losa de fondo



2.4.2. Sección típica de alcantarilla

Estructura de concreto armado compuesta por muros, losa superior y de fondo de espesor 0.25m.

Para el análisis y diseño se considera la sección más crítica (sección B) el cual tiene una altura total de 1.90 m, ancho total de 4.15m, losa superior y de fondo de 0.25 m de espesor.

Figura 89 Vista en planta Alcantarilla

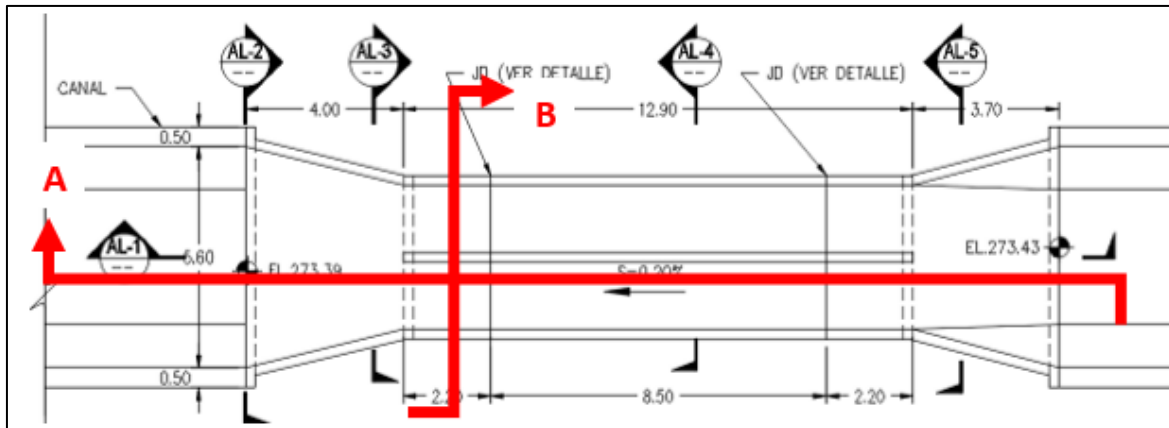


Figura 90 Vista en elevación Sección A

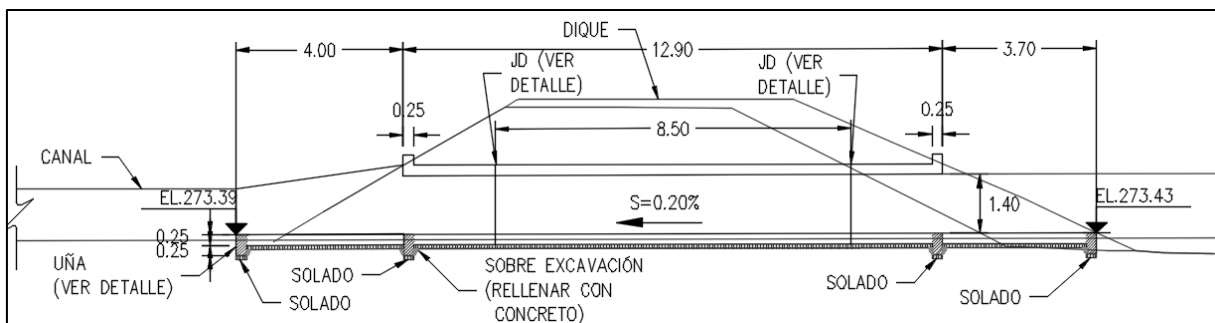
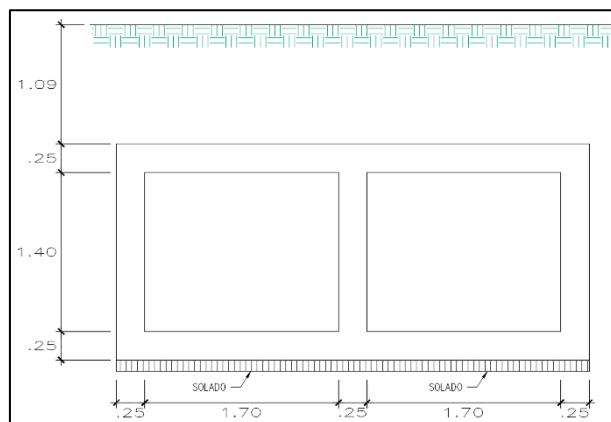


Figura 91 Vista en elevación Sección B



2.4.2.1. Datos iniciales

Cuadro 64 Datos hidráulicos

Tirante del agua (y):	1.10 m
Altura libre de muro (HT):	1.40 m
P.E. del agua (yf):	1.00 ton/m3
Ancho hidráulico de paño (bi):	Fig. 12
Altura hidráulica (hi):	Fig. 12

Cuadro 65 Datos geológicos y geotécnicos

Capacidad portante del suelo (σ_s):	2.43 kg/cm2
Peso específico del suelo de apoyo (γ_s):	1.70 ton/m3
Coeficiente de balasto del suelo (K_s):	61.78 kg/cm3
Clasificación de suelos (S):	S2
Ángulo de fricción (ϕ):	32.00°

Cuadro 66 Dimensiones para el análisis

Altura de alcantarilla a ejes (H_e):	1.65 m
Base de alcantarilla a ejes (B_e):	3.90 m
Espesor de Losa superior ($e_{L_{sup}}$):	0.25 m
Espesor de muro (e_m):	0.25 m
Altura de zapata (H_z):	0.25 m
Longitud de paño (L):	1.00 m

Ancho de la base del muro (B):	8.50 m
Geometría del muro (ep):	Ver Fig. 13
Resistencia del concreto ($f'c$):	310 kg/cm ²
Fluencia del acero (f_y):	4200 kg/cm ²
Peso Específico del concreto (γ_c):	2.40 ton/m ³

- Carga Muerta (DC):

Peso propio de la estructura (se calcula con la geometría).

- Carga de empuje hidráulico (WA)

El empuje hidráulico se representa como una carga triangular y la base del triángulo de fuerzas se calcula como el producto de la altura del agua por el peso específico del mismo.

2.4.2.2. Diseño de muros

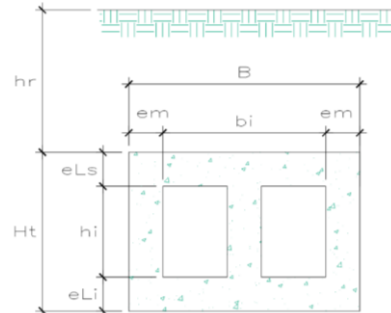
El análisis y diseño se desarrolla con el máximo empuje y que esta actúa sobre la cara del muro, se considera que el muro está empotrado en la base, por lo tanto, el momento flector se calcula con la altura de la pantalla libre, este momento se usa para calcular el refuerzo del muro y de la cimentación.

A continuación, se presenta el diseño.

DISEÑO DE ALCANTARILLA

A) Datos del cabezal

$A_{unitario} =$	1.00 m	(Ancho tributario para el análisis)
$b_i =$	3.65 m	(Ancho interior o ancho hidráulica)
$h_i =$	1.40 m	(Altura interior o altura hidráulica)
$e_{muro} =$	0.25 m	(Espesor del muro)
$e_{Lsup} =$	0.25 m	(Espesor de losa superior)
$e_{Lfondo} =$	0.25 m	(Espesor de losa de fondo)
$\gamma_c =$	2.40 ton/m ³	(Peso específico del concreto)
$f'_c =$	310.00 kg/cm ²	(Resistencia a la compresión del concreto)
$h_r =$	1.09 m	(Altura de relleno sobre la alcantarilla)
$B =$	4.15 m	(Ancho total de la base)
$HT =$	1.90 m	(Altura total)
$\gamma_{tirante} =$	1.10 m	(Tirante máximo de agua, para las presiones en el suelo)
$\gamma_f =$	1.00 ton/m ³	(Peso específico del fluido)
$\gamma_s =$	1.70 ton/m ³	(Peso específico del relleno)
$HE =$	1.65 m	(altura a ejes para el diseño)
$BE =$	3.90 m	(base a ejes para el diseño)



B) ESTIMACIÓN DE CARGAS QUE ACTÚAN SOBRE LA ALCANTARILLA

CARGAS VERTICALES

Peso propio (DC)

PP =	5.01 ton	(Peso propio sin incluir la losa de fondo, pues este no genera momento flector)
DC =	1.28 ton/m	(Peso distribuido en la longitud de análisis)

Reacción del suelo debido a DC

$$r_{DC} = 1.28 \text{ ton/m}$$

Peso de terreno sobre la alcantarilla (EV)

Considerando la interacción del suelo

$$F_e = 1 + 0.20 \left[\frac{H}{B_e} \right] \leq 1.15 \quad (12.11.2.2.1-2)$$

$F_e =$	1.053	(Factor)
$EV =$	1.950 ton/m	

Reacción del suelo debido a EV

$$r_{EV} = 1.950 \text{ ton/m}$$

Tabla 5.4 Altura de suelo equivalente para carga vehicular sobre estribos perpendiculares al tráfico (Tabla 3.11.6.4-1, AASHTO)

Altura del estribo (m)	h_{eq} (m)
1.5	1.2
3.0	0.9
≥ 6.0	0.6

CARGAS LATERALES

Empuje lateral por el suelo (EH)

	H	γ_s (T/m ³)	ϕ (°)	k_a	K_p	Es(ton/m ²)	Ep(ton/m ²)
EH0 =	0.00	1.70	32.00	0.307	3.25	0.00	0.00
EH1 =	1.09	1.70	32.00	0.307	3.25	0.569	6.03
EH2 =	2.74	1.70	32.00	0.307	3.25	1.431	15.16

k_a : Coeficiente de empuje activo

K_p : Coeficiente de empuje pasivo

Empuje lateral por carga viva (LS)

$h_{eq} =$	1.20	m	(Altura de suelo equivalente por carga vehicular - Tabla 5.4)
$LS =$	0.627	ton/m	(Empuje lateral)

CARGAS VEHICULARES

Cálculo del factor de carga dinámica (IM).

$$IM = 33[-0.4 I(D_p)] \geq 0 \quad (3.6.2.2-1)$$

$$IM = 18.25\%$$

Tabla 8.1 Factor de Distribución de Carga Viva (LLDF) para Estructuras Enterradas (Tabla 3.6.1.2.6a-1, AASHTO)

Tipo de estructura	LLDF Transversal o paralelo al tramo
Tubos de concreto con una profundidad de relleno superior o igual a 0.61m	1.15 para diámetro $\leq 0.61m$ 1.75 para diámetro $\geq 2.44m$ Interpolación linealmente para valores de LLDF entre estos límites
El resto de alcantarillas y otras estructuras enterradas	1.15

CAMION HL-93 (1 VÍA)

SW =	1.80	m	(Separación entre ruedas)
wt =	0.51	m	(ancho de la huella de la rueda - paralelo al tráfico)
bi =	3.65	m	(ancho hidráulico o ancho interior)
LLdf =	1.15		(Fáctor de distribución de carga viva en estructuras enterradas - Tabla 8.1)
hr =	1.09	m	(Altura de relleno sobre la alcantarilla)
Sa =	4.27	m	(Separación de ejes HL-93)
Lt =	0.25	m	(longitud de la huella de la rueda - perpendicular al tráfico)

Cálculo del ancho (Ww) (3.6.1.2.6b-3 ASHTO.LRFD)

$$H_{int-t} = 0.93 \quad m \quad (\text{Altura de interacción de carga de rueda/eje})$$

$$hr > H_{int-t}$$

$$Ww = 3.78 \quad m \quad (\text{Ancho del área proyectada para la distribución de carga vehicular})$$

Cálculo del largo (Lw) (3.6.1.2.6b-5 ASHTO.LRFD)

$$H_{int-p} = 3.50 \quad m \quad (\text{Altura de interacción de carga de rueda/eje})$$

$$hr < H_{int-p}$$

$$Lw = 1.50 \quad m \quad (\text{Longitud del área proyectada para la distribución de carga vehicular})$$

$$A_{LL} = 5.69 \quad m^2 \quad (A_{LL} = Ww * Lw: \text{Área proyectada para la distribución de carga vehicular})$$

Cálculo de la presión vehicular PL:

$$m = 1.20 \quad (\text{factor de presencia múltiple})$$

$$P = 14.52 \quad ton \quad (\text{Eje más cargado de HL-93})$$

$$PL = 3.62 \quad ton/m^2 \quad (\text{carga distribuida en el techo de la alcantarilla})$$

La reacción del terreno para PL es:

$$r_{LL} = 1.397 \quad ton/m^2$$

TÁNDEM (1 VÍA)

SW =	1.80	m	(Separación entre ruedas)
wt =	0.51	m	(ancho de la huella de la rueda - paralelo al tráfico)
bi =	3.65	m	
LLdf =	1.15		(Fáctor de distribución de carga viva en estructuras enterradas - Tabla 8.1)
hr =	1.09	m	(Altura de relleno sobre la alcantarilla)
Sa =	1.20	m	(Separación de ejes TÁNDEM)
Lt =	0.25	m	(longitud de la huella de la rueda - perpendicular al tráfico)

Cálculo del ancho (Ww) (3.6.1.2.6b-3 ASHTO.LRFD)

$$H_{int-t} = 0.93 \quad m \quad (\text{Altura de interacción de carga de rueda/eje})$$

$$hr > H_{int-t}$$

$Ww = 3.78 \text{ m}$ (Ancho del área proyectada para la distribución de carga vehicular)

Cálculo del largo (Lw) (3.6.1.2.6b-5 ASHTO.LRFD)

$H_{int-p} = 0.83 \text{ m}$ (Altura de interacción de carga de rueda/eje)

$hr > H_{int-p}$

$Lw = 2.70 \text{ m}$ (Longitud del área proyectada para la distribución de carga vehicular)

$A_{LL} = 10.23 \text{ m}^2$ ($A_{LL} = Ww * Lw$: Área proyectada para la distribución de carga vehicular)

Cálculo de la presión vehicular PL:

$m = 1.20$ (factor de presencia múltiple)

$P = 22.68 \text{ ton}$ (Eje más cargado de Tándem)

$PL = 3.147 \text{ ton/m}^2$ (carga distribuida en el techo de la alcantarilla)

La reacción del terreno para PL es:

$r_{LL} = 2.182 \text{ ton/m}^2$

Carga vehicular (LL+IM)

Predomina la carga: **CAMIÓN HL-93**

$LL+IM = 3.623 \text{ ton/m}$ (Carga vehicular sobre la alcantarilla)

La reacción del terreno para PL es:

$r_{LL} = 3.623 \text{ ton/m}$

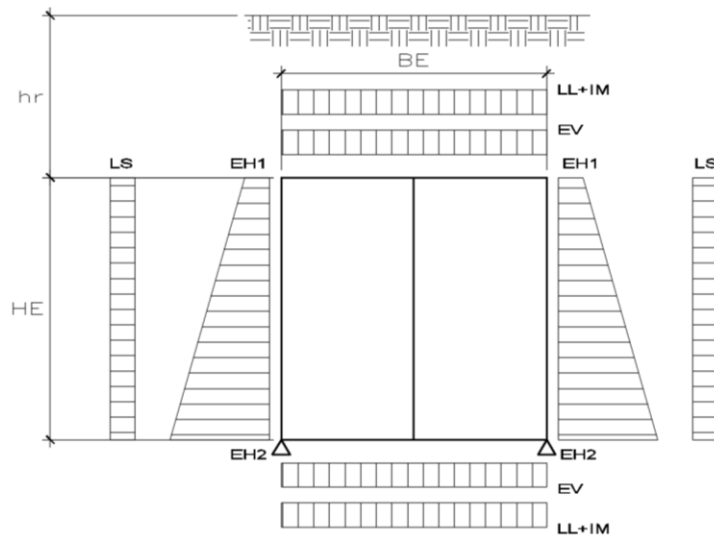


Diagrama de cargas sobre la alcantarilla

C) VERIFICACIÓN DE PRESIONES

$$q_{adm} = 2.43 \text{ kg/cm}^2 \text{ (capacidad admisible del suelo)}$$

$$q_{adm} = 24.30 \text{ ton/m}^2 \text{ (capacidad admisible del suelo)}$$

Metrado de cargas para la losa de fondo

$$PP_{muros} = 2.52 \text{ ton (Peso propio del muro)}$$

$$PP_{losa} = 2.49 \text{ ton (Peso propio de la losa superior)}$$

$$PP_{fondo} = 2.49 \text{ ton (Peso propio de la losa de fondo)}$$

$$PP_{dados} = 0.00 \text{ ton (Peso propio de dados de fondo)}$$

$$LL+IM = 15.04 \text{ ton (Carga vehicular)}$$

$$EV = 8.09 \text{ ton (Peso del relleno sobre la alcantarilla)}$$

$$Pt = 30.63 \text{ ton (Peso total)}$$

$$A_{fondo} = 4.15 \text{ m}^2 \text{ (Área de contacto con el terreno)}$$

$$q_{presion} = 7.38 \text{ ton/m}^2 \text{ (Presión que ejerce el buzón)}$$

$$q_{presion} < q_{adm} \text{ OK}$$

D) ANÁLISIS Y DISEÑO

El análisis es en ejes, sin embargo la lectura de momentos flectores y fuerzas cortantes es a la cara de elemento.

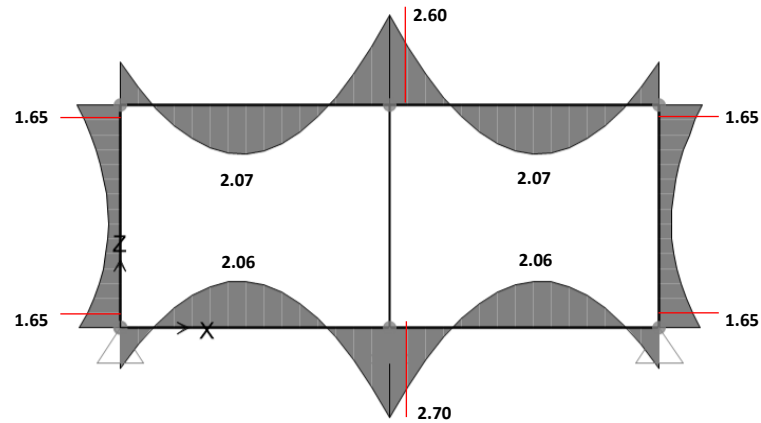


Diagrama de momento flector (ton-m)

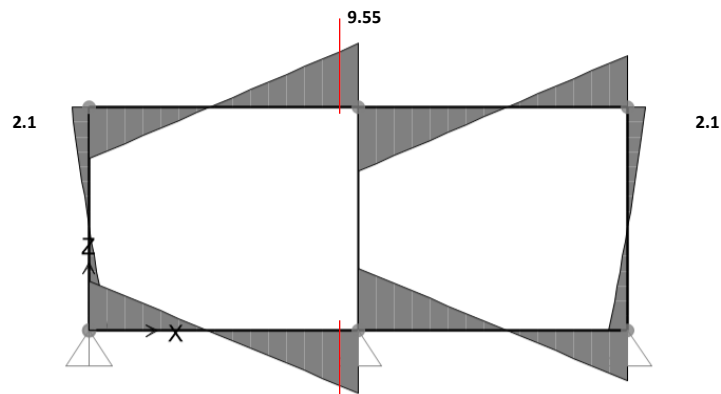


Diagrama de fuerza cortante (ton)

D.1) DISEÑO DE LA LOSA SUPERIOR E INFERIOR

Momento flector M_u y fuerza cortante V_u

$M_u = 2.70$ ton-m $V_u = 9.65$ ton

Diseño por flexión

$e_{muro} = 0.25$ m $d' = 0.065$ m
 $d = 0.185$ m

Refuerzo vertical
 (Dos capas)

$A_s = 4.29$ cm²

$A_{smin} = 4.50$ cm²

$A_{req} = 4.50$ cm²

Refuerzo horizontal
 (Dos capas)

$A_s = 4.50$ cm²

$A_{smin} = 4.50$ cm²

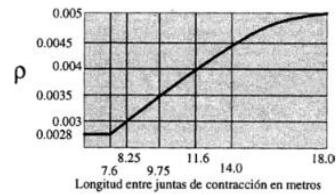
$A_{req} = 4.50$ cm²

Colocar: $3/8"$ @ 0.15 c/cara $\Rightarrow A_{colocado} = 4.73$ cm² > 4.50 cm² OK

Diseño por corte

$\phi = 0.85$
 $V_c = 14673.96$ kg = 14.67 ton $V_u = 9.65$ ton $V_c > V_u$ Cumple OK

Cuantía mínima por contracción y temperatura



D.2) DISEÑO DE LOS MUROS

Momento flector M_u y fuerza cortante V_u

$M_u = 1.65$ ton-m $V_u = 2.10$ ton

Diseño por flexión

$e_{muro} = 0.25$ m $d' = 0.065$ m
 $d = 0.185$ m

Refuerzo vertical
 (Dos capas)

$A_s = 2.62$ cm²

$A_{smin} = 4.50$ cm²

$A_{req} = 4.50$ cm²

Refuerzo horizontal
 (Dos capas)

$A_s = 4.50$ cm²

$A_{smin} = 4.50$ cm²

$A_{req} = 4.50$ cm²

Colocar: $3/8"$ @ 0.15 c/cara $\Rightarrow A_{colocado} = 4.73$ cm² > 4.50 cm² OK

Diseño por corte

$\phi = 0.85$
 $V_c = 14673.96$ kg = 14.67 ton $V_u = 2.10$ ton $V_c > V_u$ Cumple OK

Cuantía mínima por contracción y temperatura

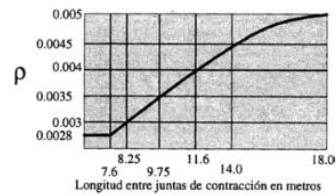
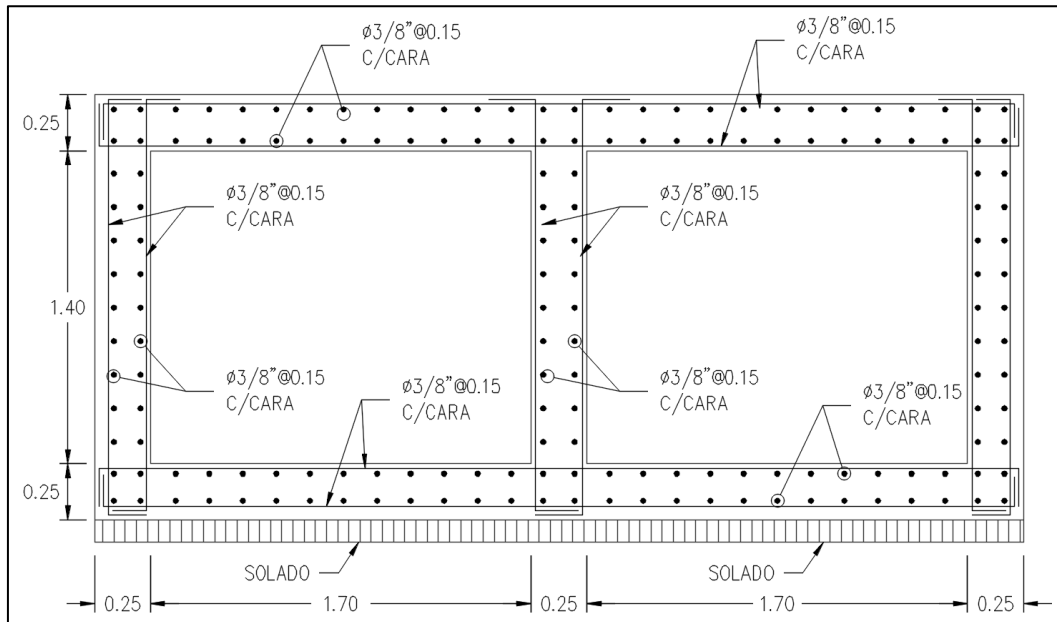


Figura 92 Detalle de refuerzo de muro y losa de fondo

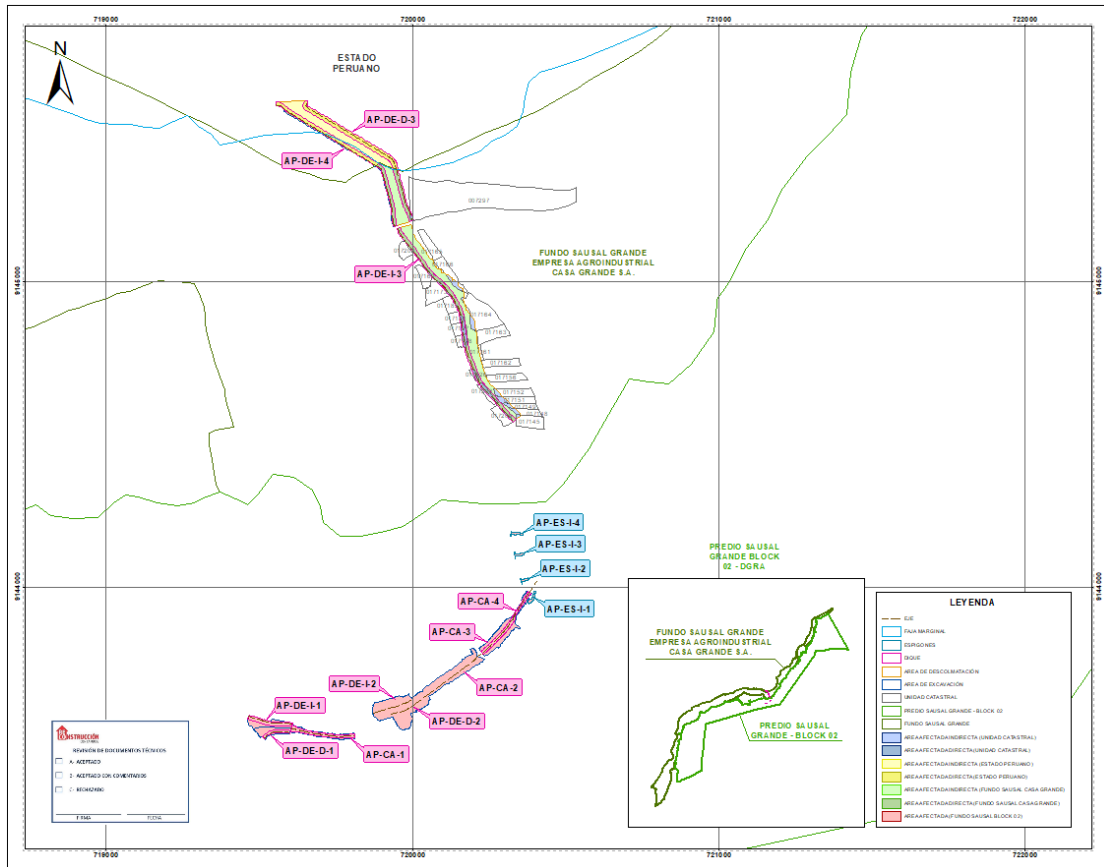


III. ESTUDIO INTEGRAL ASOCIADO AL PROYECTO

3.1. Afectaciones prediales

En base a toda la información evaluada y contrastada con la información gráfica previamente elaborada en base a fuentes diversas, se seleccionó la información relevante a efectos de la presente investigación, la misma que se halla debidamente representada en los respectivos Planos e Informes de diagnóstico preliminar por cada sector.

Figura 93 Esquema del plano de prediagnóstico Qdas. Alto Peru/Sausal



A continuación, se presenta el Cuadro Resumen de Predios identificados:

Cuadro 67 Predios identificados afectados

Nº	CODIGO DE AFECTACIÓN	TITULAR	PARTIDA ELECTRÓNICA	TIPO DE BIEN	MARGEN	AREA TOTAL (HA)	AREA AFECTADA DIRECTA (HA)	AREA AFECTADA INDIRECTA (HA)	AREA REMANENTE (HA)	GRAV	RIESGO
1	CHIC-DIQ-QAP-001	MINISTERIO DE DESARROLLO AGRARIO Y RIEGO	04002109 V SEDE REGISTRAL	BIEN DE DOMINIO PRIVADO DEL ESTADO	D/I	9765.3974	1.1973	2.0289	9762.1712	AFECTACIÓN EN USO A FAVOR DE ARCC	
2	CHIC-DIQ-QAP-002	ESTADO PERUANO	-	BIEN DE DOMINIO PRIVADO DEL ESTADO	D/I	-	1.1724	1.0500		NO	
3	CHIC-DIQ-QAP-003	LA FIDUCIARIA S.A. CASA GRANDE S.A.	04056532 V SEDE REGISTRAL	PROPIEDAD PRIVADA	D/I	4354.88	3.8382		4351.0418	ANOTACION PREVENTIVA DE INICIO DE TRATO DIRECTO (CADUCA) BIEN EN FIDEICOMISO	

N°	CODIGO DE AFECTACIÓN	TITULAR	PARTIDA ELECTRÓNICA	TIPO DE BIEN	MARGEN	AREA TOTAL (HA)	AREA AFECTA DIRECTA (HA)	AREA AFECTA INDIRECTA (HA)	AREA REMANENTE (HA)	GRAV	RIESGO
4	CHIC-DIQ-QAP-004	-	UC 007297	POSESION SOBRE BIEN DE DOMINIO PRIVADO	DER	4.6593	0.0209		4.6384	NO	
5	CHIC-DIQ-QAP-005	-	UC 017204	POSESION SOBRE BIEN DE DOMINIO PRIVADO	IZQ	0.1825	-	0.0043	0.1782	NO	
6	CHIC-DIQ-QAP-006	-	UC 017165	POSESION SOBRE BIEN DE DOMINIO PRIVADO	DER	0.2789	0.0003		0.2786	NO	
7	CHIC-DIQ-QAP-007	-	UC 017169	POSESION SOBRE BIEN DE DOMINIO PRIVADO	D/I	0.2313	0.0149		0.2164	NO	
8	CHIC-DIQ-QAP-008	-	UC 017166	POSESION SOBRE BIEN DE DOMINIO PRIVADO	DER	0.3521	-	0.0659	0.2862	NO	
9	CHIC-DIQ-QAP-009	-	UC 017173	POSESION SOBRE BIEN DE DOMINIO PRIVADO	IZQ	0.4045	0.0334		0.3711	NO	
10	CHIC-DIQ-QAP-010	-	UC 017185	POSESION SOBRE BIEN DE DOMINIO PRIVADO	IZQ	0.1766	0.0095		0.1671	NO	
11	CHIC-DIQ-QAP-011	-	UC 017164	POSESION SOBRE BIEN DE DOMINIO PRIVADO	DER	0.8713	-	0.0709	0.8004	NO	
12	CHIC-DIQ-QAP-012	-	UC 017186	POSESION SOBRE BIEN DE DOMINIO PRIVADO	D/I	0.1541	0.0318		0.1223	NO	
13	CHIC-DIQ-QAP-013	-	UC 017197	POSESION SOBRE BIEN DE DOMINIO PRIVADO	D/I	0.1743	0.0641	0.0059	0.1043	NO	
14	CHIC-DIQ-QAP-014	-	UC 017198	POSESION SOBRE BIEN DE DOMINIO PRIVADO	D/I	0.1397	0.0611	0.0048	0.0738	NO	
15	CHIC-DIQ-QAP-015	-	UC 017226	POSESION SOBRE BIEN DE DOMINIO PRIVADO	DER	0.0560	0.0396		0.0164	NO	
16	CHIC-DIQ-QAP-016	-	UC 017208	POSESION SOBRE BIEN DE DOMINIO PRIVADO	IZQ	0.1463	0.0792		0.0671	NO	
17	CHIC-DIQ-QAP-017	-	UC 017156	POSESION SOBRE BIEN DE	DER	0.2928	-	0.0003	0.2925	NO	

N°	CODIGO DE AFECTACIÓN	TITULAR	PARTIDA ELECTRÓNICA	TIPO DE BIEN	MARGEN	AREA TOTAL (HA)	AREA AFECTADA DIRECTA (HA)	AREA AFECTADA INDIRECTA (HA)	AREA REMANENTE (HA)	GRAV	RIESGO
				DOMINIO PRIVADO							
18	CHIC-DIQ-QAP-018	-	UC 017152	POSESION SOBRE BIEN DE DOMINIO PRIVADO	DER	0.3221	-	0.0361	0.286	NO	
19	CHIC-DIQ-QAP-019	-	UC 017151	POSESION SOBRE BIEN DE DOMINIO PRIVADO	DER	0.2661	-	0.0529	0.2132	NO	
20	CHIC-DIQ-QAP-020	-	UC 017149	POSESION SOBRE BIEN DE DOMINIO PRIVADO	DER	0.1790	-	0.0343	0.1447	NO	
21	CHIC-DIQ-QAP-021	-	UC 017148	POSESION SOBRE BIEN DE DOMINIO PRIVADO	DER	0.1894	-	0.0397	0.1497	NO	
22	CHIC-DIQ-QAP-022	-	UC 017209	POSESION SOBRE BIEN DE DOMINIO PRIVADO	IZQ	0.2089	0.0137		0.1952	NO	
23	CHIC-DIQ-QAP-023	-	UC 017145	POSESION SOBRE BIEN DE DOMINIO PRIVADO	DER	0.3505	-	0.0110	0.3395	NO	

3.2. Componente de interferencias

Cabe indicar que el T.U.O. del Decreto Legislativo 1192 define como interferencias a aquellas instalaciones existentes, a cargo de empresas o entidades prestadoras de servicios públicos; y otras instalaciones o bienes que se encuentren dentro del área de ejecución de Obras de Infraestructura, incluyendo, de manera no limitativa, a los bienes para la prestación directa e indirecta del servicio público (electricidad, saneamiento, telecomunicaciones), paneles, canales, paraderos, señalización, semáforos.

Conforme se aprecia de la redacción normativa, existen cuatro parámetros que deben concurrir de manera simultánea para establecer la existencia jurídica de una Interferencia:

- Que se trate de una instalación o bien ubicado dentro del área de obra de una infraestructura perteneciente al ámbito del T.U.O.;
- Que constituya titularidad de una empresa prestadora de servicios públicos, o de un privado, el mismo que debe hallarse bajo el ámbito de un Regulador;
- Que su liberación implique trabajos de remoción, traslado y/o reposición; y,
- Que la infraestructura este destinada a una finalidad pública; o, de lo contrario, constituir una estructura privada que requiera remoción, pero ubicada en el ámbito de lo público.

Para determinar los servicios que resultan afectados y las medidas de contingencia necesarias que deben ejecutarse para reponerlos en obra, se ha clasificado a los mismos teniendo en cuenta la función que desempeñan y las características de red e infraestructura civil que poseen, para ser removidas, desplazadas, clausuradas o repuestas de tal forma que durante y después de realizada la ejecución de obra, mantengan la misma calidad de prestación que venían realizando.

Los servicios que se hacen necesarios evaluar, al encontrarse en el área del proyecto son los siguientes:

- ✓ Interferencias con suministro de energía eléctrica.
- ✓ Interferencia con telecomunicaciones.
- ✓ Interferencia con captaciones de agua.
- ✓ Interferencias con redes de suministro de agua potable y desagüe.
- ✓ Entre otras

Es importante indicar que, de acuerdo con la definición normativa, la infraestructura de dominio público del Estado tales como vías, avenidas, calles, y puentes, NO constituyen interferencias dentro del ámbito regulado por el T.U.O. Ello debido a que, de acuerdo con lo normado por el Decreto Supremo 017-2007-MTC, que aprueba el Reglamento de Jerarquización Vial, la administración y gestión de los bienes de dominio público viales (patrimonio vial), incluyendo infraestructura vial, puentes, caminos, vías férreas y similares, constituye competencia del gobierno nacional, regional y los gobiernos locales, según el tipo de vía.

3.2.1. Metodología para la identificación de interferencias

Con la finalidad de identificar las interferencias en todo el tramo del proyecto, se ha establecido el siguiente procedimiento, el cual se divide en 3 fases:

- Fase preliminar de gabinete
- Fase de campo
- Fase final de gabinete.

3.2.2. Identificación de interferencias

3.2.2.1. Canal La Barranca – Junta de usuarios del sector hidráulico

El canal La Barranca se encuentra ubicada en el ámbito del distrito de Chicama cercano a la confluencia de la quebrada Alto Perú y el río Chicama entre las progresivas 0+150 al 0+200 respecto al dique del margen izquierdo (Dique AP-DE-I-4) y las progresivas 0+150 al 0+200 respecto al dique del margen derecho (Dique AP-DE-D-3).

Cuadro 68 Coordenadas de ubicación del canal La Barranca

INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA - CANAL					
ITEM	NOMBRE	COORDENADAS REFERENCIALES DE INTERSECCIÓN (UTM)			
		PUNTO INICIAL		PUNTO FINAL	
		ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
1	LA BARRANCA	719896.00	9145356.00	719960.00	9145346.00

Figura 94 Ubicación de canal La Barranca



3.2.2.1.1. Identificación del canal existente

La identificación del canal La Barranca se basó en el trabajo de campo realizado para identificar las posibles infraestructuras hidráulicas que podrían ser afectadas por la construcción de diques, siendo el resultado la afectación del canal existente por la construcción de diques de encauzamiento a ambas márgenes de la quebrada Alto Perú.

Figura 95 Canal existente La Barranca



3.2.2.2. Infraestructura eléctrica

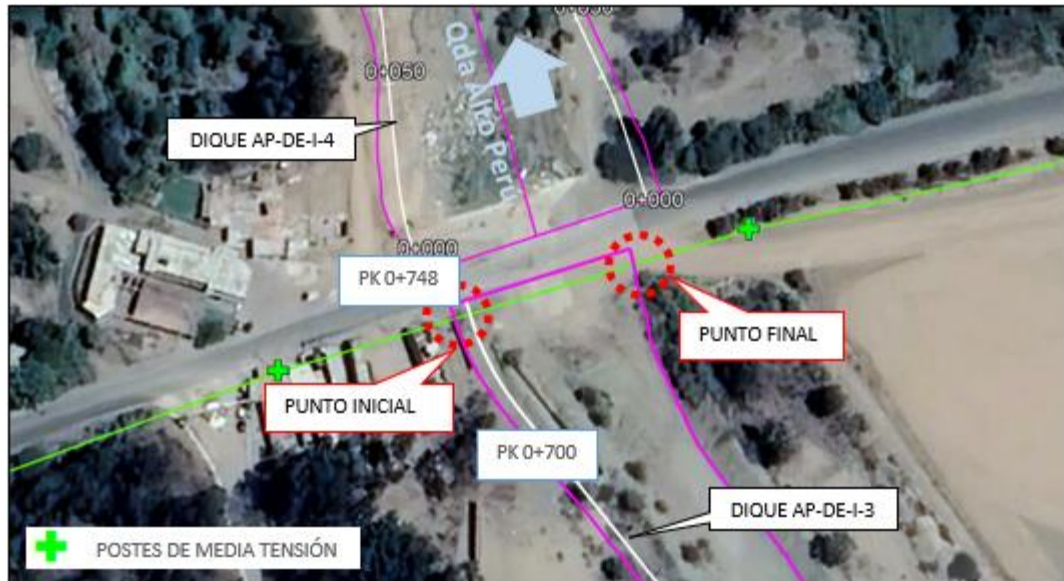
Línea de media tensión

Las líneas de media tensión identificadas se encuentran ubicadas en el ámbito del distrito de Chicama, entre las progresivas 0+700 y 0+748 respecto al eje del dique propuesto de la margen izquierda (Dique AP-DE-I-4) de la quebrada Alto Perú.

Cuadro 69 Coordenadas de ubicación de la línea de media tensión identificada

ITEM	DESCRIPCIÓN	COORDENADAS REFERENCIALES DE INTERSECCIÓN (UTM)			
		PUNTO INICIAL		PUNTO FINAL	
		ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
1	MEDIA TENSIÓN	719949.00	9145165.00	719997.00	9145180.00

Figura 96 Ubicación de línea de media tensión identificada



Tener en cuenta que los postes de media tensión no están afectados, pero existe una red eléctrica existente por lo que es necesario obtener las recomendaciones técnicas del titular, por lo que se informa que se viene realizando la búsqueda y recopilación de información para identificar a la empresa prestadora de servicios correspondiente.

3.2.2.3. Red vial – Vía departamental LI-105

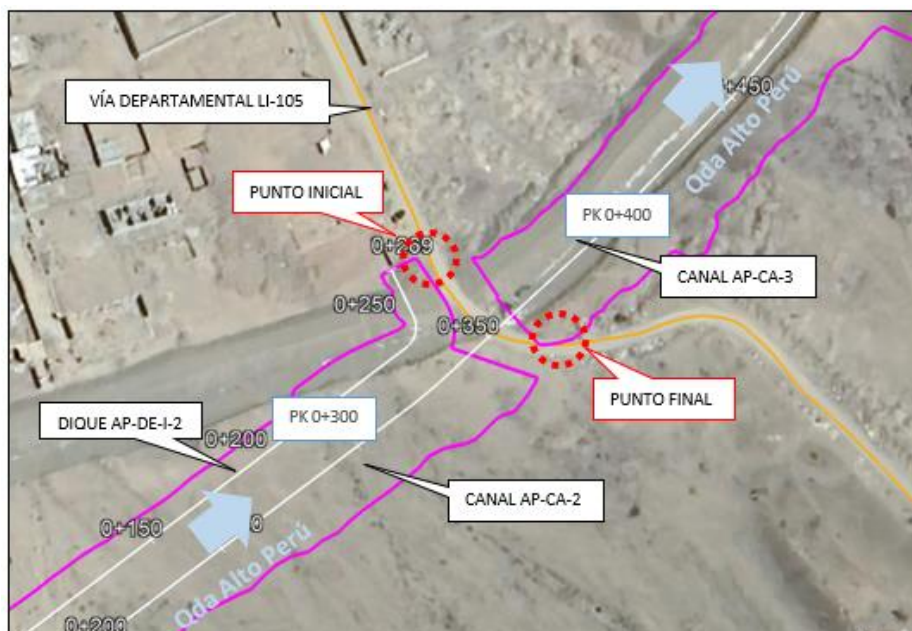
Para la construcción del dique de la quebrada Alto Perú se afectará la vía departamental LI-105 entre las progresivas 0+300 y 0+400 respecto al canal AP-CA-2 y AP-CA-3.

Cuadro 70 Coordenadas de ubicación de vía departamental

INFRAESTRUCTURA VIAL						
ITEM	TIPO	CODIGO DE LA VIA	COORDENADAS REFERENCIALES DE INTERSECCIÓN (UTM)			
			PUNTO INICIAL		PUNTO FINAL	
			ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
1	VÍA DEPARTAMENTAL	LI-105	720203.00	9143799.00	720240.00	9143773.00

Se pone en conocimiento que la vía nacional LI-105 permite conectar al centro poblado Sausal con el centro poblado Parrapos, por tanto, es de vital importancia que dicho acceso no sea vea obstaculizado por los componentes del proyecto.

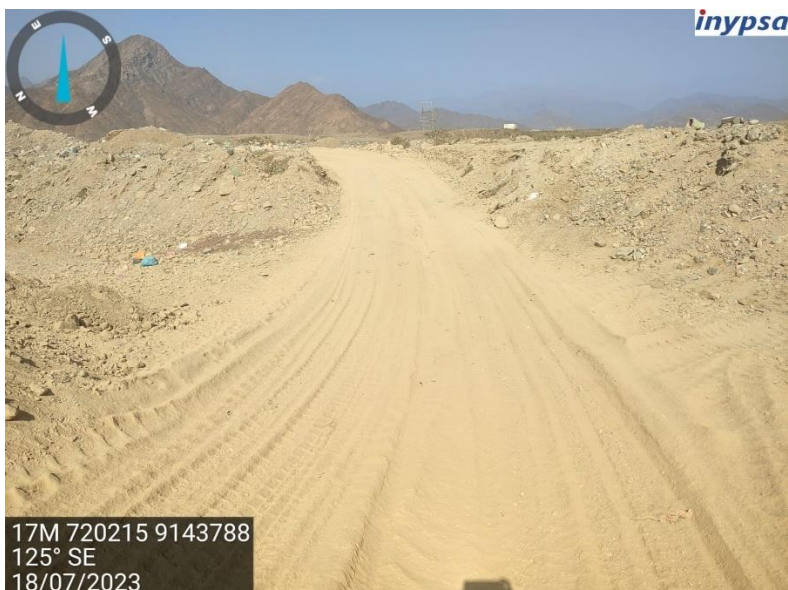
Figura 97 Ubicación de vía departamental identificada



3.2.2.3.1. Identificación de vía existente

La identificación de la vía departamental LI-105 se dio a cabo a través de la información que se contaba del MTC (Ministerio de Transporte y Comunicaciones) y del trabajo realizado entre INYPSA Y OHLA para confirmar la afectación de la vía, siendo el resultado una afectación por la construcción de las defensas ribereñas proyectadas (Dique AP-DE-I-2 y el canal AP-CA-2, AP-CA-3) de la quebrada Alto Perú.

Figura 98 Vía departamental LI-105



3.3. Gestión Medio Ambiente

En la tramitación ambiental que se realizó para la aprobación del Informe de Gestión Ambiental (IGA) del proyecto “CREACIÓN DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN EN LA RIBERA DE LAS QUEBRADAS ASCOPE, EL OSO, ALTO PERÚ, PAMAPA HERMOSA, QUIRRIPANO Y SANTANERO, VULNERABLES ANTE EL PELIGRO DE INUNDACIÓN EN LOS DISTRITOS DE ASCOPE Y CHICAMA DE LA PROVINCIA DE ASCOPE DEL DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD Y EL DISTRITO DE SAN BENITO-PROVINCIA DE CONTUMAZA - CAJAMARCA”, identificado con Código Único de Inversiones N° Código Único de Inversiones 2509655” cabe destacar los siguientes hitos:

- Mediante Formulario P-5, ingresado con Oficio N° 0490-2022-ARCC/GG/OA, con fecha 14 de setiembre de 2022, la Autoridad para la Reconstrucción con Cambios (en adelante, Titular), solicitó a la Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios (en adelante, DGAAA) del Ministerio de Desarrollo Agrario Riego (en adelante, MIDAGRI) la evaluación del IGA del PIP denominado “Creación del servicio de protección en la ribera de las quebradas Ascope, el Oso, Alto Perú, Pampa Hermosa, Quirripaño y Santanero, vulnerables ante el peligro de inundación en los distritos de Ascope, Chicama y San Benito de la provincia de Ascope del departamento de La Libertad y en el distrito de San Benito de la provincia de Contumazá del departamento de Cajamarca”, con Código Único de Inversiones N° 2509655.
- Mediante Informe Técnico N° 0658-2022-MIDAGRI-DVDAFIR/DGAAA-DERNCC- EASP, de fecha 17 de setiembre de 2022, el Área Temática de Sistema de Información Geográfica de la Dirección de Evaluación de los Recursos Naturales y Cambio Climático de la DGAAA del MIDAGRI, remitió a la Dirección de Gestión Ambiental Agraria (en adelante, DGAA) de la DGAAA del MIDAGRI, el Análisis cartográfico de superposición del proyecto agrario con Instrumento de Gestión Ambiental (IGA) en evaluación y Áreas Naturales Protegidas por el Estado, Ordenamiento Forestal, Concesiones Forestales, Ecosistemas frágiles y Bosques Secos, concluyendo lo siguiente: 4.1. No presenta superposición con Área Natural Protegida por el Estado, ni con Zona de Amortiguamiento, establecida

por el Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado-SERNANP. 4.2. No presenta superposición con Concesiones forestales, Bosques de producción permanente, Ecosistema Frágil o Bosques secos, del Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre – SERFOR.

- Mediante OFICIO N° 01629-2022-ARCC/DE/DSI, ingresado con fecha 29 de setiembre de 2022, el Titular, ingresó Información complementaria referente a la evaluación del IGA del PIP denominado “Creación del servicio de protección en la ribera de las quebradas Ascope, el Oso, Alto Perú, Pampa Hermosa, Quirripango Cajamarca”, con Código Único de Inversiones N° 2509655.
- El 30 de septiembre del 2022, se emite el INFORME N° 0088-2022-MIDAGRI-DVDAFIR/DGAAA-DGAA-JPTY, la misma que da como conclusión la APROBACIÓN del Instrumento ambiental mencionado.
- El 03 de octubre del 2022, mediante Resolución de Dirección General N°0632-2022-MIDAGRI-DVDAFIR-DGAAA se da por APROBADO el Informe de Gestión Ambiental del Proyecto de Inversión
- Pública denominado “Creación del servicio de protección en la ribera de las quebradas Ascope, Pampa Hermosa, Quirripango y Santanero, vulnerables ante el peligro de inundación en los distritos de Ascope, Chicama y San Benito de la provincia de Ascope del departamento de La Libertad y en el distrito de San Benito de la provincia de Contumazá del departamento de Cajamarca”, con Código Único de Inversiones N° 2509655

A la fecha, se viene elaborando la modificatoria de los componentes aprobados en el IGA del presente proyecto, los mismo que contarán con información de diseño a nivel EDI.

3.4. Building information Modeling (BIM)

El proyecto, se realizó utilizando la metodología BIM1; el acrónimo BIM de Building Information Modeling en referencia al “Modelado de Información de la Construcción”, es una metodología de trabajo colaborativa que documenta todo el ciclo de vida de esta, este hace uso de herramientas informáticas con el fin de gestionar un repositorio único de información útil para todos los agentes que participan en él. BIM es una metodología de trabajo colaborativo basada en la aplicación de procesos, estándares, herramientas y tecnologías para el modelamiento digital de la información de la infraestructura durante todo su ciclo de vida, a través del uso de un entorno común de datos.

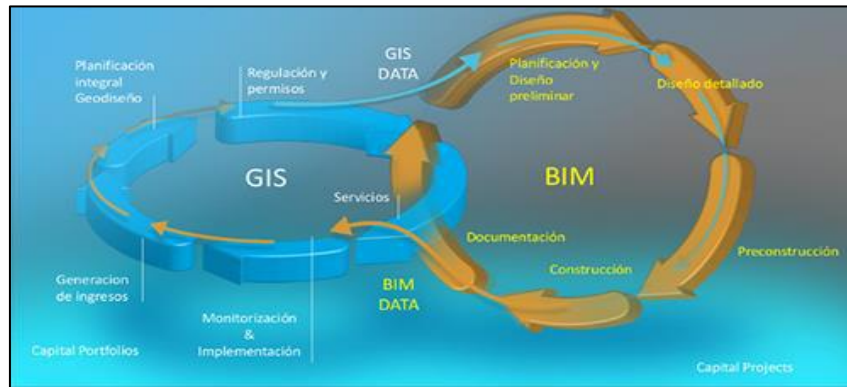
(1) Su uso se enmarca en los siguientes dispositivos legales: Decreto Supremo N° 237-2019-EF - Plan Nacional de Competitividad y Productividad (28.jul.2019), Decreto Supremo N° 289-2019-EF Incorporación progresiva de BIM en la inversión pública (08.set.2019), Decreto Legislativo N° 1486 Disposiciones para Mejorar y Optimizar la ejecución de las Inversiones Públicas (10.may.2020), Decreto Supremo N° 108-2021-EF Modifica el DS 289-2019-EF (15.may.2019), incluidas sus modificatorias.

La aplicación del sistema BIM espera alcanzar los siguientes objetivos:

- Reducir los tiempos de ejecución del proyecto en comparación a los procesos tradicionales.
- Asegurar la constructibilidad de las propuestas, utilizando los modelos BIM desde el levantamiento de condiciones existentes hasta el desarrollo del estudio definitivo, anticipando y detectando todos aquellos problemas derivados de interferencias o incompatibilidades, así como posibles deficiencias de diseño, para de esta manera reducir pérdidas de tiempo y sobrecostos, así como las modificaciones a los diseños aprobados asegurando así la eficiencia y economía del proceso.

- Optimizar el diseño, de manera que se obtenga el mejor posible, tanto a nivel funcional como económico.

Figura 99 intercambio de información BIM-GIS

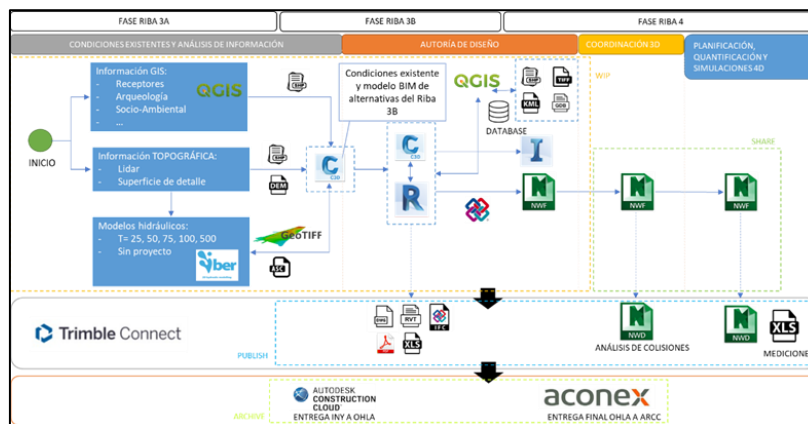


En esta etapa RIBA 4 se desarrollarán todos los diseños técnicos a nivel de detalle de ingeniería, tomando como base, las alternativas seleccionadas en la fase RIBA 3B, serán desarrollados en un LOD 300 y LOI 4 como mínimo, con la aplicación de los usos BIM para la fase RIBA 4, para obtener diseños coordinados antes del comienzo en el sitio.

Para RIBA 4, la metodología BIM se continuará desarrollando un trabajo colaborativo entre todas las especialidades del proyecto, para así tener como resultado, un diseño plenamente coordinado. Esta fase involucra la preparación de toda la información requerida para gestionar y construir el proyecto.

El objetivo de esta fase es generar el expediente de diseño a detalle para cada uno de los paquetes definidos en la planificación del diseño, donde se deberá incorporar la información adicional, cálculos, informes, especificaciones, etc. Es obligación del Contratista del Diseño, emplear la metodología BIM/SIG en base a los requisitos definidos en el apartado G360 del Volumen 2a y sus anexos.

Figura 100 flujograma general de la información



Para la implementación de la metodología BIM en esta fase del proyecto se ha realizado los siguientes modelos:

- Modelo BIM diques de encauzamiento:

Se ha generado modelos independientes de cada dique, con el software Civil 3D se han generado los modelos para la definición del movimiento de tierra, estos modelos contienen la información LOD y LOI de acuerdo con lo aceptado en el BEP.

Como parte de la información generada del modelo, se obtienen planos de planta, perfil, secciones, metrados de movimiento de tierras.

- Modelo BIM estructuras proyectadas

Se ha generado el modelo de las estructuras proyectadas (Alcantarilla, Sifón y Baden), con el software Revit se ha generado el modelo para la definición de detalles, este modelo contiene la información LOD de acuerdo con lo aceptado en el BEP.

Como parte de la información generada del modelo, se obtienen planos de planta, perfil, secciones, metrados.

- Modelo federado BIM

Con el software Infraworks se ha integrado cada uno de los modelos individuales en un modelo federado.

Toda la información descrita respecto al desarrollo de la implementación de la metodología BIM en esta fase del proyecto se detalla en el **Informe BIM correspondiente al Vol. 11 Información digital**

IV. RESUMEN DE COSTOS Y PERIODO DE EJECUCIÓN

4.1. COSTO DE INVERSIÓN

De acuerdo con lo desarrollado en el capítulo de presupuesto se tiene el siguiente resumen:

Cuadro 71: Presupuesto Paquete 04: Qda. Alto Perú / Sauzal: Diques de Retención y Encauzamiento

COSTO DIRECTO	17,016,339.87
GASTOS GENERALES	5,016,279.81
UTILIDAD	1,701,633.99
-----	-----
SUBTOTAL	23,734,253.67
COSTO PRODUCCION DE CANTERA PQT 4	4,253,549.52
IGV (18.00%)	5,037,804.57
-----	-----
COSTO TOTAL DEL PQT 4	33,025,607.76

El presupuesto total de proyecto 04: QDA. Alto Perú / Sauzal: Diques de Retención y Encauzamiento, se puede concluir que el Costo Previo estimado del Paquete 02 QDA. Pampa Hermosa – Quirripaño es S/ 33,025,607.76 Incluido IGV.

Para efectos de cuantificar los elementos componentes del presupuesto, se inicia calculando los volúmenes de cortes y rellenos obtenidos de modelamiento volumétrico (metrados) y con ellos multiplicarlos por sus respectivos precios unitarios.

Los Sustentos de los metrados y presupuesto del proyecto se encuentra en el VOLUMEN 05: METRADOS y PRESUPUESTO.

4.2. TIEMPO (PERÍODO) DE EJECUCIÓN.

Se ha considerado un período total de ejecución para las obras del Paquete 04 QDA. Alto Perú / Sauzal: Diques de Retención y Encauzamiento de 12.00 meses. En el cuadro siguiente se muestra el cronograma tentativo de ejecución de las obras de este Sector.

El programa de actividades de construcción se ha desarrollado en base a los metrados y rendimientos, con ello se ha procedido a determinar los plazos de cada actividad.

Por otro lado, se ha desarrollado una secuencia de ejecución de partidas en función del orden constructivo, que nos permita identificar las partidas Predecesoras y Sucesoras de cada actividad.

Una vez desarrollado el cronograma base se identifica la Ruta Crítica del proyecto, la cual se caracteriza por seguir el esquema de ejecución de actividades que no tienen holgura.

El cronograma se encuentra en el Volumen 6 -CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.

A continuación, se observa el cronograma Gantt del Proyecto:

Cuadro 72: Cronograma Paquete 04: Qda. Alto Perú / Sauzal: Diques de Retención y Encauzamiento

					2024											
ID	DESCRIPTION	Dias	Start Date	Finish Date	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
			Project Month													
	RIO CHICAMA - PY 04 - PQT 04 - QUEBRADA ALTO PERÚ/SAUSAL - DIQUE DE RETENCIÓN	360.00	3-Ene-24	27-Dic-24												
1.00	OBRAS PROVISIONALES Y PRELIMINARES		3-Ene-24	27-Dic-24												
2.00	DERIVACION QDA. ALTO PERU 1 - QDA. ALTO PERU 2		23-Ene-24	24-Mar-24												
3.00	DERIVACION QDA. ALTO PERU 2 - QDA. MALA ALMA		27-Ene-24	12-Dic-24												
4.00	ESPIGONES		26-Oct-24	15-Nov-24												
5.00	OBRAS DE CRUCE		5-Jul-24	25-Nov-24												
6.00	PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD		13-Ene-24	25-Nov-24												
7.00	CANTERAS DE ROCA PARA PAQUETE 4		3-Ene-24	27-Nov-24												