

CO - PE - 1PE326 - CI - SC - 002

Construcción

Perú

Proyecto: Chicama y Virú

Disciplina

Tipo documento

Número secuencial

EDI CONTRATACIÓN PQT 06-RIO CHICAMA: TRAMO 1 – Descolmatación, Encauzamiento y Protección (km 45+000 – km 64+022)

SOLUCIONES INTEGRALES ENTREGA DE LAS DEFENSAS RIBEREÑAS RÍO
CHICAMA Y RÍO VIRÚ (PAQUETE 9R-06)

400195 CHICAMA OBRAS EN RIO

“ENTREGA DE LAS DEFENSAS RIBEREÑAS DEL RIO CHICAMA Y VIRÚ (PAQUETE 9R-06)”

Propuesto por

Gerente de Diseño

José Luis Oblitas N., 03/09/22

Revisado por

Gerente Transversal de Diseño

David Rodriguez M, 03/09/22

Aprobado por

Gerente de Proyecto

Gustavo Magalhães, 03/09/22

Nivel de seguridad:

Interno

Alcance:

ENTREGA DE LAS DEFENSAS RIBEREÑAS DEL RIO
CHICAMA Y RIO VIRÚ (Paquete 9R-06)

Histórico de revisiones

Rev.00	03.09.22	Emisión inicial
--------	----------	-----------------

Documentación relacionada y aplicable

Definiciones

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:.....

Responsable de distribución:

ÍNDICE

1	DOCUMENTOS DE BASE DE REFERENCIA	7
2	ASPECTOS GENERALES	7
2.1	ANTECEDENTES	7
2.2	UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD	10
3	OBJETO DEL DOCUMENTO	12
4	PAQUETE 06 – RÍO CHICAMA: DESCOLMATACIÓN, ENCAUZAMIENTO Y PROTECCIÓN 45+000-64+022.	13
4.1	UBICACIÓN	13
4.2	ALCANCES	13
4.3	VÍAS DE ACCESO	15
5	ESTUDIOS BÁSICOS DE INGENIERÍA	15
5.1	ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS	15
5.2	ESTUDIOS DE CANTERAS, FUENTES DE AGUA Y DME'S	16
5.2.1	PATIO DE MANIOBRAS Y OFICINAS	16
5.2.2	CANTERAS	17
5.2.3	DEPÓSITO DE MaTeRIALES EXCEDENTES (DME)	20
5.2.4	DEPÓSITO DE MaTeRIALES ORGÁNICOS (DMO)	21
5.2.5	FUENTES DE AGUA	21
5.2.6	ESTUDIO DE HIDROLOGÍA Y SEDIMENTOLOGÍA	24
6	INGENIERÍA DE PROYECTO	26
6.1	MODELAMIENTO Y SCBA	26
6.1.1	MODELAMIENTO HIDRÁULICO	26
6.2	CRITERIOS DE DISEÑO DEFINITIVO	26
6.2.1	BASES DE DISEÑO DE DIQUES DE ENCAUZAMIENTO “RÍO CHICAMA – TRAMO 1: DESCOLMATACIÓN, ENCAUZAMIENTO Y PROTECCIÓN 45+000 – 64+022”.	27
6.2.2	Análisis de estabilidad diques	31
6.3	CRITERIOS DE DISEÑO DEFINITIVO	31
6.3.1	DESCRIPCIÓN DEL MODELO	31
6.3.2	CONFIGURACIÓN DEL MODELO	32
6.4	PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO	35
6.5	DIQUES DE ENCAUZAMIENTO	36
6.5.1	Diques nuevos	37
6.5.2	Recrecimiento de dique existente	38
6.5.3	Enrocado de diques existentes	40

Índice de Cuadros

Cuadro N° 1: Documentación de Referencia	7
Cuadro N° 2: Proyectos considerados en el Plan Integral para el control de inundaciones y movimientos de masa de las cuencas de los ríos Virú y Chicama – Departamento de La Libertad (paquete 9R-06).....	8
Cuadro N° 3: Detalle de paquetización Proyecto 3	9
Cuadro N° 4: Detalle de paquetización Proyecto 4	10
Cuadro N° 5: Ubicación general de Paquete 6 – Río Chicama – Tramo 1	13
Cuadro N° 6: Distancia media de transporte de canteras de roca hacia sectores del paquete 6	19
Cuadro N° 7: Demanda de agua mensual	23
Cuadro N° 8: Registro de caudales máximos diarios (m3/s)	25
Cuadro N° 9: Características de diques existentes del río Chicama	30
Cuadro N° 10: Análisis de estabilidad de diques	31
Cuadro N° 11: Caudales Río Chicama sin PRESAS con cambio climático	33
Cuadro N° 12: Caudales Río Chicama sin PRESAS con cambio climático + sedimentos	33
Cuadro N° 13: Descolmatación calculada del paquete 6	35
Cuadro N° 14: Intervención de diques paquete 6 – tramo 1 del Chicama	35

Índice de figuras

Figura 1: Ubicación del proyecto en el río Chicama	11
Figura 2: Paquete 06: RIO CHICAMA: Descolmatación, Encauzamiento y Protección 45+000 - 64+022....	12
Figura 3: Ubicación general del Paquete 6 - Río Chicama.....	13
Figura 4: Disposición de las obras del Paquete 6 Río Chicama	14
Figura 5: Vías principales de acceso – Paquete 07 – Río Chicama – Tramo 2	15
Figura 6: Área del proyecto En color azul Lidar 2019 – en color magenta Lidar 2021.....	16
Figura 7: Patio de manobras (PM) y oficina (OF) - 6.1-C.....	17
Figura 8: Ubicación Canteras de Roca – Paquete 06.....	18
Figura 9: Ubicación en planta de Depósitos de Material Excedente (DME).....	20
Figura 10: Ubicación en planta de DMO	21
Figura 11: Ubicación de puntos de agua.....	22
Figura 12: Sección típica río Chicama	28
Figura 13: Planta Típica de Captación Lateral del río Chicama paquete 6	28

Figura 14: Corte Típico de Captación Lateral del río Chicama paquete 6	29
Figura 15: Sectorización de los trabajos de descolmatación.....	34
Figura 16: Sectorización del tramo 1 y diques de encauzamiento – Río Chicama.....	37
Figura 17: Dique nuevo con enrocado ST- 1	38
Figura 18: Excavación en cauce de Dique nuevo con enrocado ST- 1	38
Figura 19: Protección de talud con recrecimiento con enrocado ST-7	39
Figura 20: Enrocado validados con recrecimiento de gavión ST-8.....	40
Figura 21: Recrecimiento de dique validado con gavión ST-12.....	40
Figura 22: Protección de talud sin recrecimiento con enrocado ST-9	41
Figura 23: Remoción de diques deficientes	41

1 DOCUMENTOS DE BASE DE REFERENCIA

Cuadro N° 1: Documentación de Referencia

Documentación de referencia			
PEJEZA-CRCH	Entregable n°06	V02	CRCH-190603-INF-06-01
PEJEZA-CRCH	Entregable n°07 Diseño estructural	V01	CRCH-190603-INF-07-01
UKDT-ARCC	Revisión técnica del río Chicama. Informe de evaluación del PIP. Componente A	V01	400195-UKD001-000-XX-RP-ZZ-000002
UKDT-ARCC	Evaluación de riesgos múltiples en la cuenca del río Chicama. MHA sobre la base de las imágenes satélite y la información proporcionada por ARCC	V01	400195-UKD001-000-XX-RP-ZZ-000002
UKDT-ARCC	Nota técnica Modelamiento Hidrológico - Hidráulico	V04	999990-ARC001-000-XX-GU-YY-000001
Data Online			
GOOGLE EARTH	Imágenes Satelitales		

2 ASPECTOS GENERALES

2.1 ANTECEDENTES

OHLA Construcción ha sido adjudicatario recientemente por parte de la ARCC del proyecto denominado “Plan Integral para el control de inundaciones y movimientos de masa de las cuencas de los ríos Virú y Chicama – Departamento de La Libertad (paquete R-06)” (de ahora en adelante el Proyecto).

El alcance del Proyecto consiste en la validación técnica, el diseño de detalle, la obtención de los permisos necesarios (ambientales, arqueológicos, etc.), la liberación de afectaciones prediales e interferencias y la construcción de las soluciones definidas de los cuatro proyectos contemplados en los estudios de perfil declarados viables redactados por los Consorcios Hidráulico Río Norte y Chicama, por encargo del PSI (Programa Subsectorial de Irrigaciones adscrito al Ministerio de Agricultura y Riego) contemplados en el Proyecto Especial Jequetepeque Zaña (PEJEZA).

Cuadro N° 2: Proyectos considerados en el Plan Integral para el control de inundaciones y movimientos de masa de las cuencas de los ríos Virú y Chicama – Departamento de La Libertad (paquete 9R-06)

RÍO	PROYECTO	ESTUDIOS DE PERFIL DECLARADOS VIABLES
Virú	Proyecto 1	“Mejoramiento y Ampliación del servicio de protección contra inundaciones en ambas márgenes del río Virú y afluentes, Distrito de Carabamba y Virú - Provincias de Julcán y Virú - Departamento de la Libertad”. Identificado con CUI 2501657.
	Proyecto 2	“Creación del Servicio de Protección Contra Desbordes de Quebradas Norte Verde, Queneto, El Arenal (Cereal) y Huascarán, Distrito de Virú, Provincia de Virú, Departamento de La Libertad”. Identificado con CUI 2501721.
Chicama	Proyecto 3	“Mejoramiento y Ampliación del servicio de protección contra inundaciones, en ambas márgenes del río Chicama, tramo de la desembocadura al Océano Pacífico hasta el Puente Punta Moreno, distritos de Ascope, Chicama, Magdalena de Cao, Casa Grande, Santiago de Cao y San Benito, de la Provincia de Ascope del Departamento de La Libertad y la Provincia de Contumazá del Departamento de Cajamarca”. Identificado con CUI 2501802.
	Proyecto 4	“Creación del servicio de protección en la ribera de las quebradas Ascope, El Oso, Alto Perú, Pampa Hermosa, Quirripango 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 en el distrito de San Benito de la provincia de Contumazá del Departamento de Cajamarca. Identificado con CUI 2509655.

Los estudios antes mencionados corresponden a proyectos a nivel de Perfil (Pre-Inversión) declarados viables y derivados de los Planes Integrales para el Control de Inundaciones y Movimientos de masa de la Cuenca de los ríos Virú y Chicama (de ahora en adelante PI), mediante los cuales se definieron las actuaciones de defensas ribereñas, así como otras actuaciones complementarias ubicados en quebradas, como diques de retención de sedimentos y/o sólidos, mejoramiento de las defensas existentes, etc.

Por otro lado, El CONSORCIO HIDRÁULICO DEL NORTE, integrado por las empresas consultoras TEC-CUATRO S.A. – Sucursal Perú y DOHWA Engineering CO. LTD Sucursal del Perú, es el responsable del Diseño y desarrollo de la Ingeniería de detalle de los cuatro proyectos contemplados en los estudios de perfil (Cuadro N°1) declarados viables el Programa Subsectorial de Irrigaciones – PSI – desarrollados como unidad ejecutora a través del Proyecto Especial Jequetepeque Zaña – PEJEZA.

A continuación, se describe las intervenciones en los proyectos considerados en el Río Chicama para los CUI 3 – 2501802 (proyecto 3) y CUI 4 – 2509655 (proyecto 4), respectivamente.

Proyecto 3 – CUI – 2501802

Las obras o intervenciones a realizar en el río Chicama que corresponden al Proyecto 3 contemplan la construcción de las defensas ribereñas en ambas márgenes, desde la progresiva 0+000 en el litoral marino hasta la progresiva 64+022 (Puente Punta Moreno).

El punto de referencia para el acceso a los tramos de intervención en el río Chicama es el distrito de Chicama, ubicado a la derecha de la Carretera Panamericana Norte en dirección de Trujillo a Chiclayo, en cercanías se encuentra el desvío a la vía nacional PN 1NF, tramo Chicama – Sausal – Cascas, el cual es el acceso directo a los sectores del proyecto 3.

A fin de facilitar la liberación para la ejecución de obras, el proyecto 3 se ha subdividido en 4 paquetes de ejecución de obra (Paquete 6, Paquete 6, Paquete 8, Paquete 9) los cuales se detallan a continuación:

Cuadro N° 3: Detalle de paquetización Proyecto 3

PERFIL	GRUPO	PAQUETE	COMPONENTE
PROYECTO 03 Río Chicama	Río Chicama	6	PY 03 - PQT 06 - RÍO CHICAMA - TRAMO 01: Descolmatación y Encauzamiento 45+000 - 64+022
		7	PY 03 - PQT 07 - RÍO CHICAMA - TRAMO 02, Descolmatación y Encauzamiento 30+000 - 45+000
		8	PY 03 - PQT 08 - RÍO CHICAMA - TRAMO 03, Descolmatación y Encauzamiento 15+800 - 30+000
		9	PY 03 - PQT 09 - RÍO CHICAMA - TRAMO 04, Descolmatación y Encauzamiento 0+000 - 15+800

Proyecto 4 - CUI 4 – 2509655

Las intervenciones consideradas en el proyecto 4 proponen diques de retención transversales a las quebradas consideradas en el PIP, las cuales permitirán mitigar el movimiento de masas en las quebradas Oso, Alto Perú, Pampa Hermosa, Quirripano (margen izquierda) y quebradas Santanero, Ascope (margen derecha).

El acceso al proyecto 4 es similar al proyecto 3, las actuaciones en el proyecto 4 consideran la intervención en 6 quebradas, los cuales conforman 5 paquetes de ejecución de obra,

(Paquete 1, Paquete 2, Paquete 3, Paquete 4, Paquete 5), los cuales se detallan a continuación:

Cuadro N° 4: Detalle de paquetización Proyecto 4

PERFIL	GRUPO	PAQUETE	COMPONENTE
PROYECTO 04 Qdas. Ascope	Qdas. Oso, Alto Perú, Pampa hermosa, Quirripango, Santanero y Ascope	1	PY 04 - PQT 01 - Qda. León (Oso): Dique de Retención y Canal de Descarga
		2	PY 04 - PQT 02 - Qdas. Pampa Hermosa - Quirripango / Pampas de Jaguey: Diques de Retención
		3	PY 04 - PQT 03 - Qdas. Santanero / Algarrobal- La Portada -La Huaca - Jaguey: Diques de Retención
		4	PY 04 - PQT 04 - Qdas. Alto Perú / Sausal
		5	PY 04 - PQT 05 - QDAS. Ascope / Chicama

2.2 UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD

A continuación, detallaremos la ubicación y accesibilidad del proyecto 3 (cuadro N°2), en el cual se encuentra ubicado el Paquete 6, del cual se hace mención en la presente memoria descriptiva. El río Chicama se ubica en la zona norte del Perú, asimismo el emplazamiento del Paquete 6 (Km 45+000 – 64+022, progresiva referencial desde el litoral marino), en el cual se ha proyectado defensas ribereñas de protección en ambas márgenes.

Políticamente el río Chicama se ubica en la región de La Libertad, colindante con la Provincia de Ascope abarcando los distritos de Ascope y Chicama y con influencia en los centros poblados de Chiclin, Salinar, Piedra Molino, Alto Perú y La Campiña.

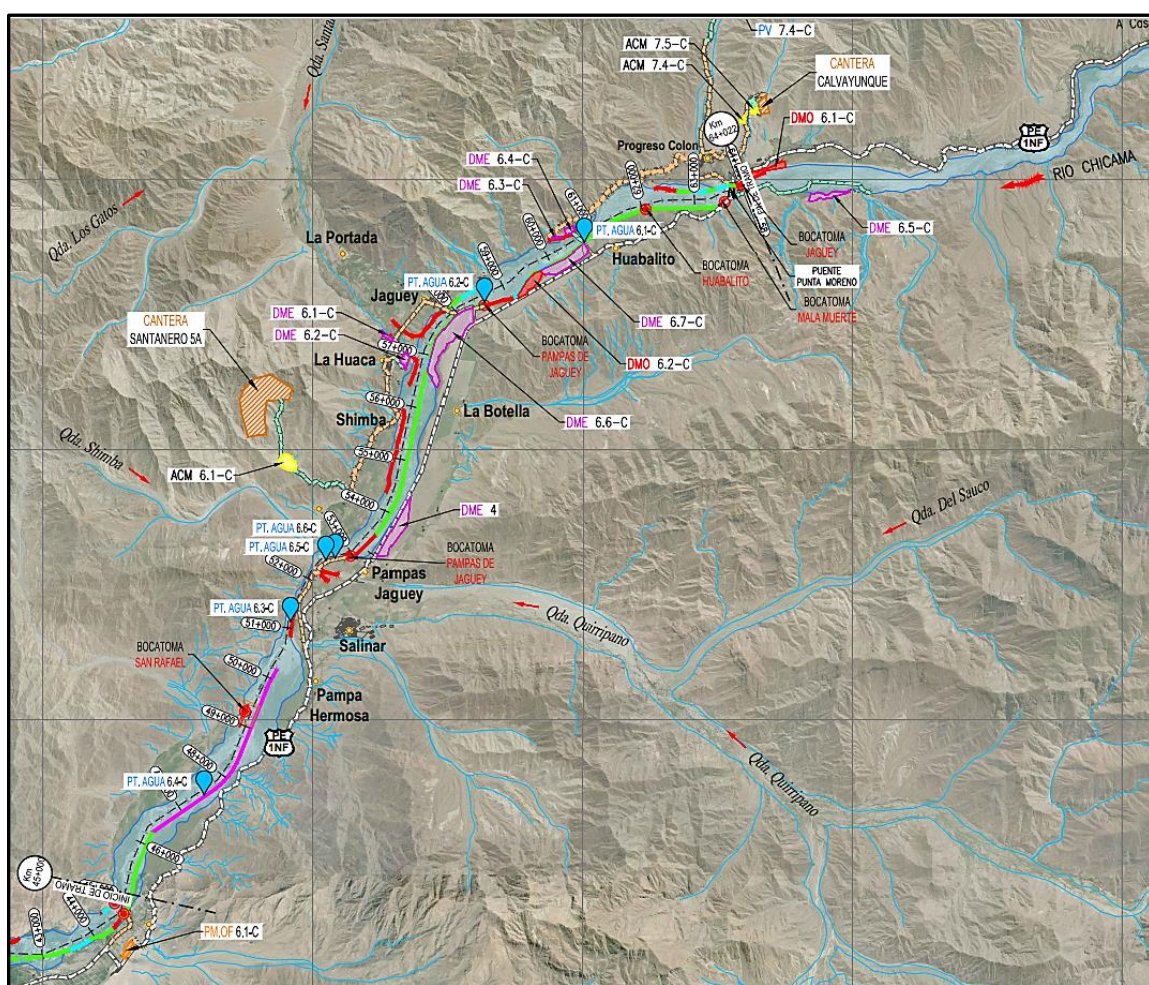
Las principales vías de acceso al área del proyecto se realizan por vía terrestre a través de la carretera Panamericana Norte desde Lima a Trujillo y por vía aérea al Aeropuerto Capitán FAP Carlos Martínez de Pinillos desde Lima a Trujillo.

La distancia referencial desde Lima hasta Trujillo es de 558 Km y desde Trujillo al distrito de Chicama la distancia es de 32.2 Km.



Página 11 de 41

El presente documento tiene por objeto detallar las características fundamentales del proyecto, los materiales, las instalaciones, las tecnologías a emplear así como la justificación técnica del cumplimiento de las especificaciones requeridas de acuerdo a la normativa técnica aplicable en los trabajos de descolmatación y encauzamientos del río Chicama correspondientes al paquete 6 (Progresiva de Km 45+000 – 64+022) que forma parte del proyecto “Plan Integral para el control de inundaciones y movimientos de masa de las cuencas de los ríos Virú y Chicama – Departamento de La Libertad (paquete R-06)”.



A continuación, se detalla los alcances de la propuesta de considerada para los trabajos de defensas ribereñas en el paquete 6 desde la progresiva 45+000 al 64+022.

4 PAQUETE 06 – RÍO CHICAMA: DESCOLMATACIÓN, ENCAUZAMIENTO Y PROTECCIÓN 45+000-64+022.

4.1 UBICACIÓN

Las obras de este paquete están ubicadas entre las progresivas Km 45+000 - 64+022 del río Chicama, teniendo como referencia el litoral marino (Km 0+000) al Este del distrito de Chicama, provincia de Ascope, departamento de La Libertad (ver Figura 3).

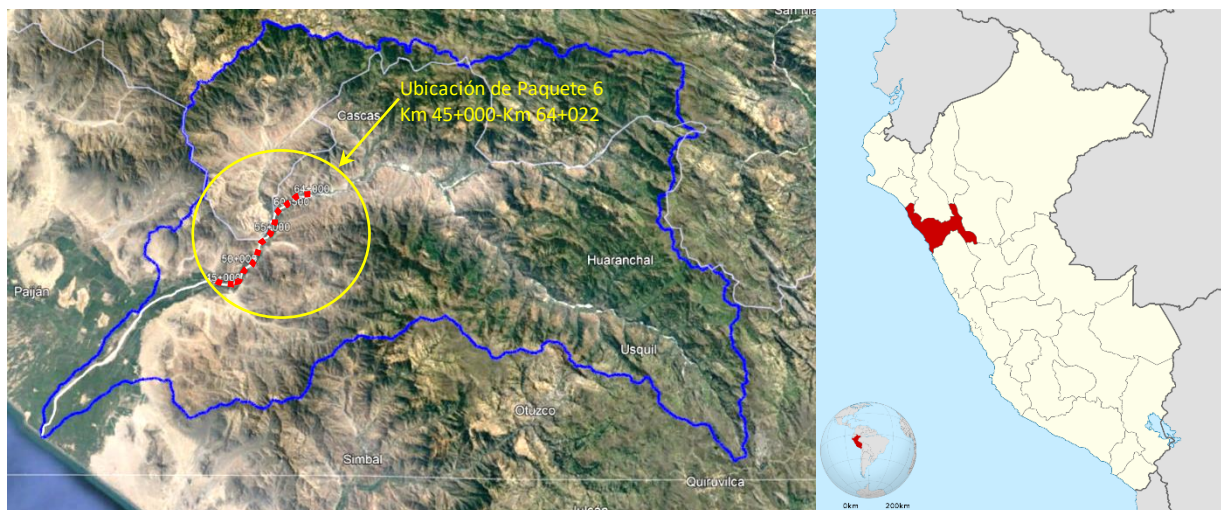


Figura 3: Ubicación general del Paquete 6 - Río Chicama

En el Cuadro N° 5, se detallan las coordenadas de inicio y final del paquete 6 – tramo 1 del río Chicama.

Cuadro N° 5: Ubicación general de Paquete 6 – Río Chicama – Tramo 1

PUNTO	UTM NORTE	UTM ESTE	ELEVACION	ZONA
INICIO (Km 45+000)	9146739.00 m	721538.00 m	287 m	17 M
FIN (Km 64+022)	9159844.00 m	733031.00 m	441 m	17 M

4.2 ALCANCES

Los alcances para el Paquete 6 - río Chicama, contemplan descolmatación del cauce, obras de encauzamiento y protección en ambas márgenes del río evitando los desbordes de las máximas avenidas extraordinarias y lograr eficientemente la evacuación al litoral marino. Así mismo se establecerán referencialmente la ubicación y habilitación de las áreas auxiliares mínimas, asimismo los accesos constructivos nuevos y a rehabilitar. La ubicación de las obras se muestra en Figura N° 4, a continuación:

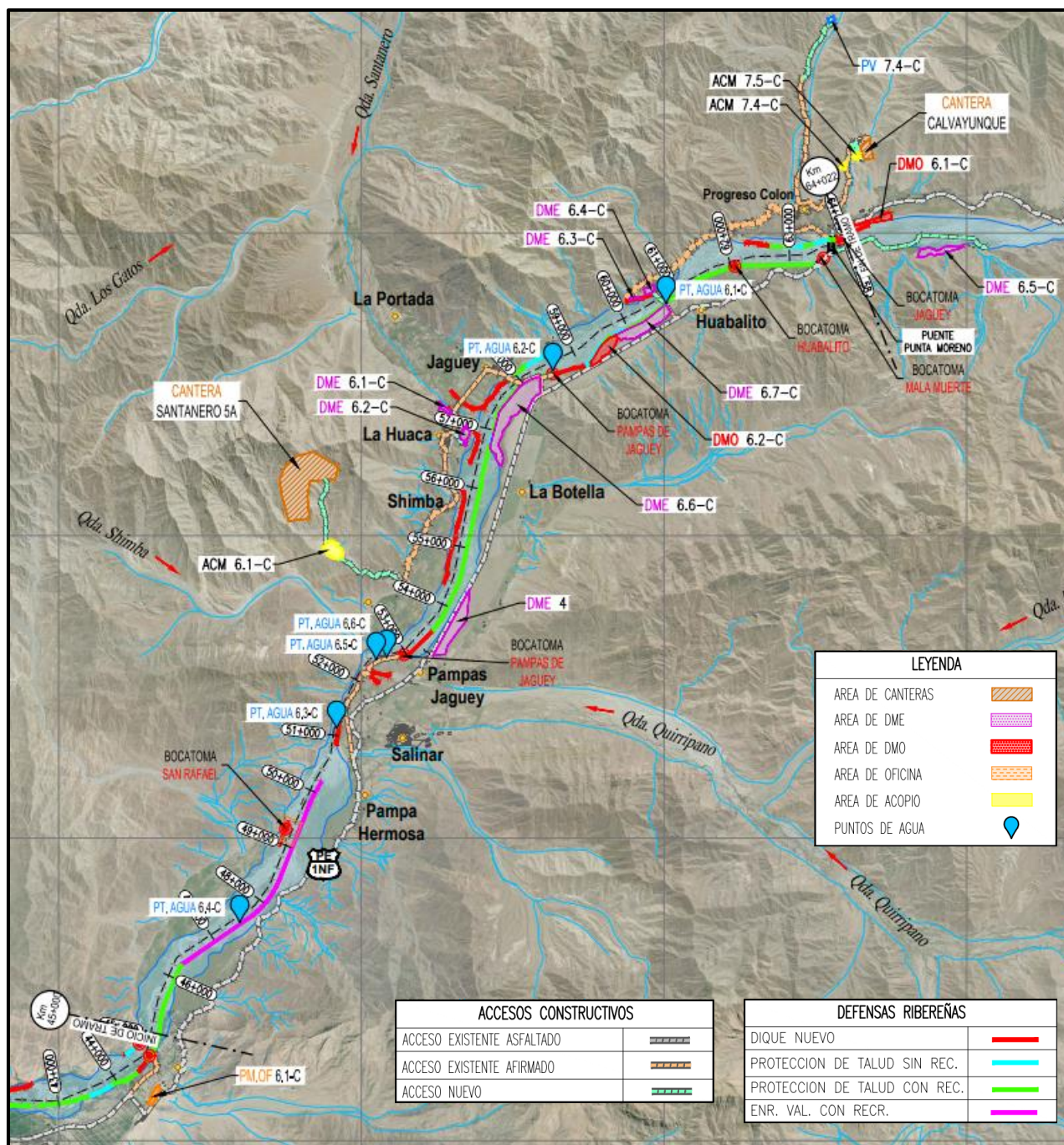


Figura 4: Disposición de las obras del Paquete 6 Río Chicama

4.3 VIAS DE ACCESO

Desde Trujillo se accede siguiendo la ruta por la carretera Panamericana Norte PE-1N, hasta el óvalo Hacienda Darenas, por donde se toma la vía PE-1NF hasta llegar al puente Victoria. Desde el puente Victoria (km 26+400 del Río Chicama) a partir de este punto se puede llegar a la margen derecha del río Chicama, por la vía parcialmente asfaltada LI-101, o seguir por la vía PE-1NF e ingresar a la margen izquierda a la altura de Sausal. Estas vías descritas recorren en paralelo ambas márgenes del río Chicama (ver Figura N° 5).



Figura 5: Vías principales de acceso – Paquete 07 – Río Chicama – Tramo 2

5 ESTUDIOS BÁSICOS DE INGENIERÍA

5.1 ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS

Los estudios topográficos en el área de emplazamiento total del proyecto (Km 0+000 al Km 64+022) en el río Chicama fue realizado a través de un levantamiento Lidar fotogramétrico complementario para ampliar la información topográfica y orto fotografías existentes a nivel de perfil viable (del año 2019), input que permitió complementar la información existente para realizar el modelamiento hidráulico.

La complementación topográfica permitirá integrar y mejorar las condiciones de información actualizada para las especialidades de predios, geotecnia, paisajismo con el claro objeto de

obtener productos con mayor detalle y precisión en el planteamiento de obras y propuestas de diseño.

a continuación, se muestra el área que se ha complementado en el año 2021 mediante el vuelo Lidar de actualización, tal como se muestra en la siguiente figura:



*Figura 6: Área del proyecto
En color azul Lidar 2019 – en color magenta Lidar 2021*

5.2 ESTUDIOS DE CANTERAS, FUENTES DE AGUA Y DME'S

Se realiza la descripción de las áreas auxiliares como campamentos, canteras, depósitos de materiales excedentes (DME), fuentes de agua, vías de acceso de nueva conformación y accesos de vías existentes al paquete 6 del Río Chicama tal como se muestra en la Figura 4: Disposición de las obras del Paquete 6 Río Chicama.

5.2.1 PATIO DE MANIOBRAS Y OFICINAS

En el ámbito del proyecto se han determinado áreas para patio de Maniobras y Oficinas las cuales son las siguientes:

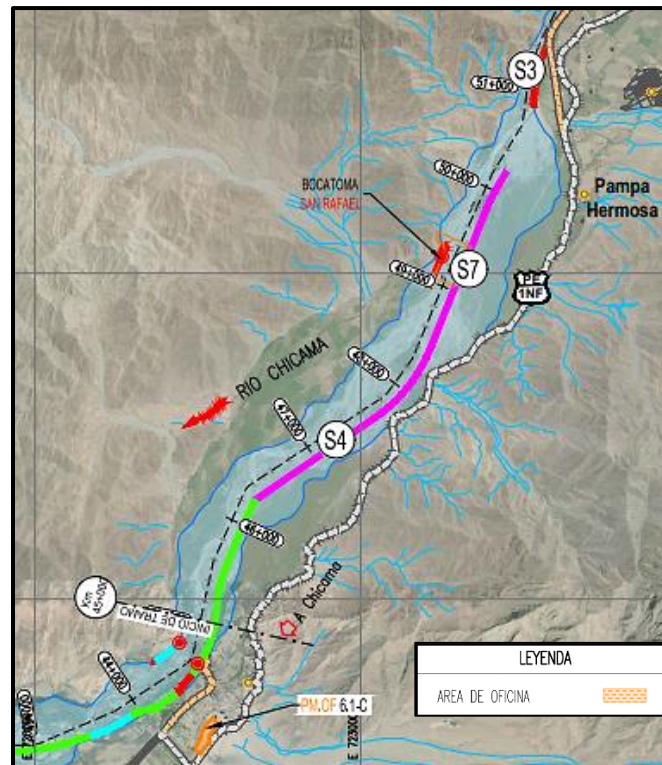


Figura 7: Patio de manobras (PM) y oficina (OF) - 6.1-C

5.2.2 CANTERAS

Para suministrar los materiales de acarreo necesarios para la construcción de las defensas ribereñas, se prevé utilizar las siguientes canteras (Ver Figura 8):

- Cantera de Calvayunque
- Cantera Santanero 5A
- Cantera Nuevo Alto Perú 3

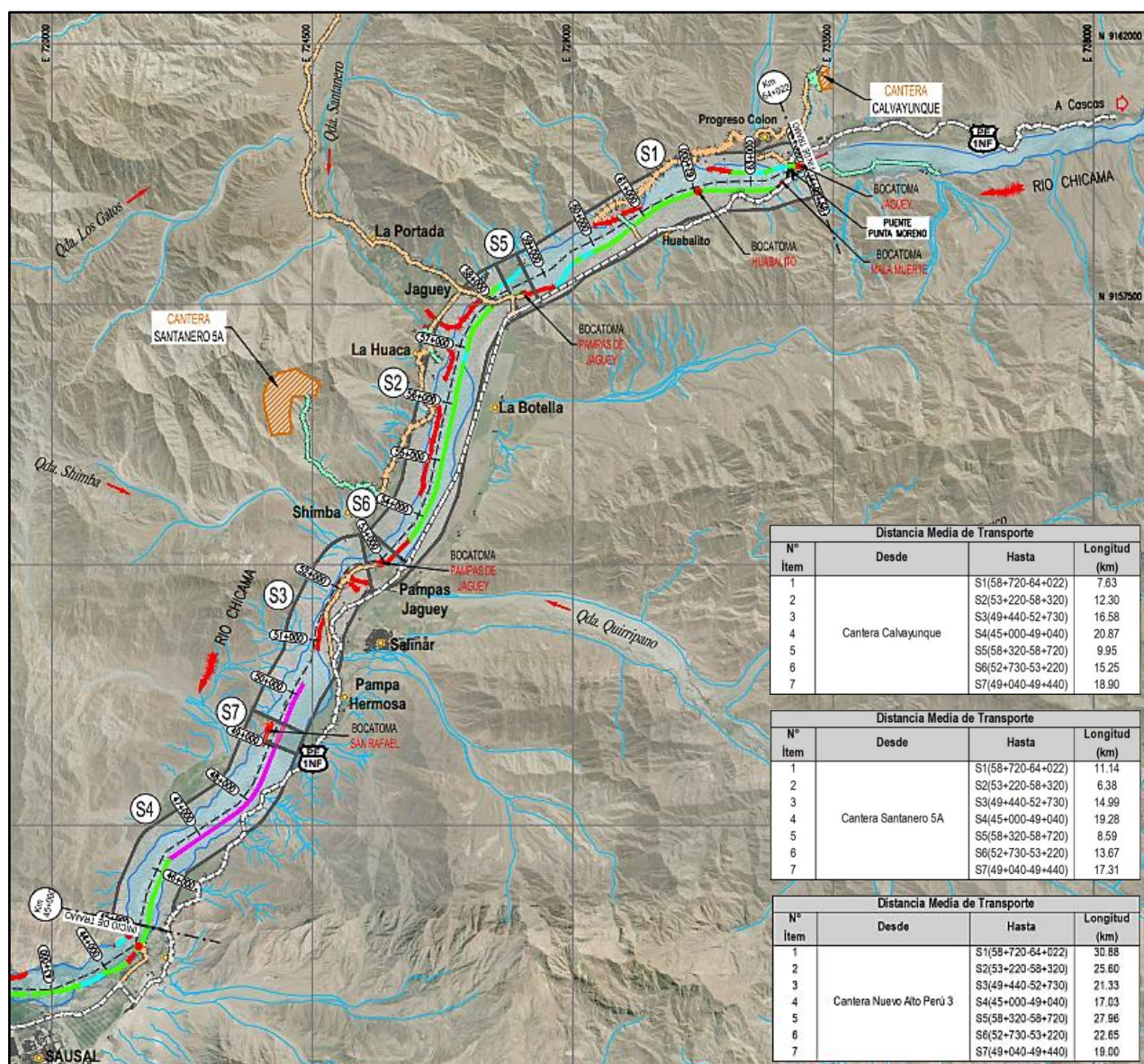


Figura 8: Ubicación Canteras de Roca – Paquete 06

En el cuadro a continuación se indica las distancias medias de transporte desde las canteras hacia cada sector del paquete 6.

Distancia Media de Transporte (Margen Derecha)			
N° Ítem	Desde	Hasta	Longitud (km)
1	Cantera Santanero 5A	S1(58+720-64+022)	11.14
2		S2(53+220-58+320)	6.38
3		S3(49+440-52+730)	14.99
4		S4(45+000-49+040)	19.28
5		S5(58+320-58+720)	8.59
6		S6(52+730-53+220)	13.67
7		S7(49+040-49+440)	17.31

Distancia Media de Transporte (Margen Derecha)			
N° Ítem	Desde	Hasta	Longitud (km)
1	Cantera Calvayunque	S1(58+720-64+022)	7.63
2		S2(53+220-58+320)	12.30
3		S3(49+440-52+730)	16.58
4		S4(45+000-49+040)	20.87
5		S5(58+320-58+720)	9.95
6		S6(52+730-53+220)	15.25
7		S7(49+040-49+440)	18.90

Distancia Media de Transporte (Margen Izquierda)			
N° Ítem	Desde	Hasta	Longitud (km)
1	Cantera Nuevo Alto Perú 3	S1(58+720-64+022)	30.88
2		S2(53+220-58+320)	25.60
3		S3(49+440-52+730)	21.33
4		S4(45+000-49+040)	17.03
5		S5(58+320-58+720)	27.96
6		S6(52+730-53+220)	22.65
7		S7(49+040-49+440)	19.00

Cuadro N° 6: Distancia media de transporte de canteras de roca hacia sectores del paquete 6

5.2.3 DEPÓSITO DE MATERIALES EXCEDENTES (DME)

Para depositar los materiales excedentes provenientes de las excavaciones de la construcción de las defensas ribereñas, se utilizarán las siguientes DMEs:

DME 4, DME 6.1-C, DME 6.2-C, DME 6.3-C, DME 6.4-C, DME 6.5-C, DME 6.6-C y DME 6.7-C (Figura 9)

Es preciso indicar que los controles de filtraciones (obras de drenaje) tanto en los DMEs y DMOs, serán controlados con una zanja perimetral de drenaje con direccionamiento a la zona de retorno, se precisa que se aplicará los trabajos de filtraciones si fuera necesario.

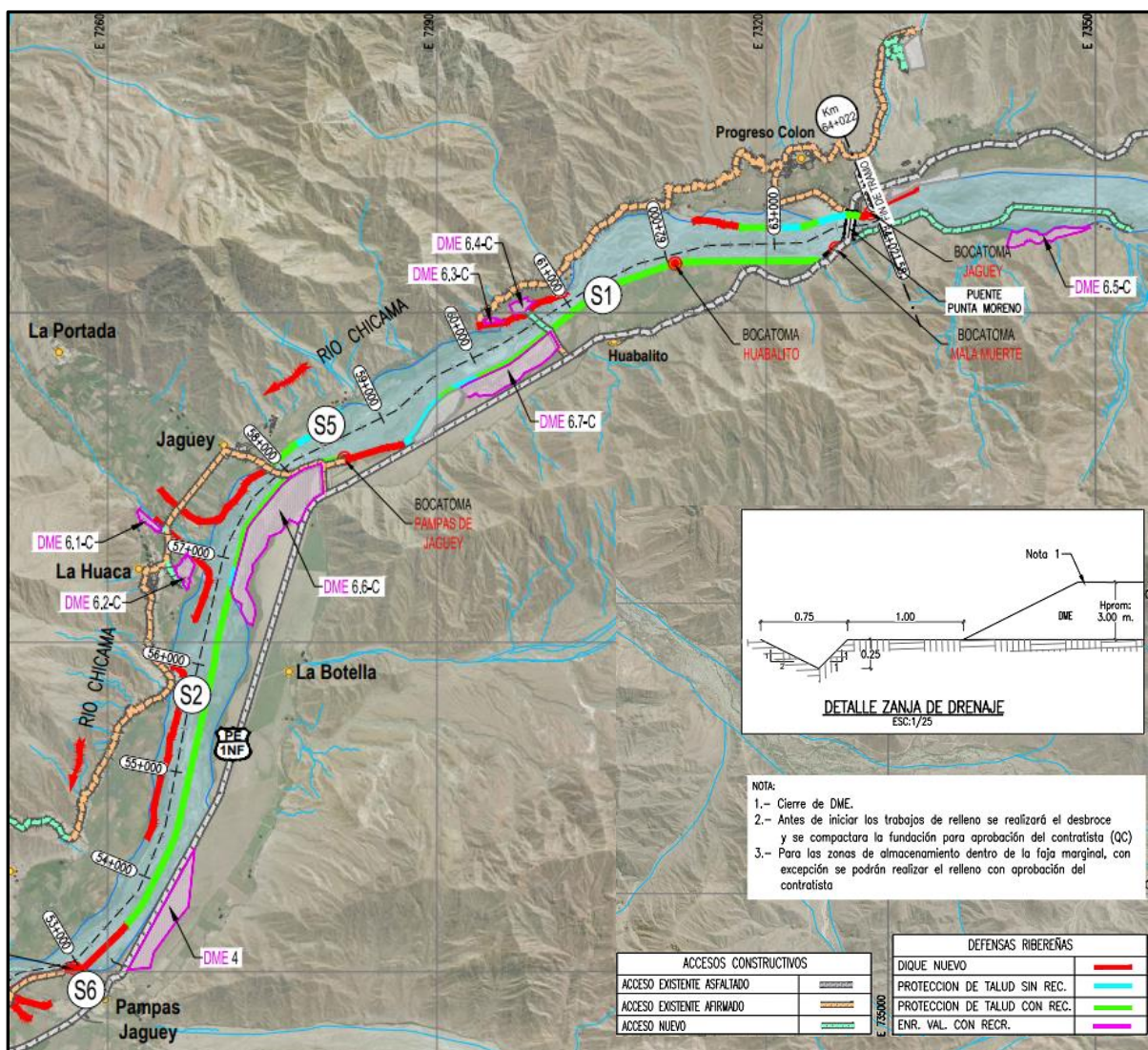


Figura 9: Ubicación en planta de Depósitos de Material Excedente (DME)

5.2.4 DEPÓSITO DE MATERIALES ORGÁNICOS (DMO)

Para depositar los materiales orgánicos provenientes de las excavaciones de la construcción de las defensas ribereñas, se utilizarán las siguientes DMOs:

- DMO 6.1-C y 6.2-C (Figura 10)

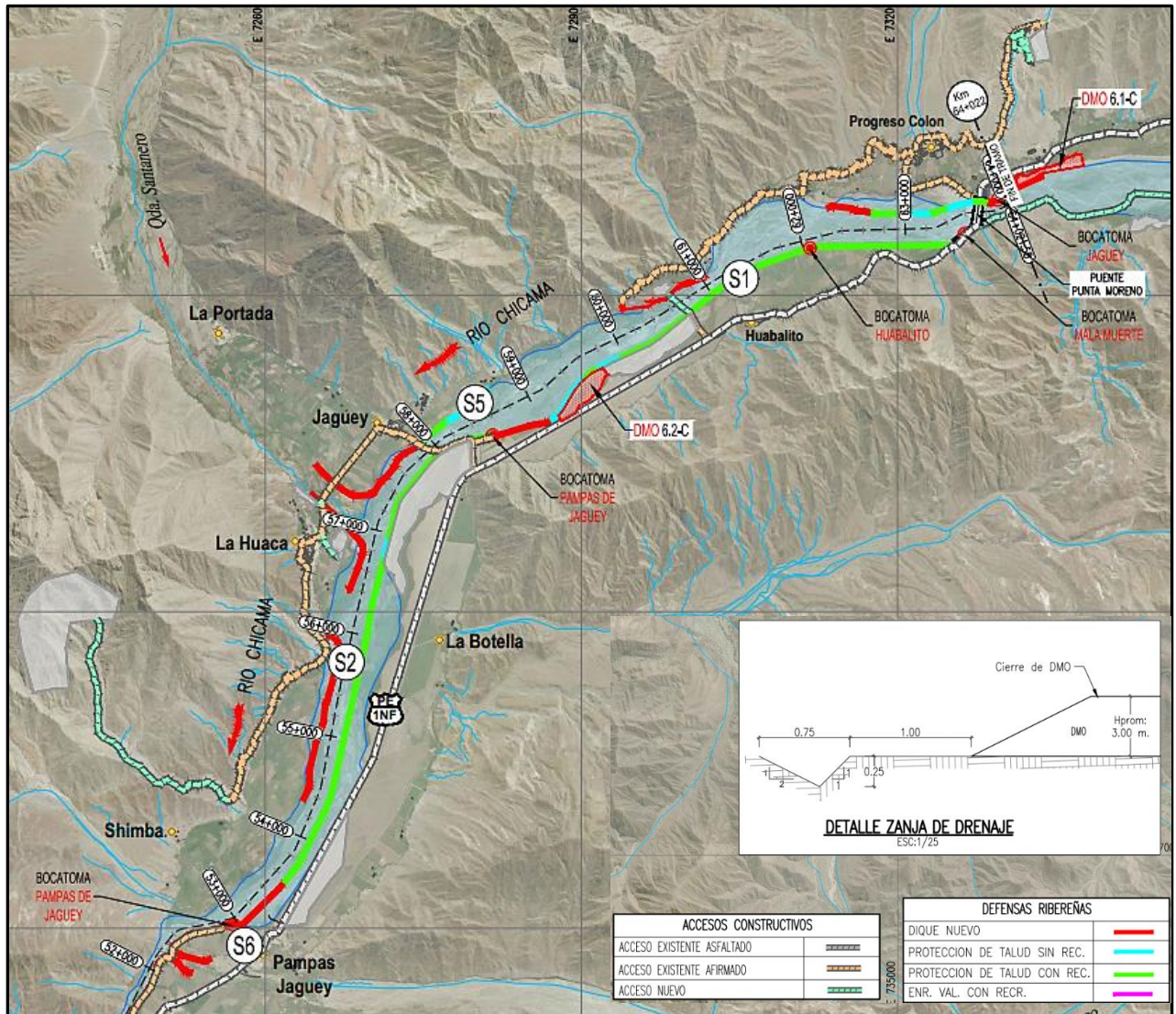


Figura 10: Ubicación en planta de DMO

5.2.5 FUENTES DE AGUA

Las fuentes o punto de agua planteada serán en el lecho de río, y de acuerdo con los accesos de penetración; existen 05 puntos de agua: PA 6.1-C, PA 6.2-C, PA 6.3-C, PA 6.4-C, PA 6.5-C y PA 6.6-C (Figura 11).

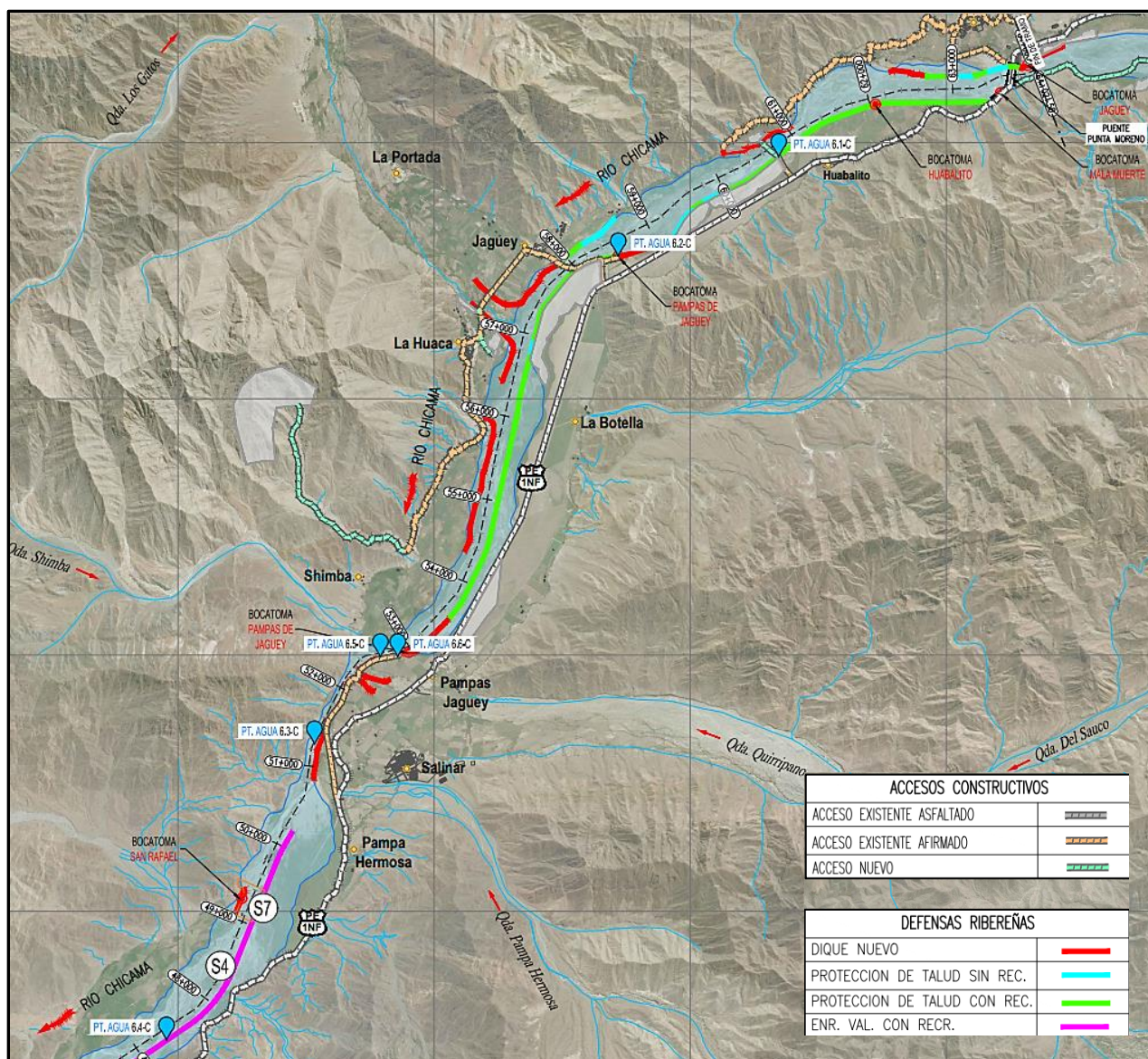


Figura 11: Ubicación de puntos de agua

A continuación, se detalla la demanda mensual que atenderá cada punto de agua considerado para el presente proyecto teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

- | | |
|--|----------------------|
| ➤ Consumo de agua para relleno | 250 l/m ³ |
| ➤ Consumo para riego de vías de acceso | 1,136 l/Km |
| ➤ Margen de seguridad para Relleno y Accesos | 50% |
| ➤ Margen de seguridad para Misceláneos | 10% |

Cuadro N° 7: Demanda de agua mensual

Paquete	Nombre	Uso	Und	Demanda		Demanda de agua mensual											
				Total	L/seg	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
P6	P.A 6.6-C	Relleno de Dique	m3	82,708	0	-	7,519	7,519	7,519	7,519	7,519	7,519	7,519	7,519	7,519	7,519	7,519
		Agua para relleno Dique	Gln	8,193,408	0.19	-	744,855	744,855	744,855	744,855	744,855	744,855	744,855	744,855	744,855	744,855	744,855
		Vías a Mantenimiento	Km	71	0	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
		Riego de Vías	Gln	859,734	0.02	71,644	71,644	71,644	71,644	71,644	71,644	71,644	71,644	71,644	71,644	71,644	71,644
		Miscelaneos	Gln	905,314	0.02	7,164	81,650	81,650	81,650	81,650	81,650	81,650	81,650	81,650	81,650	81,650	81,650
		Total	Gln	9,958,455	0.21	78,809	898,150	898,150	898,150	898,150	898,150	898,150	898,150	898,150	898,150	898,150	898,150
	P.A 6.5-C	Relleno de Dique	m3	82,708	0	-	7,519	7,519	7,519	7,519	7,519	7,519	7,519	7,519	7,519	7,519	7,519
		Agua para relleno Dique	Gln	8,193,408	0.19	-	744,855	744,855	744,855	744,855	744,855	744,855	744,855	744,855	744,855	744,855	744,855
		Vías a Mantenimiento	Km	71	0	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
		Riego de Vías	Gln	859,734	0.02	71,644	71,644	71,644	71,644	71,644	71,644	71,644	71,644	71,644	71,644	71,644	71,644
		Miscelaneos	Gln	905,314	0.02	7,164	81,650	81,650	81,650	81,650	81,650	81,650	81,650	81,650	81,650	81,650	81,650
		Total	Gln	9,958,455	0.21	78,809	898,150	898,150	898,150	898,150	898,150	898,150	898,150	898,150	898,150	898,150	898,150
	P.A 6.4-C	Relleno de Dique	m3	82,708	0	-	7,519	7,519	7,519	7,519	7,519	7,519	7,519	7,519	7,519	7,519	7,519
		Agua para relleno Dique	Gln	8,193,408	0.19	-	744,855	744,855	744,855	744,855	744,855	744,855	744,855	744,855	744,855	744,855	744,855
		Vías a Mantenimiento	Km	71	0	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
		Riego de Vías	Gln	859,734	0.02	71,644	71,644	71,644	71,644	71,644	71,644	71,644	71,644	71,644	71,644	71,644	71,644
		Miscelaneos	Gln	905,314	0.02	7,164	81,650	81,650	81,650	81,650	81,650	81,650	81,650	81,650	81,650	81,650	81,650
		Total	Gln	9,958,455	0.21	78,809	898,150	898,150	898,150	898,150	898,150	898,150	898,150	898,150	898,150	898,150	898,150
	P.A 6.3-C	Relleno de Dique	m3	82,708	0	-	7,519	7,519	7,519	7,519	7,519	7,519	7,519	7,519	7,519	7,519	7,519
		Agua para relleno Dique	Gln	8,193,408	0.19	-	744,855	744,855	744,855	744,855	744,855	744,855	744,855	744,855	744,855	744,855	744,855
		Vías a Mantenimiento	Km	71	0	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
		Riego de Vías	Gln	859,734	0.02	71,644	71,644	71,644	71,644	71,644	71,644	71,644	71,644	71,644	71,644	71,644	71,644
		Miscelaneos	Gln	905,314	0.02	7,164	81,650	81,650	81,650	81,650	81,650	81,650	81,650	81,650	81,650	81,650	81,650
		Total	Gln	9,958,455	0.21	78,809	898,150	898,150	898,150	898,150	898,150	898,150	898,150	898,150	898,150	898,150	898,150
	P.A 6.2-C	Relleno de Dique	m3	82,708	0	-	7,519	7,519	7,519	7,519	7,519	7,519	7,519	7,519	7,519	7,519	7,519
		Agua para relleno Dique	Gln	8,193,408	0.19	-	744,855	744,855	744,855	744,855	744,855	744,855	744,855	744,855	744,855	744,855	744,855
		Vías a Mantenimiento	Km	71	0	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
		Riego de Vías	Gln	859,734	0.02	71,644	71,644	71,644	71,644	71,644	71,644	71,644	71,644	71,644	71,644	71,644	71,644
		Miscelaneos	Gln	905,314	0.02	7,164	81,650	81,650	81,650	81,650	81,650	81,650	81,650	81,650	81,650	81,650	81,650
		Total	Gln	9,958,455	0.21	78,809	898,150	898,150	898,150	898,150	898,150	898,150	898,150	898,150	898,150	898,150	898,150
	P.A 6.1-C	Relleno de Dique	m3	82,708	0	-	7,519	7,519	7,519	7,519	7,519	7,519	7,519	7,519	7,519	7,519	7,519
		Agua para relleno Dique	Gln	8,193,408	0.19	-	744,855	744,855	744,855	744,855	744,855	744,855	744,855	744,855	744,855	744,855	744,855
		Vías a Mantenimiento	Km	71	0	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
		Riego de Vías	Gln	859,734	0.02	71,644	71,644	71,644	71,644	71,644	71,644	71,644	71,644	71,644	71,644	71,644	71,644
		Miscelaneos	Gln	905,314	0.02	7,164	81,650	81,650	81,650	81,650	81,650	81,650	81,650	81,650	81,650	81,650	81,650
		Total	Gln	9,958,455	0.21	78,809	898,150	898,150	898,150	898,150	898,150	898,150	898,150	898,150	898,150	898,150	898,150

Fuente : elaboración propia

5.2.6 ESTUDIO DE HIDROLOGÍA Y SEDIMENTOLOGÍA

Se ha elaborado el estudio hidrológico de la cuenca del río Chicama como línea de base para la planificación hídrica de la cuenca y el diseño de infraestructura para el control de avenidas y movimiento en masa.

Para ello se ha adoptado las siguientes medidas:

- Realizar la caracterización climática del área de estudio del Proyecto en base a las principales variables meteorológicas.
- Determinar las características hidrológicas y geomorfológicas de las subcuencas de aporte de las quebradas y ríos que conforman la cuenca Chicama.
- Analizar la información pluviométrica (Precipitación máxima en 24 horas) e hidrométrica (caudales máximos diarios) disponibles para la cuenca Chicama.
- Determinar lluvias de diseño para escenarios sin cambio climático, con cambio climático y fenómeno El Niño.
- Determinar los caudales máximos instantáneos en los diferentes puntos de interés, para el diseño de obras de control de inundaciones a implementar, mediante el uso de modelos hidrológicos adecuados. En escenario histórico, con cambio climático y el Fenómeno El Niño.

A continuación, se detalla el registro de caudales máximos diarios (m^3/s), de la estación hidrométrica Salinar (Fuente: Autoridad Nacional del Agua - ANA) con registros del año 1950 al año 2016, donde se evidencia el comportamiento hidrológico del río Chicama:

Cuadro N° 8: Registro de caudales máximos diarios (m3/s)

REGISTRO DE CAUDALES MAXIMOS DIARIOS (m3/s)

Estación: **SALINAR / 201302**
 Parámetro: Caudal maximos diarios m3/s

Latitud : 07° 40' 00" S
 Longitud : 78° 58' 00" W
 Altitud : 350 msnm

Dpto. : La Libertad
 Prov. : Ascope
 Dist. : Ascope

AÑO	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Max.
1950	5.24	48.57	47.94	61.52	29.85	6.74	4.59	2.93	1.80	1.68	4.87	15.47	61.52
1951	24.49	36.59	54.85	33.71	10.64	4.04	2.65	1.50	0.95	8.41	19.46	72.76	72.76
1952	72.76	145.34	182.32	125.77	38.44	11.20	7.38	4.49	3.06	3.06	2.11	8.81	182.32
1953	111.93	204.03	210.19	226.46	64.21	17.40	11.67	7.62	5.45	5.45	21.22	21.22	226.46
1954	68.98	54.67	149.15	29.85	17.92	9.53	5.71	3.78	2.82	8.31	18.36	12.63	149.15
1955	73.76	117.70	209.37	91.89	36.53	19.33	8.10	5.95	6.90	11.67	4.73	10.72	209.37
1956	157.54	218.67	256.44	152.98	59.26	14.59	8.84	7.00	4.87	12.14	5.72	2.65	256.44
1957	17.57	178.25	278.45	203.53	111.87	19.55	11.89	7.53	5.94	5.67	10.13	16.09	278.45
1958	66.32	101.72	163.07	81.50	63.81	13.62	6.47	5.40	3.76	5.40	3.20	4.87	163.07
1959	3.20	138.00	176.80	169.30	71.41	13.13	8.58	5.40	3.76	11.15	11.64	22.05	176.80
1960	86.58	101.72	203.53	106.80	25.04	13.13	6.47	5.13	4.31	3.76	4.87	5.67	203.53
1961	101.72	86.58	106.80	91.66	26.04	11.64	5.94	4.87	4.31	3.97	4.31	12.14	106.80
1962	106.80	203.53	183.27	163.07	61.30	11.64	7.95	6.10	5.62	4.76	5.67	6.20	203.53
1963	7.39	12.08	117.68	180.76	41.06	10.54	6.36	7.53	3.76	6.20	6.20	24.79	180.76
1964	37.54	106.41	104.26	163.07	67.34	13.13	8.06	6.24	5.17	10.13	18.55	5.94	163.07
1965	9.49	71.41	203.53	116.95	81.50	14.11	8.58	5.22	4.08	6.52	7.90	11.63	203.53
1966	76.50	51.17	86.57	30.53	16.09	7.27	3.98	3.04	2.56	8.77	8.77	4.66	86.57
1967	138.00	304.96	279.67	58.76	27.52	12.64	8.77	5.66	3.66	10.67	9.71	7.02	304.96
1968	5.85	10.19	22.29	17.07	4.00	2.56	2.08	2.08	1.89	9.68	13.06	6.38	22.29
1969	10.19	26.03	96.64	101.72	19.55	6.14	3.98	1.84	1.28	4.66	11.15	36.03	101.72
1970	138.00	28.76	111.87	49.17	44.61	18.06	8.32	4.22	5.74	20.55	36.03	28.50	138.00
1971	26.04	101.72	427.09	286.43	32.62	12.43	7.31	5.79	7.02	10.48	8.58	26.69	427.09
1972	43.89	81.98	556.72	86.96	37.09	19.10	10.13	5.24	5.58	6.08	9.36	25.15	556.72
1973	118.22	100.05	161.79	466.69	97.09	26.83	15.55	9.84	10.83	21.23	14.93	26.51	466.69
1974	60.62	189.74	192.40	50.99	20.86	9.26	8.59	4.52	4.80	9.38	4.92	6.90	192.40
1975	38.04	245.94	406.90	212.75	43.20	18.59	8.98	10.00	10.12	32.50	12.03	6.20	406.90
1976	71.04	125.95	256.02	70.86	26.10	13.11	6.53	4.99	3.81	3.01	3.40	4.56	256.02
1977	35.92	382.00	184.00	149.00	43.70	13.30	8.00	5.95	5.12	7.49	4.90	13.15	382.00
1978	6.03	14.26	49.40	35.58	22.14	7.47	3.41	2.12	1.71	1.65	2.69	4.67	49.40
1979	6.78	37.50	181.52	36.20	9.69	6.60	3.10	2.38	2.21	1.29	0.96	0.84	181.52
1980	2.04	1.80	9.92	25.39	1.16	0.83	0.68	0.46	0.37	7.48	10.32	58.20	58.20
1981	17.87	289.00	326.50	29.82	13.71	6.70	4.12	2.64	1.88	6.86	19.71	34.88	326.50
1982	24.83	53.79	25.69	84.62	13.12	6.83	3.00	1.72	2.20	11.50	16.01	66.22	84.62
1983	112.35	81.80	900.00	600.00	400.00	72.00	15.60	9.00	9.12	11.80	9.06	38.32	900.00
1984	23.10	334.00	510.00	63.00	80.00	26.00	14.00	8.00	5.80	14.60	26.80	44.50	510.00
1985	9.30	24.46	71.00	24.40	10.52	4.86	2.99	1.94	4.14	2.70	1.40	7.32	71.00
1986	163.70	41.50	47.28	99.00	35.34	10.32	4.03	2.75	2.00	1.08	7.64	22.02	163.70
1987	123.42	153.78	72.61	59.04	46.29	7.19	3.73	4.34	2.24	2.99	7.27	3.40	153.78
1988	49.52	45.44	45.81	77.86	35.02	8.64	3.06	1.98	1.42	3.26	9.41	6.34	77.86
1989	32.13	178.21	137.04	116.08	46.86	9.95	6.98	4.02	2.96	18.12	13.38	1.69	178.21
1990	9.34	30.53	17.63	13.08	6.78	3.75	2.50	0.89	0.38	6.44	31.00	35.00	35.00
1991	8.88	21.63	79.52	36.89	18.25	4.76	1.59	0.63	0.30	3.04	3.10		79.52
1992	18.24	8.04	35.19	123.70	26.34	8.79	2.40	0.98	0.40	4.20	2.03	1.37	123.70
1993	7.69	78.40	297.94	177.18	47.44	20.30	6.99	4.63	9.09	23.34	57.91	47.06	297.94
1994	57.36	94.84	123.06	167.57	51.00	18.60	8.69	4.43	2.97	3.06	7.87	15.51	167.57
1995	15.78	77.27	43.46	61.85	13.54	6.40	3.46	2.73	1.14	0.88	6.76	24.29	77.27
1996	54.46	117.67	158.82	99.90	28.10	10.90	5.42	2.96	1.78	5.97	7.70	0.80	158.82
1997	2.46	33.39	23.14	24.18	20.21	3.36	1.84	0.43	0.18	3.46	14.54	112.42	112.42
1998	433.25	1,200.00	1,286.53	496.67	89.94	28.58	14.96	9.47	7.23	14.11	8.88	9.71	1,286.53
1999	38.67	313.15	155.57	69.87	78.18	20.44	13.79	7.34	9.38	13.88	7.94	29.68	313.15
2000	21.39	147.82	309.98	176.90	136.27	20.83	13.08	7.31	6.68	7.38	4.08	24.75	309.98
2001	71.55	93.30	328.94	255.60	29.76	20.22	11.10	7.22	6.75	5.39	27.41	21.54	328.94
2002	17.36	62.34	146.08	157.76	36.70	15.84	8.82	6.59	3.77	12.93	20.24	30.64	157.76
2003	26.16	44.27	44.45	40.11	27.21	8.93	5.22	2.78	1.74	1.30	1.81	25.12	44.45
2004	10.30	32.78	43.76	32.38	10.32	5.58	2.38	1.09	0.86	12.00	19.70	40.32	43.76
2005	25.25	39.74	63.81	51.26	14.42	3.94	2.46	1.01	0.45	3.02	0.93	15.46	63.81
2006	28.80	80.58	168.10	108.40	31.90	12.18	5.86	3.12	2.67	1.81	11.49	35.50	168.10
2007	6.48	47.46	112.53	120.94	43.66	14.94	7.33	4.27	2.90	8.58	14.46	10.88	120.94
2008	66.85	196.50	135.42	160.94	40.56	19.81	11.28	6.37	5.38	10.30	23.47	13.92	196.50
2009	65.15	131.38	186.21	95.68	45.44	20.67	11.26	7.04	4.82	9.89	29.36	51.94	186.21
2010	23.12	58.46	59.60	82.94	59.12	16.03	7.55	5.15	5.15	3.71	7.01	14.62	82.94
2011	40.14	63.12	69.70	217.50	43.04	7.20	2.04	1.45	1.59	1.59	1.59	32.81	217.50
2012	70.20	260.93	151.77	153.95	64.78	18.41	8.36	4.92	1.76	12.28	29.77	27.64	260.93
2013	33.53	112.29	207.50	94.15	22.89	16.36	7.61			11.16	9.77	32.30	207.50
2014	29.89	46.04	119.24	52.03	73.90	16.03	5.63	1.40	1.67	1.82	2.68	14.52	119.24
2015	67.61	93.49	248.81	143.80	57.69	23.76	4.29	2.50	1.19	2.90	9.42	10.07	248.81
2016	87.29	125.13	118.83	127.41	21.54	5.48	2.67	1.56	0.70	0.70	0.53	0.14	127.41
Max.	433.25	1,200.00	1,286.53	600.00	400.00	72.00	15.60	10.00	10.83	32.50	57.91	112.42	
Min.	2.04	1.80	9.92	13.08	1.16	0.83	0.68	0.43	0.18	0.70	0.53	0.14	
Desv.	62.71	159.19	200.02	107.96	51.39	9.66	3.71	2.50	2.59	5.99	10.09	19.84	
Prom.	54.06	124.48	187.19	121.99	45.84	13.46	6.79	4.39	3.73	7.78	11.52	21.39	187.19

Fuente: Autoridad Nacional del Agua (<https://snirh.ana.gob.pe/observatorioSNIRH/>)

6 INGENIERÍA DE PROYECTO

6.1 MODELAMIENTO Y SCBA

El análisis Social Costo Beneficio busca seleccionar una opción preferida mediante una toma de decisiones luego de evaluar la rentabilidad de todos los escenarios propuestos relacionados a los periodos de retorno para confirmar el diseño más óptimo frente a la ocurrencia de un evento máximo extraordinario (inundaciones o movimientos en masa).

Los objetivos del SCBA son:

- Determinar los beneficios mediante la metodología de los costos evitados asociados a los daños de los receptores expuestos a eventos máximos de inundación para los diferentes periodos de retorno.
- Determinar los costos de capital (CAPEX) y costos de operación y mantenimiento (OPEX) de la infraestructura propuesta asociada a cada periodo de retorno evaluado.
- Determinar las ratios beneficio / costo de los escenarios evaluados asociados a cada periodo de retorno.

6.1.1 MODELAMIENTO HIDRÁULICO

En base a las modelaciones hidráulicas realizadas en el software IBER, se plantearon las alturas preliminares para las defensas ribereñas del río Chicama se requieren alturas de protección de 4.00 m en promedio, para los periodos de retorno de 100 años. Esta altura es preliminar para cada uno de los diques.

6.2 CRITERIOS DE DISEÑO DEFINITIVO

Los criterios de diseño definitivo para el dique de encauzamiento del paquete 6 del río Chicama están disponibles en las Bases de Diseño de Estructuras de Concreto y en las Bases de Diseño de Defensas Ribereñas (ver PY-PE-400195-CHN-GN-GU-0001 para mayores detalles).

6.2.1 BASES DE DISEÑO DE DIQUES DE ENCAUZAMIENTO “RÍO CHICAMA – TRAMO 1: DESCOLMATACIÓN, ENCAUZAMIENTO Y PROTECCIÓN 45+000 – 64+022”.

Define los criterios generales de diseño de los diques de encauzamiento incluidas en el proyecto. Su función primordial es evacuar los caudales que discurren en la cuenca sin producir desbordes con ese objetivo se determina que una de las formas más eficientes de controlar el río es la construcción de muros o diques longitudinales a lo largo de su cauce, siguiendo los patrones de curvatura típicos de la corriente.

La erosión de las márgenes en el Río Chicama se presenta mayormente por la Alta Velocidad del flujo y la no existencia de una estructura de control de encauzamiento. La Inundación por erosión ocasiona que la estructura falle y cauce desbordes.

En la parte alta y media de la Cuenca del Río Chicama, la pendiente del cauce es alta y ocasiona arrastre de sedimentos de fondo, los cuales son depositados en la parte baja, colmatando así el cauce del Río, adicionalmente la erosión de las laderas aguas arriba de la zona de estudio contribuye a la colmatación de los cauces aguas abajo. La Inundación por colmatación de cauce se presenta básicamente por desbordamiento.

6.2.1.1 Tipología del dique de encauzamiento

La construcción de los diques de encauzamiento para el río Chicama están planteados conformarse como dique de material propio seleccionado. Esta tipología se basa en un dique cuyo cuerpo del terraplén está conformado por material propio seleccionado, valga la redundancia, compactado a una densidad relativa del 90%, así mismo el enrocado de protección que va desde el talud de protección hasta la uña antisocavante con diámetros desde 0.80 m hasta 1.50 m, el cual estará apoyado sobre geotextil no tejido de 400 gr/m² para evitar las filtraciones aceleradas hacia el cuerpo del dique.

La uña antisocavante es variable entre 1.50 m – 2.00 m de profundidad, cuya función es evitar las socavaciones propias de las máximas avenidas.

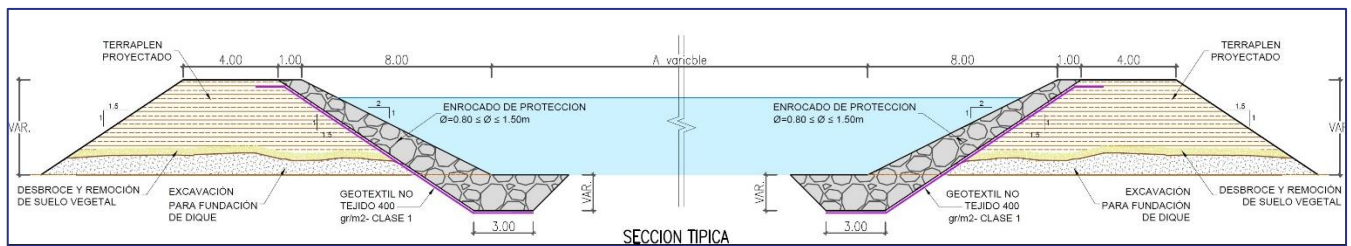


Figura 12: Sección típica río Chicama

Estructura de captación lateral

En el cauce del río Chicama se han identificado estructuras de captación o tomas laterales para riego, encontrándose algunas de estas estructuras en buen estado, asimismo existen otras que han sido construidas rústicamente como tomas artesanales pero que no cumplen las especificaciones técnicas ni los criterios de diseño hidráulico para soportar máximas avenidas de un evento extraordinario.

Para no interrumpir la captación y afectar a los usuarios de riego de esta zona por la construcción de las defensas ribereñas de protección en el tramo 1 del paquete 6, se plantea construir nuevas obras de captación que pasen a través de la defensa ribereña mediante una estructura de concreto armado de captación con tubería HDPE corrugada, considerando su respectiva estructura de salida con compuerta metálica tipo ARMCO, para el control de caudales.

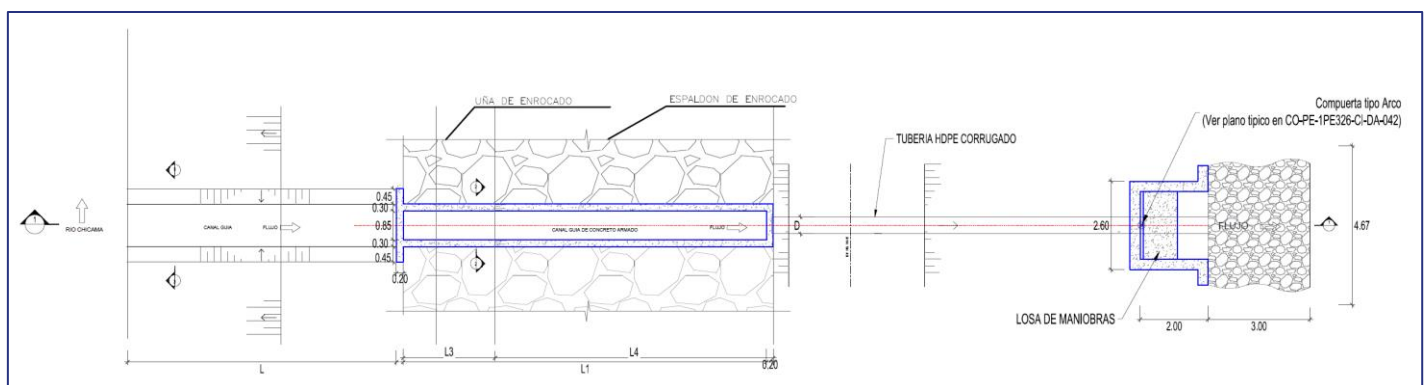


Figura 13: Planta Típica de Captación Lateral del río Chicama paquete 6

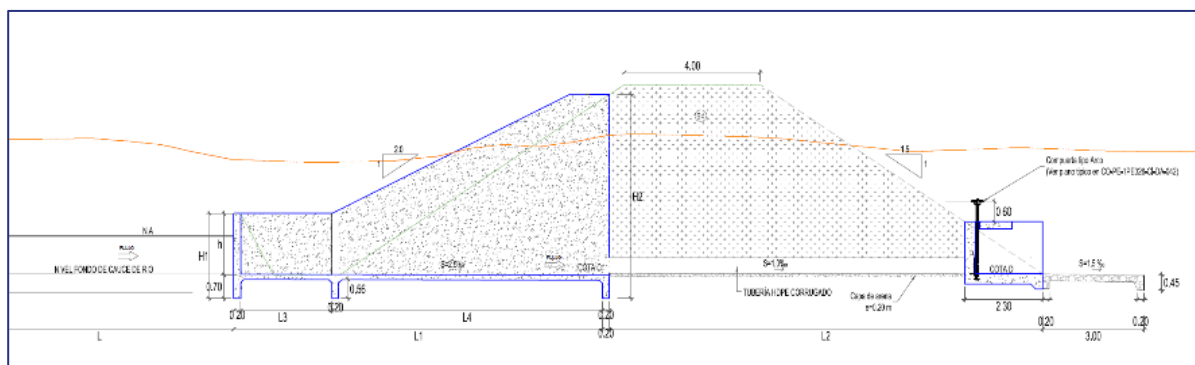


Figura 14: Corte Típico de Captación Lateral del río Chicama paquete 6

6.2.1.2 Materiales

Según el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del Ministerio de Transportes y Carreteras del Perú la vida útil de diseño de las defensas ribereñas será de 40 años.

Suelos

Los materiales que se empleen en la construcción de terraplenes deberán provenir de las excavaciones de la explanación, de préstamos laterales o de fuentes aprobadas (canteras); deberán estar libres de materia orgánica, raíces y otros elementos perjudiciales, de acuerdo a las exigencias del proyecto y que se encuentren, previamente autorizados por el Supervisor.

Si por algún motivo sólo existen en la zona, materiales expansivos, se deberá proceder a estabilizarlos antes de colocarlos en la obra. Las estabilizaciones serán definidas previamente en el Expediente Técnico.

Roca

Las rocas deben cumplir con algunas características intrínsecas susceptibles de un plan de ensayo de control, entre las cuales podemos mencionar:

- La densidad de la roca, se puede determinar por un ensayo hidrostático; el peso específico más común es 2.65tn/m³ (Vide, 1996)
- Fragilidad o susceptibilidad a la rotura por lugares débiles, durante la puesta en obra sufrirá golpes y se puede realizar un ensayo de caída, soltando la roca desde 3.0 m de altura sobre otros bloques que descansan en grava.

- Resistencia a la meteorización, esta propiedad es muy importante para la integridad y durabilidad del enrocado, que incluye acciones hielo – deshielo, cristalización salina, solubilidad y otras acciones químicas.

En el ámbito de estudio se han identificado a lo largo de ambas márgenes del río, diques de encauzamiento existentes en diferentes condiciones como son enrocados en buen y mal estado así también diques solo conformados con material propio de cauce de río.

Estos diques identificados se indican en el cuadro siguiente donde se muestran las longitudes de los tramos y sus progresivas:

Cuadro N° 9: Características de diques existentes del río Chicama

Paquete	Río	Margen	Inicio (Progresiva)	Final (Progresiva)	Características de dique
6	Chicama	Izquierdo	45+000	46+320	Enrocados existentes no validados
6	Chicama	Izquierdo	46+380	50+820	Enrocados validados
6	Chicama	Izquierdo	52+310	53+030	Diques de tierra
6	Chicama	Izquierdo	53+570	56+410	Enrocados existentes no validados
6	Chicama	Izquierdo	56+420	58+530	Enrocados existentes no validados
6	Chicama	Derecho	57+920	58+670	Enrocados existentes no validados
6	Chicama	Izquierdo	58+540	59+020	Diques de tierra
6	Chicama	Izquierdo	59+100	59+560	Enrocados existentes no validados
6	Chicama	Izquierdo	59+560	59+950	Enrocados existentes no validados
6	Chicama	Izquierdo	59+950	63+330	Enrocados existentes no validados
6	Chicama	Derecho	62+170	62+800	Enrocados existentes no validados
6	Chicama	Derecho	62+800	63+720	Enrocados existentes no validados
6	Chicama	Izquierdo	63+380	63+540	Enrocados existentes no validados - gavión
6	Chicama	Izquierdo	63+680	63+780	Enrocados validados

6.2.2 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DIQUES

La estabilidad de los diques de encauzamiento se verificará frente a los siguientes criterios técnicos:

- Estabilidad estática de los muros
- Capacidad portante
- Asientos
- Licuefacción
- Acción sísmica

Para las diferentes situaciones de proyecto se realizarán las siguientes verificaciones:

Cuadro N° 10: Análisis de estabilidad de diques

Situaciones de proyecto	Construcción	Avenida máxima	Sismo
Estabilidad de muros	-	Si	Si
Capacidad portante y asientos	Si	Si	-
Licuefacción		-	Si
Acción Sísmica		-	Si

6.3 CRITERIOS DE DISEÑO DEFINITIVO

Se ha realizado los siguientes planteamientos:

- Para el estudio se ha realizado la simulación hidráulica y delimitación de áreas inundables según los términos de referencia, para un periodo de retorno de 10, 25, 50, 100 y 200 años.
- Se ha realizado el modelamiento hidráulico en situación con proyecto.
- Se ha realizado los cálculos correspondientes al diseño hidráulico y se ha establecido en base a ello el dimensionamiento de las estructuras.

6.3.1 DESCRIPCIÓN DEL MODELO

Para modelar el paquete 6 del Río Chicama entre las progresivas 45+000 - 64+022 se ha empleado el software IBER.

A modo general, la metodología utilizada para la realización del presente estudio fue la siguiente:

- Tratamiento del terreno en base al levantamiento Lidar
- Creación de la malla geométrica en las zonas de flujo
- Definición del modelo de rugosidad de las zonas de flujo
- Asignación de las condiciones de contorno
- Introducción de los hidrogramas, hietogramas o caudal de entrada para el cálculo en régimen no permanente o permanente.
- Ejecución de las simulaciones para los distintos periodos de retorno
- Extracción y análisis de resultados
- Construcción de la malla de cálculo
- Análisis del postproceso.

6.3.2 CONFIGURACIÓN DEL MODELO

6.3.2.1 Condiciones de contorno

Las condiciones de contorno permiten definir los entradas y salidas de caudal. Las condiciones de contorno de entrada pueden ser de tipo subcrítico/critico o supercrítico. Del mismo modo, para el caso de la salida se puede elegir entre subcrítico/critico o supercrítico.

6.3.2.2 Coeficientes de pérdida de energía (zonificación de rugosidad, contracción)

La resistencia al flujo de agua en cauces y llanuras de inundación habitualmente se encuentra modelizado mediante un coeficiente de rugosidad, siendo en hidráulica fluvial generalmente utilizado el coeficiente "n" de Manning.

La definición de la rugosidad del cauce y áreas de flujo se ha realizado en base a buenas prácticas de modelización fluvial aplicando metodologías y estándares nacionales e internacionales, donde usualmente los valores de rugosidad hidráulica se encuentran asociados al tipo de material del lecho del cauce del río, a los diferentes tipos de uso y cobertura vegetal por donde discurre el agua, y la morfología del cauce.

En el Manual de hidrología, hidráulica y drenaje del MTC, propone la discretización con el método de Cowan, sin embargo, en la modelización hidráulica bidimensional hay ciertos valores como la variación de sección, los meandros, etc.

En los trabajos de campo se realizó el reconocimiento de las zonas con posible afectación ante inundaciones, además de sus inmediaciones del cauce como zonas urbanas y de cultivo. Se visualizó el tipo de cobertura por cada zona visitada, así como los tamaños observados de la granulometría en el cauce del río con la finalidad de establecer posteriormente los coeficientes de rugosidad que tiene importancia en la modelización hidráulica para definir los parámetros hidráulicos.

6.3.2.3 Caudales de máximas avenidas

Para el análisis con efectos de cambio climático, se ha descargado información desde la página oficial del SENAMHI, la cual permite a los usuarios adquirir información de curvas IDF basadas en datos históricos, así como condiciones climáticas futuras que permiten aportar indicadores efectivos y eficientes para el diseño hidrológico.

Para hallar la concentración de volumen de sedimentos se utilizó el método de Takahashi.

Cuadro N° 11: Caudales Río Chicama sin PRESAS con cambio climático

Caudales Río Chicama SIN PRESAS					
Tr	Sin cambio climático	Con cambio climático			
		RCP 4.5		RCP 8.5	
		Caudal	Variación	Caudal	Variación
50	676.70	842.20	24.5%	1,142.30	68.8%
100	1,155.70	1,407.09	21.8%	1,869.80	61.8%
200	1,830.60	2,167.40	18.4%	2,527.30	38.1%

Cuadro N° 12: Caudales Río Chicama sin PRESAS con cambio climático + sedimentos

Caudales Río Chicama SIN PRESAS					
Tr	Sin cambio climático	Con cambio climático + Sedimentos			
		RCP 4.5		RCP 8.5	
		Caudal	Variación	Caudal	Variación
50	676.70	924.90	36.7%	1,262.20	86.5%
100	1,155.70	1,558.90	34.9%	2,084.00	80.3%
200	1,830.60	2,414.80	31.9%	2,817.50	53.9%

Cuadro N° 13: Descolmatación calculada del paquete 6

Sector	Progresiva inicial	Progresiva final	Longitud total (m)	Descolmatación (m³)
Sector 1	64+022	58+720	5,302.00	-
Sector 2	58+320	53+220	5,100.00	-
Sector 3	52+730	49+440	3,290.00	396,216.90
Sector 4	49+040	45+000	4,040.00	-
Sector 5	58+720	58+320	400.00	-
Sector 6	53+220	52+730	490.00	28,132.72
Sector 7	49+440	49+040	400.00	-
TOTAL			19,022.00	424,349.62

6.4 PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO

En el marco del Plan de Control de Inundaciones y Movimientos de Masa, en el cauce del Río Chicama, se construirá los diques de encauzamiento o defensas ribereñas a lo largo del tramo del paquete 6 que comprende desde la progresiva 30+000 - 45+000.

A continuación, se detalla las secciones típicas contempladas para cada protección identificado en el río Chicama:

1. Diques nuevos:

- Dique nuevo con enrocados ST 1

2. Recrecimiento de dique existente

- Protección de talud con recrecimiento con enrocado ST- 7
- Enrocado validados con recrecimiento de gavión ST-8
- Recrecimiento de dique validado con gavión ST-12

3. Enrocado de Diques existentes

- Protección de talud sin recrecimiento con enrocado ST-9

Cuadro N° 14: Intervención de diques paquete 6 – tramo 1 del Chicama

Paquete	Código de dique	Margen	Prog. de inicio	Prog. de final	Longitud (m)	Tipología	Intervención	Sección típica
Paquete 6	DIPRO-013-MD	Derecha	0+000	0+431	431.45	ENROCADO	DIQUE NUEVO	ST-1
Paquete 6	DIPRO-014-MD	Derecha	0+000	1+704	1,704.44	ENROCADO	DIQUE NUEVO	ST-1
Paquete 6	DIPRO-015-MD	Derecha	0+000	1+024	1,024.00	ENROCADO	DIQUE NUEVO	ST-1

Paquete 6	DIPRO-016-MD	Derecha	0+250	1+350	1,100.00	ENROCADO	DIQUE NUEVO	ST-1
Paquete 6	DIPRO-016-MD	Derecha	1+350	1+665	315.00	ENROCADO	PROTECCION DE TALUD CON REC.	ST-7
Paquete 6	DIPRO-016-MD	Derecha	1+665	2+165	500.00	ENROCADO	PROTECCION DE TALUD SIN REC.	ST-9
Paquete 6	DIPRO-017-MD	Derecha	0+000	0+896	896.38	ENROCADO	DIQUE NUEVO	ST-1
Paquete 6	DIPRO-018-MD	Derecha	0+000	0+438	438.00	ENROCADO	DIQUE NUEVO	ST-1
Paquete 6	DIPRO-018-MD	Derecha	0+438	0+710	272.00	ENROCADO	PROTECCION DE TALUD CON REC.	ST-7
Paquete 6	DIPRO-018-MD	Derecha	0+710	1+006	296.00	ENROCADO	PROTECCION DE TALUD SIN REC.	ST-9
Paquete 6	DIPRO-018-MD	Derecha	1+006	1+170	164.00	ENROCADO	PROTECCION DE TALUD CON REC.	ST-7
Paquete 6	DIPRO-018-MD	Derecha	1+170	1+431	261.00	ENROCADO	PROTECCION DE TALUD SIN REC.	ST-9
Paquete 6	DIPRO-018-MD	Derecha	1+431	1+567	136.00	ENROCADO	PROTECCION DE TALUD CON REC.	ST-7
Paquete 6	DIPRO-018-MD	Derecha	1+567	2+168	600.76	ENROCADO	DIQUE NUEVO	ST-1
Paquete 6	DIPRO-010-MI	Izquierda	2+500	3+720	1,220.00	ENROCADO	PROTECCION DE TALUD CON REC.	ST-7
Paquete 6	DIPRO-010-MI	Izquierda	3+720	7+658	3,938.00	ENROCADO	ENR. VAL. CON RECR.	ST-8
Paquete 6	DIPRO-011-MI	Izquierda	0+000	1+320	1,320.00	ENROCADO	DIQUE NUEVO	ST-1
Paquete 6	DIPRO-012-MI	Izquierda	0+400	1+715	1,315.00	ENROCADO	DIQUE NUEVO	ST-1
Paquete 6	DIPRO-012-MI	Izquierda	1+715	4+974	3,259.00	ENROCADO	PROTECCION DE TALUD CON REC.	ST-7
Paquete 6	DIPRO-012-MI	Izquierda	4+974	5+150	176.00	ENROCADO	PROTECCION DE TALUD SIN REC.	ST-9
Paquete 6	DIPRO-012-MI	Izquierda	5+150	6+654	1,504.00	ENROCADO	PROTECCION DE TALUD CON REC.	ST-7
Paquete 6	DIPRO-012-MI	Izquierda	6+654	7+235	581.00	ENROCADO	DIQUE NUEVO	ST-1
Paquete 6	DIPRO-012-MI	Izquierda	7+235	7+770	535.00	ENROCADO	PROTECCION DE TALUD SIN REC.	ST-9
Paquete 6	DIPRO-012-MI	Izquierda	7+770	7+910	140.00	ENROCADO	PROTECCION DE TALUD CON REC.	ST-7
Paquete 6	DIPRO-012-MI	Izquierda	7+910	8+150	240.00	ENROCADO	PROTECCION DE TALUD SIN REC.	ST-9
Paquete 6	DIPRO-012-MI	Izquierda	8+150	11+555	3,404.60	ENROCADO	PROTECCION DE TALUD CON REC.	ST-7
Paquete 6	DIPRO-013-MI	Izquierda	0+000	0+250	250.17	ENROCADO	RECRECIMIENTO CON GAVION	ST-12

6.5 DIQUES DE ENCAUZAMIENTO

En la Figura N° 16 se presenta el paquete 6 - tramo 1, entre las progresivas 45+000 a 64+022 del río Chicama, así mismo se presentan los sectores y los tipos de intervenciones que incluyen: diques nuevos, recrecimiento de diques existentes y enrocado de diques existentes; así como los tramos sin intervención.



[illegible]

Figura 18: Excavación en cauce de Dique nuevo con enrocado ST-1

- Protección de talud con recrecimiento con enrocado ST-7

Comprende la sección típica ST-7 (ver Figura N° 19), la misma que implican el recrecimiento con enrocado y cuerpo del dique con material propio seleccionado y compactado.

Los enrocados de los diques existentes deberán ser validados de acuerdo a la verificación de su geometría y nivel de fundación. Si luego de la descolmatación, se descubre que la uña antisocavante del dique está por encima del nivel de fundación de diseño, será necesario remover el enrocado y excavar la uña conforme los planos aprobados para construcción, con la posterior colocación del geotextil y enrocado.

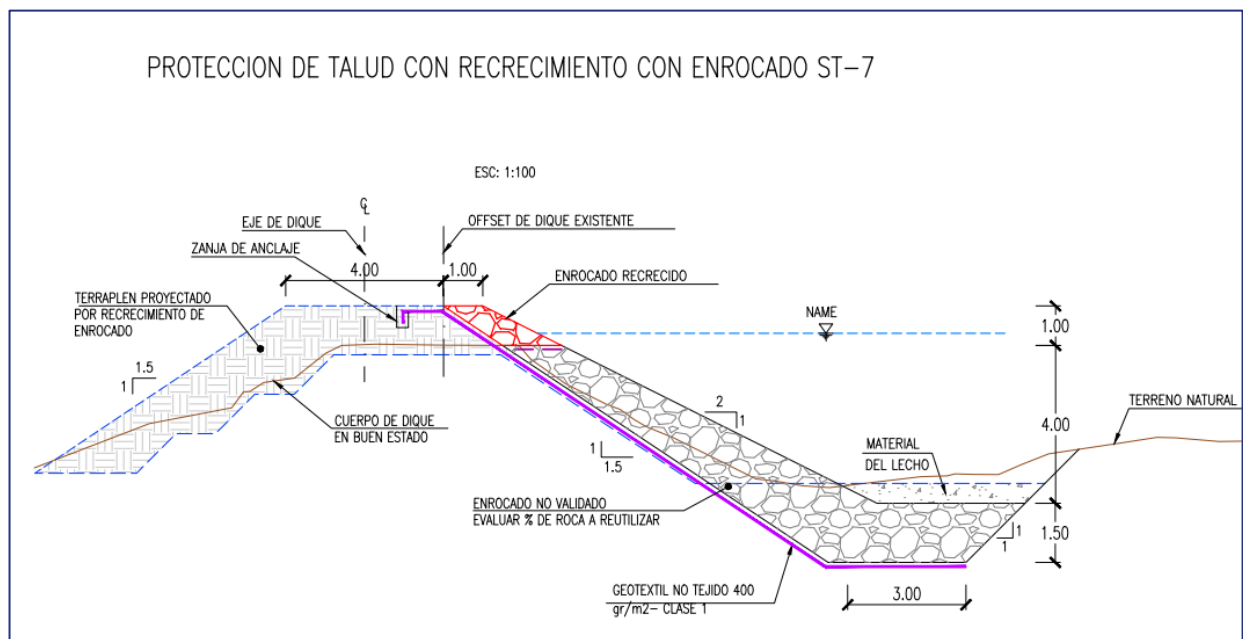


Figura 19: Protección de talud con recrecimiento con enrocado ST-7

- Enrocado validados con recrecimiento de gavión ST-8

Comprende la sección típica ST-8 (ver Figura N° 20), el cual consistirá en el recrecimiento con gaviones. Como de interfaz entre el enrocado existente y los gaviones tipo cajón, se colocarán una capa de colchón reno.

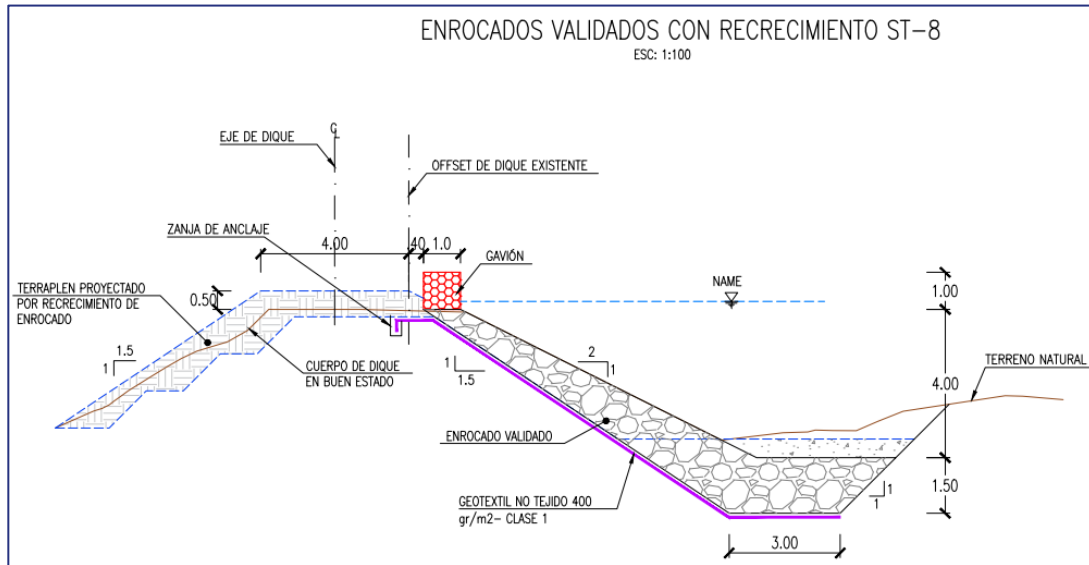


Figura 20: Enrocado validados con recrecimiento de gavión ST-8

- Recrecimiento de diques de gavión validados ST-12

Comprende la sección típica ST-12 (ver Figura N° 21), el cual consistirá en el recrecimiento con gaviones sobre el dique existente el cual se encuentra validado.

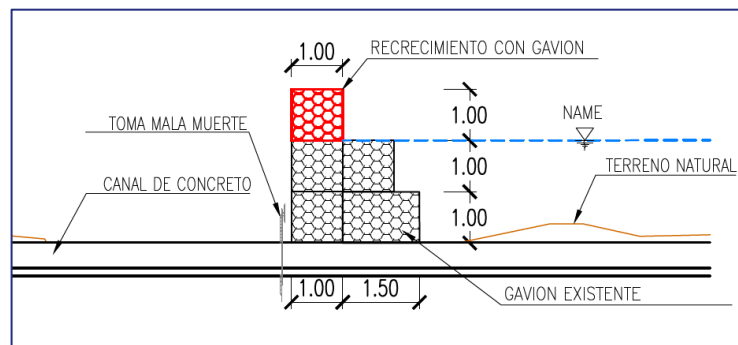


Figura 21: Recrecimiento de dique validado con gavión ST-12

6.5.3 ENROCADOS DE DIQUES EXISTENTES

- Protección de talud sin recrecimiento con enrocado ST-9

Comprende la sección típica ST-9 (ver Figura N° 22), el cual consistirá en la colocación de enrocado en la cara húmeda hasta la corona de la sección de diseño y la colocación del geotextil. Para el caso de los tramos con diques existentes en mal estado, se removerán el

relleno existente, acopiando el material para su reutilización, siempre que cumplan las especificaciones técnicas del Proyecto.

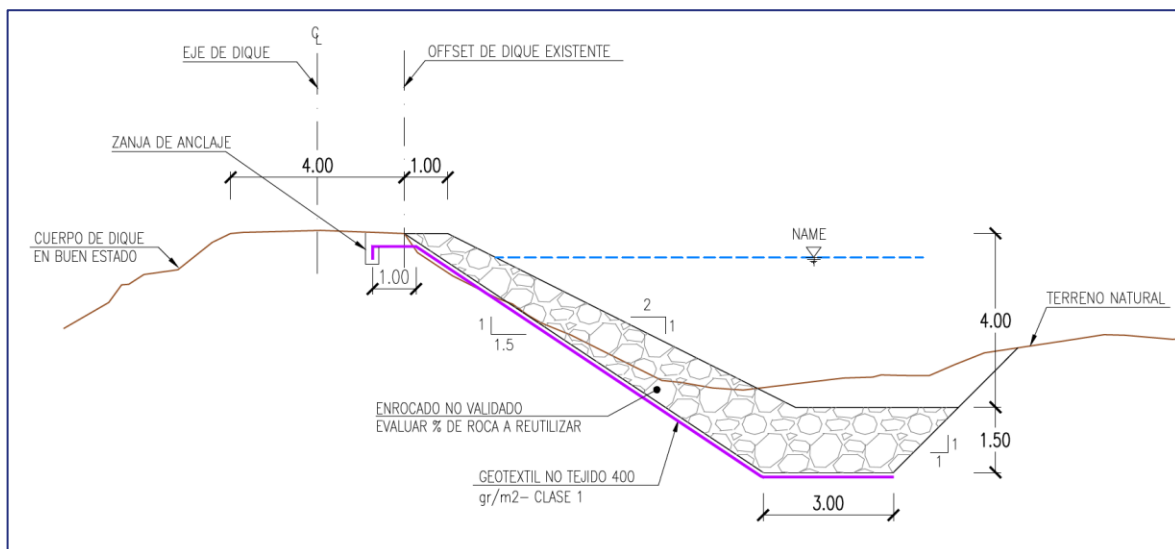


Figura 22: Protección de talud sin recrecimiento con enrocado ST-9

- Remoción de defensas deficientes: Para el caso de los tramos con diques en mal estado, se removerán la roca y el relleno existentes, acopiando ambos materiales por separado para su reutilización, siempre que cumplan las especificaciones técnicas del Proyecto.

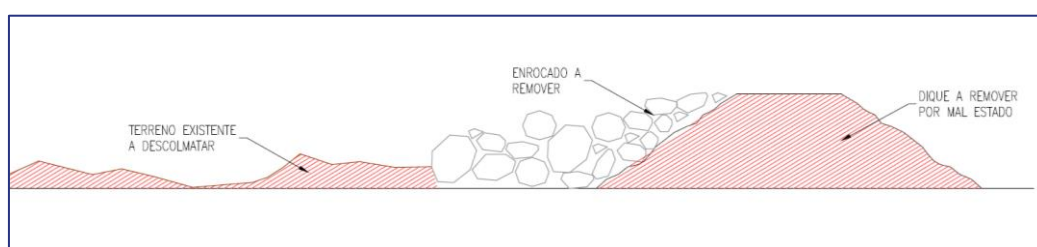


Figura 23: Remoción de diques deficientes