

	PRESIDENCIA DEL CONSEJO DE MINISTROS "AUTORIDAD PARA LA RECONSTRUCCIÓN CON CAMBIOS"	Revisión: R04
	CONTRATO: ENTREGA DE LAS DEFENSAS RIBEREÑAS DEL RÍO CAÑETE Y DEL RÍO HUAURA (PAQUETE 5)	Emisión: 20/10/2023
	LIMA	Página: 1 de 33



REVISIÓN DE DOCUMENTOS TÉCNICOS

☐ A- ACEPTADO

ACEPTADO

Mr Rogelio Gonzales Oct 29 2023

FIRMA FECHA



INFORME DE CONEXIÓN DE VALLES VULNERABLES - EXPEDIENTE TÉCNICO FAST- TRACK -TRAMO 2.2 (CAÑETE 1 -PAQUETE 4) FINAL RIO CAÑETE

400201-OHL001-650-XX-RP-CV-004001

DIRECCIÓN DE SOLUCIONES INTEGRALES

REV N°	FECHA	DESCRIPCIÓN	ELAB. POR	REV. POR	APROB. POR
R00	28/10/2022	Emitido para Revisión y Comentarios	(TYP SA)	B. Lucas	J. López Q.
R01	05/04/2023	Emitido para Aprobación	A. Bravo (TYP SA)	B. Lucas	J. López Q.
R02	24/05/2023	Emitido para Aprobación	A. Bravo (TYP SA)	B. Lucas	A. Meira D.V.
R03	14/07/2023	Emitido para Aprobación	A. Bravo (TYP SA)	B. Lucas	A. Meira D.V.
R04	20/10/2023	Emitido para Aprobación	A. Bravo (TYP SA)	J. Huertes	A. Meira D.V.
FIRMAS:			 BRAVO BLANCO ALBERTO INGENIERO AGRONOMO CIP N°: 2735 – T	 HUERTES MATA JAVIER ESPECIALISTA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS CIP N°: 3089 – T	

"ENTREGA DE LAS DEFENSAS RIBEREÑAS DEL RÍO CAÑETE (PAQUETE 5)"

Proyecto1: "Creación del servicio de Protección contra inundaciones del Río Cañete entre el tramo desembocadura del Río Cañete - Localidad de Paullo en los distritos de San Vicente de Cañete, Nuevo Imperial y Lunahuaná de la Provincia de Cañete - Departamento de Lima"

Diciembre 2022

Hoja de control de calidad

Documento	INFORME DE CONEXIÓN DE VALLES VULNERABLES - EXPEDIENTE TÉCNICO FAST-TRACK – TRAMO 2.2 (CAÑETE 1-PAQUETE 4) - FINAL				
Proyecto	Proyecto1: "Creación del servicio de Protección contra inundaciones del Río Cañete entre el tramo desembocadura del Río Cañete - Localidad de Paullo en los distritos de San Vicente de Cañete, Nuevo Imperial y Lunahuaná de la Provincia de Cañete - Departamento de Lima"				
Código	400201-OHL001-650-XX-RP-CV-004001-R04				
Autores:	Firma:	CRM	CRM	CRM	CRM
	Fecha:	19/12/2022	03/04/2023	17/05/2023	10/07/2023
Verificado	Firma:	ABB	ABB	ABB	ABB
	Fecha:	19/12/2022	03/04/2023	17/05/2023	10/07/2023
Destinatario	Autoridad de la Reconstrucción con Cambios				
Notas					



**MIGUEL HORACIO
CANO RODRÍGUEZ**
Ingeniero Civil
CIP 2876-T



ALBERTO BRAVO BLANCO
Ingeniero Agrónomo
CIP N° 2735-T



Técnica y Proyectos S.A. Sucursal del Perú
Úrsula Mora Devoto
Representante Legal

ÍNDICE

INFORME DE CONEXIÓN DE VALLES VULNERABLES - EXPEDIENTE TÉCNICO FAST-TRACK – TRAMO

2.2 (CAÑETE 1-PAQUETE 4) - FINAL	6
1. INTRODUCCIÓN	6
2. MEDICIÓN Y CÁLCULO GEODÉSICO ENTRE LOS PROYECTOS.	7
2.1. DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO TOPOGRÁFICO VALLES VULNERABLES	7
2.2. TRANSFORMACIÓN DE COORDENADAS	11
2.3. ANÁLISIS DE RESULTADOS	12
2.3.1. Criterios de Evaluación	12
3. CONEXIONES	16
3.1. CONEXIÓN AGUAS ARRIBA DEL DIQUE DE-PR10-I CON EL DIQUE CA-02 (MI) DE VALLES VULNERABLES	16
3.1.1. TRANSICIÓN PLANIMÉTRICA	16
3.1.2. TRANSICIÓN ALTIMÉTRICA	17
3.1.3. TRANSICIONES ENTRE LAS SECCIONES DEL PROYECTO Y LAS SECCIONES TÍPICAS DE VALLES VULNERABLES	19
3.2. CONEXIÓN ENTRE EL DIQUE DI-PR-11-D Y EL DIQUE CA-01 (MD) DE VALLES	20
3.2.1. TRANSICIÓN ALTIMÉTRICA	21
3.2.2. TRANSICIONES ENTRE LAS SECCIONES DEL PROYECTO Y LAS SECCIONES TÍPICAS DE VALLES VULNERABLES	24
3.3. CONEXIÓN ENTRE EL DIQUE DI-PR-11-D Y EL DIQUE CA-02 (MD) DE VALLES VULNERABLES	25
3.3.1. TRANSICIÓN PLANIMÉTRICA	26
3.3.2. TRANSICIÓN ALTIMÉTRICA	26
3.3.3. TRANSICIONES ENTRE LAS SECCIONES DEL PROYECTO Y LAS SECCIONES TÍPICAS DE VALLES VULNERABLES	28
4. EVALUACION HIDRAULICA	30
4.1. CONEXIÓN ENTRE EL DIQUE PROYECTADO y DIQUE VALLE VULNERABLE	30
4.2. CÁLCULO DE LONGITUD DE TRANSICIÓN	30

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Conexión del Aguas arriba del dique DE-PR10-I con el dique CA-02 (MI) de Valles Vulnerables	16
Ilustración 2 Transición altimétrica del Dique DE-PR10-I y el dique CA-02 (MI) de Valles Vulnerables.....	17
Ilustración 3 Esquema Secciones Tipo II - DE-PR10-I.....	19
Ilustración 4 Esquema Secciones de Valles Vulnerables – CA02-(MI).....	19
Ilustración 5 Esquema de Transición entre DEPR10I-CA02 (MI)	19
Ilustración 6 Conexión del Dique DI-PR-11-D y el dique CA-01 (MD) de Valles Vulnerable.....	20
Ilustración 7 Transición altimétrica del Dique DI-PR-11-D y el dique CA-01 (MD) de Valles Vulnerables ...	21
Ilustración 8 Esquema Secciones Tipo II - DI-PR-11-D.....	24
Ilustración 9 Esquema Secciones de Valles Vulnerables CA01 (MD)	24
Ilustración 10 Esquema de Transición entre DIPR11D-CA01 (MD)	25
Ilustración 11 Conexión del Dique DI-PR-11-D y el dique CA-02 (MD) de Valles Vulnerables.....	26
Ilustración 12 Transición altimétrica del Dique DI-PR-11-D y el dique CA-02 (MD) de Valles Vulnerables.	27
Ilustración 13 Esquema Secciones Tipo II – DIPR11D	28
Ilustración 14 Esquema Secciones de Valles Vulnerables CA02-(MD)	28
Ilustración 15 Esquema de Transición entre DIPR11D -CA02 (MD).....	29
Ilustración 16 Simulación hidráulica en la Transición	30
Ilustración 17 Simulación hidráulica en la Transición para los DI-PR-11-D y DI-PR-10-I.....	31

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1 Expediente Técnico Valles Vulnerables - Anexo 5 Topografía.....</i>	<i>8</i>
<i>Tabla 2 Levantamiento planimétrico RTK de Puntos de Control y Diferencia.....</i>	<i>9</i>
<i>Tabla 3 Levantamiento planimétrico RTK de BMs y Diferencia.....</i>	<i>9</i>
<i>Tabla 4 Levantamiento Altimétrico RTK de Puntos de Control, BMs y Diferencia Altimétrica.....</i>	<i>10</i>
Tabla 5 Plano de Comparación de Puntos de Control y BMs. Elaboración Propia.....	11
Tabla 6 Calculo de desviación estándar y RMSE. Elaboración Propia.....	14
Tabla 7 Cuadro de elemento de transición del DE-PR10-I.....	17
Tabla 8 Tabla de Transición de los Taludes entre DEPR10I-CA02 (MI).....	20
Tabla 9 Tabla de Transición de los Taludes entre DIPR11D -CA01 (MD).....	25
Tabla 10 Tabla de Transición de los Taludes entre DIPR11D -CA02 (MD).....	29
Tabla 11 Longitud de transición.....	32

INFORME DE CONEXIÓN DE VALLES VULNERABLES - EXPEDIENTE TÉCNICO FAST- TRACK – TRAMO 2.2 (CAÑETE 1- PAQUETE 4) - FINAL

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento surge de la necesidad de articulación e integración de las actuaciones del proyecto 1 Cañete con el proyecto de Valles Vulnerables, desarrollado en el expediente técnico *denominado "Instalación, Implementación de medidas de prevención para el control de desbordes e inundaciones del río Cañete – Provincia Cañete – Departamento de Lima de CUI 2197391 a cargo del MINAGRI, descrito en el Volumen 2B¹ capítulo "S105 Descripción de las obras" Punto 3 Otro Proyecto Complementario para fines informativo*.

En tal sentido, el presente informe tiene como objetivo desarrollar los enlaces, conexiones y transiciones tanto en planimetría, altimetría y secciones transversales entre las siguientes actuaciones:

- **Expediente Técnico Tramo 2.2 (CAÑETE 1-PAQUETE 4) – FINAL con los diques de Valles Vulnerables.**
 - Aguas arriba del dique DE-PR10-I con el dique CA-02 (MI)
 - Aguas abajo del dique DI-PR-11-D con el dique CA-01 (MD)
 - Aguas arriba del dique DI-PR-11-D con el dique CA-02 (MD)

1 Anexo al Contrato OHL-ARCC. PAQUETE 5 – SOLUCIONES INTEGRALES RÍO CAÑETE RÍO HUAURA VOLUMEN 2B

Para cumplir dichos objetivos se realizaron mediciones geodésicas entre los puntos de control horizontal y vertical y se aplicaron las técnicas obtener las transiciones entre los proyectos.

Por instrucciones de ARCC las transiciones se realizarán en el ámbito de la construcción del proyecto 1 de Cañete, quedando como vínculo plano altimétrico el proyecto de Valles Vulnerables.

El proyecto de Valles Vulnerables es un expediente aprobado con un periodo de retorno de 50 años y el proyecto 1 de Cañete es un proyecto que viene con un periodo de retorno aprobado en las conclusiones del SCBA del proyecto 1, de 100 años de periodos de retorno con cambio climático, el cual cumple con el Volumen 2B y las guías metodológicas de UKDT, esto hace que las actuaciones proyectadas tengan distintos niveles de protección.

Las transiciones proyectadas se dividen en 2 casos que a continuación se describen:

Caso 1: Si el proyecto de Valles Vulnerables se encuentra Aguas arriba del dique proyectado en el proyecto 1 de Cañete, se propone una aleta de protección para evitar afectaciones en el trasdós del dique, la zona de transición queda como zona de conexión y fusible en caso de que los diques aguas arriba sean superados por un caudal extraordinario.

Caso 2: Si el proyecto de Valles Vulnerables se encuentra Aguas abajo del dique proyectado en el proyecto 1 de Cañete, se propone una zona de transición como zona de conexión, en estos casos se proyecta una transición vertical que parcialmente se encontrara por debajo del resguardo requeridos y por debajo de la cota de inundación del periodo de retorno de 100 años con el cambio climático, por lo cual TYPESA – OHLA no se hacen responsables de las obras que a petición de ARCC no cumplan con los objetivos del contrato.

2. MEDICIÓN Y CÁLCULO GEODÉSICO ENTRE LOS PROYECTOS.

En este apartado se han desarrollado mediciones y cálculos geodésicos, aplicando las técnicas de levantamiento RTK, para obtener las coordenadas en (Norte Este y Cota) desde la geodesia del proyecto a los puntos de control calculados en El proyecto de Valles Vulnerables.

Se aplicaron a los Resultados las estadísticas y probabilidades aceptadas por las normas para encontrar los planos de comparación aplicables.

2.1. DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO TOPOGRÁFICO VALLES VULNERABLES

El Anexo A-5 del expediente técnico de Valles Vulnerables se ha establecido un marco de referencia geodésico que teóricamente cumple con la normativa vigente, compuesto por puntos de control (PCG) y marcas de cota fijas (BMs). En la siguiente tabla se especifican las coordenadas finales del estudio:

Tabla 1 Expediente Técnico Valles Vulnerables - Anexo 5 Topografía

NOMBRE	NORTE	ESTE	ELEVACION
PCG-01	8548831.161	352384.579	50.879
BM-01	8548759.639	352365.456	51.226
PCG-01A	8548732.910	353012.328	55.103
BM-03	8548726.092	353019.549	56.014
PCG-02	8549066.813	354756.146	75.033
BM-06	8549020.776	354610.641	72.820
BM-04	8549101.543	355244.013	79.908
PCG-05	8549724.853	357827.663	113.178
BM-05	8549733.385	357849.901	114.827
PCG-05A	8550329.153	359008.030	126.268
PCG-04	8549461.525	357952.043	110.795
BM-07	8558094.065	368293.074	280.830
PCG-06	8558107.149	368265.255	280.520
PCG-07	8558478.680	368647.176	286.941
BM-08	8558632.398	368836.219	289.857
BM-09	8558727.246	369143.942	292.773
BM-10	8558961.490	369654.887	300.042
PCG-08	8559071.754	369754.700	301.448

En la descripción metodológica del proceso de establecimiento de coordenadas horizontales, se consideran los PCG, como puntos de control geodésico, los cuales contienen los informes de las líneas bases resueltas y no contienen grandes diferencias con los levantamientos de comprobación que se han realizado:

Tabla 2 Levantamiento planimétrico RTK de Puntos de Control y Diferencia
Elaboración Propia

VALLES VULNERABLES			RTK COMPROBACIÓN		DIFERENCIAS	
NOMBRE	NORTE	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE	ESTE
PCG-01A	8548732.910	353012.328	8548732.898	353012.294	0.012	0.034
PCG-02	8549066.813	354756.146	8549066.791	354756.166	0.022	-0.020
PCG-05	8549724.853	357827.663	8549724.830	357827.649	0.023	0.014
PCG-06	8558107.149	368265.255	8558107.136	368265.282	0.013	-0.027
PCG-07	8558478.680	368647.176	8558478.701	368647.163	-0.021	0.013
PCG-08	8559071.754	369754.700	8559071.699	369754.700	0.055	0.000

Nota: Solo aparecen los puntos PCG encontrados físicamente en campo

Los puntos denominados BMs no contienen las observaciones que determinen las coordenadas establecidas y las diferencias con el levantamiento de control así lo reflejan:

Tabla 3 Levantamiento planimétrico RTK de BMs y Diferencia
Elaboración Propia

VALLES VULNERABLES			RTK COMPROBACIÓN		DIFERENCIAS	
NOMBRE	NORTE	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE	ESTE
BM-03	8548726.092	353019.549	8548726.162	353019.684	-0.070	-0.135
BM-04	8549101.543	355244.013	8549101.553	355244.095	-0.010	-0.082
BM-05	8549733.385	357849.901	8549733.399	357849.793	-0.014	0.108
BM-07	8558094.065	368293.074	8558094.071	368293.157	-0.006	-0.083
BM-08	8558632.398	368836.219	8558632.466	368836.310	-0.068	-0.091
BM-09	8558727.246	369143.942	8558727.300	369144.009	-0.054	-0.067
BM-10	8558961.490	369654.887	8558961.546	369654.953	-0.056	-0.066

Nota: Solo aparecen los puntos PCG encontrados físicamente en campo

Por lo tanto, considerando los puntos de control geodésico (PCG) en el informe, se determina que las diferencias de coordenadas en su componente horizontal encontradas en el levantamiento pueden ser consideradas como admisibles o tolerables sin necesidad de realizar ningún tipo de transformación.

En la descripción metodológica del proceso de establecimiento de coordenadas verticales, se considera los BMs, como los puntos de control vertical, a los que se incluyeron los PCG para obtener una red más densificada para el control vertical. Los informes de nivelación geométrica establecen nivelaciones en los tramos de estudio, sin embargo, adolecen del tipo de enlace altimétrico establecido con el datum vertical indicado en el estudio (BM IGN).

Las diferencias encontradas con los levantamientos de verificación realizados se pueden observar en la siguiente tabla:

*Tabla 4 Levantamiento Altimétrico RTK de Puntos de Control, BMs y Diferencia Altimétrica.
Elaboración Propia*

NOMBRE	VALLES VULNERABLES	RTK COMPROBACIÓN	DIFERENCIAS
	ELEVACION	ELEVACION	ELEVACION
PCG-01A	55.103	55.005	0.098
BM-03	56.014	55.909	0.105
PCG-02	75.033	74.689	0.344
BM-04	79.908	79.684	0.224
PCG-05	113.178	113.017	0.161
BM-05	114.827	114.668	0.159
BM-07	280.830	280.633	0.197
PCG-06	280.520	280.295	0.225
PCG-07	286.941	286.787	0.154
BM-08	289.857	289.698	0.159
BM-09	292.773	292.637	0.136
BM-10	300.042	299.885	0.157
PCG-08	301.448	301.285	0.163

Nota: Solo aparecen los puntos PCG encontrados físicamente en campo

2.2. TRANSFORMACIÓN DE COORDENADAS

A menudo se necesita transformar datos entre distintos sistemas de referencia, como la transformación de coordenadas recientemente obtenidas de un datum oficial a un datum más antiguo, o viceversa.

Los parámetros de transformación se obtienen mediante el análisis de estaciones de control de levantamientos, que tienen coordenadas en ambos datum. La precisión de una transformación puede evaluarse mediante la comparación de coordenadas transformadas en puntos que cuentan con coordenadas conocidas en los dos datum. Las diferencias entre las coordenadas transformadas del datum 1 y las coordenadas del datum 2 se conocen también como residuos. Su magnitud proporciona una indicación de la calidad de la red conservada en los dos datum, así como una indicación de la precisión de la transformación entre esos datum.

Como se ha podido comprobar, en la componente horizontal, no es necesario realizar ningún tipo de transformación, ya que las diferencias encontradas son tolerables/admisibles para el proyecto.

La componente vertical, es necesario una transformación del plano de comparación que viene dado por la media aritmética de las desviaciones encontradas (17,6 cm) para mantener la homogeneidad del sistema de coordenadas de nuestro proyecto.

En la siguiente tabla se puede observar que el residuo encontrado después de aplicar la transformación del plano de comparación indica una calidad de red suficiente para el enlace altimétrico de los dos proyectos:

Tabla 5 Plano de Comparación de Puntos de Control y BMs. Elaboración Propia

VALLES VULNERABLES		RTK COMPROBACIÓN	DIFERENCIAS	PLANO COMPARACIÓN
NOMBRE	ELEVACION	ELEVACION	ELEVACION	RESIDUO
PCG-01A	55.103	55.005	0.098	-0.078
BM-03	56.014	55.909	0.105	-0.071
PCG-02	75.033	74.689	0.344	0.168
BM-04	79.908	79.684	0.224	0.048
PCG-05	113.178	113.017	0.161	-0.015
BM-05	114.827	114.668	0.159	-0.017
BM-07	280.830	280.633	0.197	0.021
PCG-06	280.520	280.295	0.225	0.049
PCG-07	286.941	286.787	0.154	-0.022
BM-08	289.857	289.698	0.159	-0.017

VALLES VULNERABLES		RTK COMPROBACIÓN	DIFERENCIAS	PLANO COMPARACIÓN
NOMBRE	ELEVACION	ELEVACION	ELEVACION	RESIDUO
BM-09	292.773	292.637	0.136	-0.040
BM-10	300.042	299.885	0.157	-0.019
PCG-08	301.448	301.285	0.163	-0.013

Nota: Solo aparecen los puntos PCG encontrados físicamente en campo

Luego de haber analizado todos los datos topográficos de ambos expedientes, y en vista que no se encontraron físicamente en campo todos los puntos de control (BMs) del proyecto de Valles Vulnerables; se ha optado por utilizar como ecuación de empalme vertical la metodología del Valor más Probable (V.M.P) como prevención de las probables diferencias entre los datum verticales de los dos proyectos. En tal sentido, como los dos proyectos tendrán ejecuciones simultaneas cualquier diferencia estará dentro de las tolerancias establecidas y podrá ser absorbida en la construcción dependiendo de cual proyecto se ejecute primero, obteniéndose finalmente un empalme continuó y uniforme.

2.3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

2.3.1. Criterios de Evaluación

Para los trabajos de verificación se ha realizado una comparación de las elevaciones de los puntos obtenidos de campo versus la información proveída de los puntos de control de Valles Vulnerables, luego se determina la Raíz del Error Cuadrático Medio (RECM) y el Valor Medido del error (μ) o Valor más Probable (V.M.P).

El Valor más Probable (V.M.P) Es aquel valor que se acerca más al verdadero valor pero que no lo es. Comúnmente se considera a la media como el valor más probable de varias mediciones.

$$V.M.P = \mu$$

μ = Media aritmética del Error

2.4. Raíz del Error Cuadrático Medio (RECM o RMSE)

El error cuadrático medio (RECM o RMSE) mide la cantidad de error que hay entre dos conjuntos de datos. En otras palabras, compara un valor predicho y un valor observado o conocido.

- RECM= Raíz del Error Cuadrático Medio (RECM o RMSE)

$$RECM = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (P_i - O_i)^2}{n}}$$

- μ = Media aritmética del Error

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^n (P_i - O_i)}{n}$$

- σ = Desviación estándar del Error

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=2}^n (P_i - \mu)^2}{n - 1}}$$

Donde:

RECM= Raíz del Error Cuadrático Medio (RECM o RMSE)

P_i = Valor Previsto

O_i = Valor Observado

μ = Media aritmética del Error

σ = Desviación estándar del Error

n = Número de Observaciones

Ya obtenido el valor de la RMSE se hace la verificación vertical según los criterios de Precisión Altimétrica.

Tabla 6 Cálculo de desviación estándar y RMSE. Elaboración Propia.

REVISIÓN LEVANTAMIENTO PROYECTO VALLES VULNERABLES A PARTIR DE CAÑETE 1								
PUNTOS	ESTE	NORTE	COTA VALLES VULNERABLES	COTA LEVANTAMIENTO RTK	Δ COTA	$(\Delta \text{COTA})^2$	$\Delta \text{COTA}-\mu$	$(\Delta \text{COTA}-\mu)^2$
PCG-01A	55.103		55.103	55.005	-0.098	0.009604	0.07753846	0.00601221
BM-03	56.014		56.014	55.909	-0.105	0.011025	0.07053846	0.00497567
PCG-02	75.033		75.033	74.689	-0.344	0.118336	-0.16846154	0.02837929
BM-04	79.908		79.908	79.684	-0.224	0.050176	-0.04846154	0.00234852
PCG-05	113.178		113.178	113.017	-0.161	0.025921	0.01453846	0.00021137
BM-05	114.827		114.827	114.668	-0.159	0.025281	0.01653846	0.00027352
BM-07	280.830		280.830	280.633	-0.197	0.038809	-0.02146154	0.00046060
PCG-06	280.520		280.520	280.295	-0.225	0.050625	-0.04946154	0.00244644
PCG-07	286.941		286.941	286.787	-0.154	0.023716	0.02153846	0.00046391
BM-08	289.857		289.857	289.698	-0.159	0.025281	0.01653846	0.00027352
BM-09	292.773		292.773	292.637	-0.136	0.018496	0.03953846	0.00156329
BM-10	300.042		300.042	299.885	-0.157	0.024649	0.01853846	0.00034367
PCG-08	301.448		301.448	301.285	-0.163	0.026569	0.01253846	0.00015721
				Σ	-2.282	0.448488		0.04790923

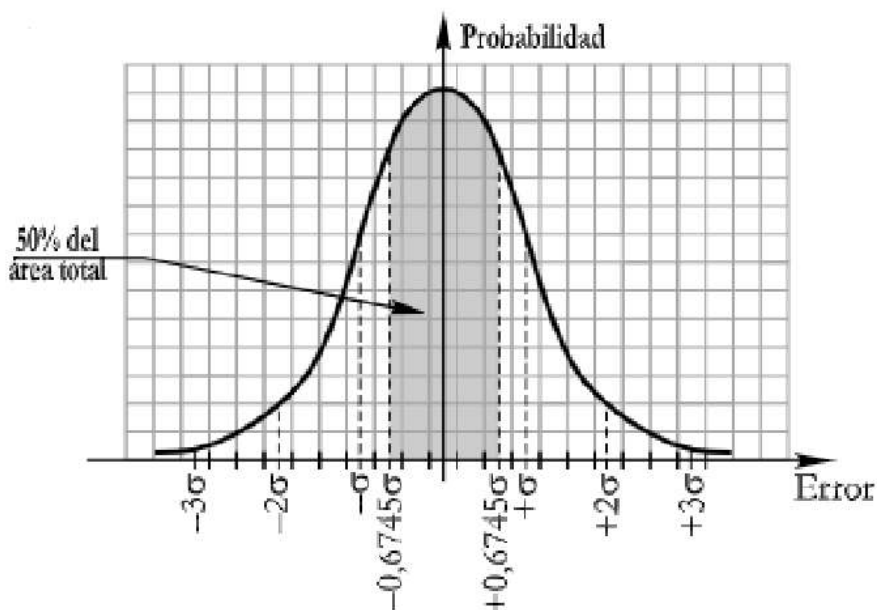
VARIABLES	VALOR	UNIDADES
n	13	PTO
μ	-0.176	m
σ	0.063	m
ECM	0.034	m
RMSE	0.186	m

$$E_{90}=1.6449\sigma$$

$$E_{95}=1.9599\sigma$$

$$E_{99.73}=3.0 \sigma$$

VARIABLES	ERROR	UNIDADES
E_{50}	0.043	m
E_{90}	0.104	m
E_{95}	0.124	m
$E_{99.73}$	0.190	m



Una vez evaluados las compatibilidades de las REDES geodésicas de los dos proyectos se establece que en las componentes Horizontales no hay diferencias.

Una vez analizado y calculado la componente vertical, se ha establecido que los sistemas tienen una diferencia altimétrica de (0.176 m) determinado por el Valor más Probable $V.M.P = \mu = 0.176$ m, homogeneidad del sistema de coordenadas de nuestro proyecto.

Al aplicar las ecuaciones de cambio vertical para el cambio de sistema entre proyecto se obtienen la siguiente tabla de residuales:

RESUDUOS
0.048
-0.015
-0.017
0.021
0.049
-0.022
-0.017
-0.040
-0.019
-0.013
0.0261

El promedio de los residuales es menor al error más restrictivo $E_{50} = 0.043$ m , lo que implica que al aplicar una ecuación de cambio vertical uniforme entre los dos sistemas de **0.176 m** se obtienen las menores probabilidades de error entre la red geodésica verticales.

3. CONEXIONES

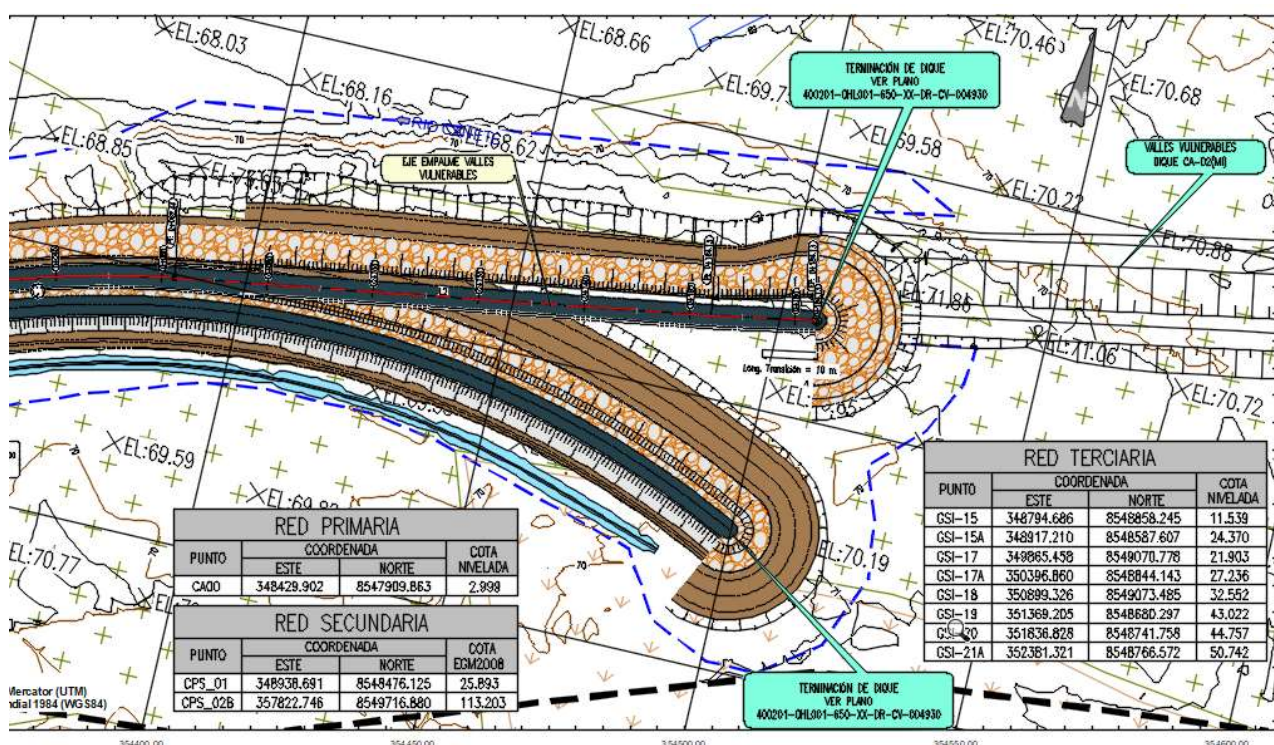
3.1. CONEXIÓN AGUAS ARRIBA DEL DIQUE DE-PR10-I CON EL DIQUE CA-02 (MI) DE VALLES VULNERABLES

La transición Aguas arriba del dique DE-PR10-I con el dique CA-02 (MI) del proyecto de Valles Vulnerables.

Se propone una aleta de protección para evitar afectaciones en el trasdós del dique y una zona de transición como zona de conexión y fusible en caso de que los diques aguas arriba sean superados por un caudal extraordinario.

La transición no defiende para eventos de 100 años de periodo de retorno más cambio climático, ya que transiciona en cota de proyecto hasta la cota proyecto de Valles Vulnerables que está calculado a 50 años de periodo de retorno.

Ilustración 1 Conexión del Aguas arriba del dique DE-PR10-I con el dique CA-02 (MI) de Valles Vulnerables



Ver los planos 400201-OHL001-650-XX-DR-HD-004102, 400201-OHL001-650-XX-DR-HD-004105, 400201-OHL001-650-XX-DR-HD-004106.

3.1.1. TRANSICIÓN PLANIMÉTRICA.

El trazado de transición del dique aguas arriba del dique DE-PR10-I finaliza en el punto de coordenadas N 8,548,718.817 y E 354,506.820, como se indica en la siguiente tabla de elementos que conforman la transición entre nuestro proyecto y con el dique CA-02 (MI) del proyecto de Valles Vulnerables:

Tabla 7 Cuadro de elemento de transición del DE-PR10-I

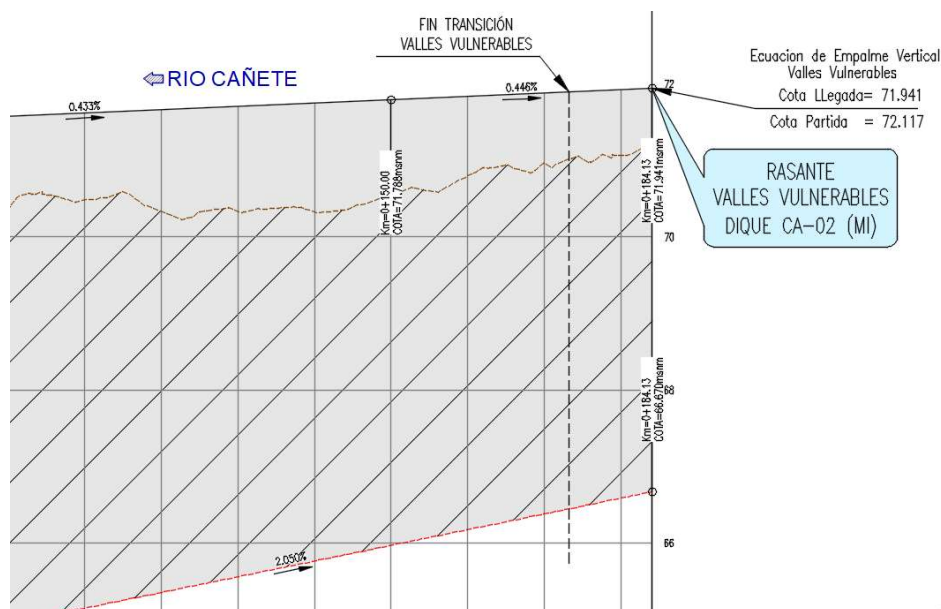
CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVA										
ELEMENTO	RADIO	ALFA	LCurva	TANG	Prog. PC	Prog. PI	Prog. PT	Norte/Este Pc	Norte/Este Pi	Norte/Este Pt
L1	–	–	–	10.23	0+000.00	–	0+010.23	8548677.4377 354329.0948	–	8548683.9938 354336.9468
C1	190.40	15°42'42"	52.21	26.27	0+010.23	0+036.50	0+062.44	8548683.9938 354336.9468	8548695.0088 354360.7967	8548699.1538 354386.7383
L2	–	–	–	101.69	0+062.44	–	0+164.13	8548699.1538 354386.7383	–	8548715.1977 354487.1500
L3	–	–	–	20.00	0+164.13	–	0+184.13	8548715.1977 354487.1500	–	8548718.8170 354506.8198

La longitud de la transición es de 184.13 m

3.1.2. TRANSICIÓN ALTIMÉTRICA

Se ha diseñado una transición con cota de llegada 71.941 m que corresponde a la cota 72.117 m de dique CA-02(MI) tomando en cuenta la ecuación de cambio vertical 0.176 m.

Ilustración 2 Transición altimétrica del Dique DE-PR10-I y el dique CA-02 (MI) de Valles Vulnerables



Se analizaron los 184.13 m de transición y se tiene un borde libre superior a 1 m desde la progresiva 0+000 a la progresiva 0+130. De la progresiva 0+130 hasta 0+184.13, tienen un borde libre inferior a 1 m, esta zona de borde libre inferior.

PROGRESIVA	ESTE	NORTE	INUNDACION TR100	RASANTE TRANS	BORDE LIBRE
0+000.00	354329.0948	8548677.438	69.320m	70.770m	1.450m
0+010.00	354336.7709	8548683.847	69.382m	70.864m	1.481m
0+020.00	354345.9185	8548687.861	69.441m	70.958m	1.517m
0+030.00	354355.2936	8548691.338	69.617m	71.055m	1.437m
0+040.00	354364.8383	8548694.317	69.695m	71.152m	1.457m
0+050.00	354374.5262	8548696.791	69.830m	71.249m	1.418m
0+060.00	354384.3306	8548698.753	69.891m	71.345m	1.454m
0+070.00	354394.2028	8548700.347	70.042m	71.442m	1.400m
0+080.00	354404.0776	8548701.924	70.235m	71.486m	1.250m
0+090.00	354413.9523	8548703.502	70.293m	71.529m	1.236m
0+100.00	354423.8271	8548705.08	70.357m	71.572m	1.215m
0+110.00	354433.7018	8548706.658	70.487m	71.615m	1.128m
0+120.00	354443.5765	8548708.236	70.507m	71.659m	1.151m
0+130.00	354453.4513	8548709.813	70.568m	71.702m	1.134m
0+140.00	354463.326	8548711.391	70.832m	71.745m	0.913m
0+150.00	354473.2008	8548712.969	71.153m	71.788m	0.636m
0+160.00	354483.0755	8548714.547	71.379m	71.833m	0.454m
0+170.00	354492.9269	8548716.261	71.482m	71.878m	0.395m
0+180.00	354502.7618	8548718.07	71.613m	71.922m	0.309m
0+184.13	354506.8198	8548718.817	71.650m	71.941m	0.291m

3.1.3. TRANSICIONES ENTRE LAS SECCIONES DEL PROYECTO Y LAS SECCIONES TÍPICAS DE VALLES VULNERABLES.

Ilustración 3 Esquema Secciones Tipo II - DE-PR10-I

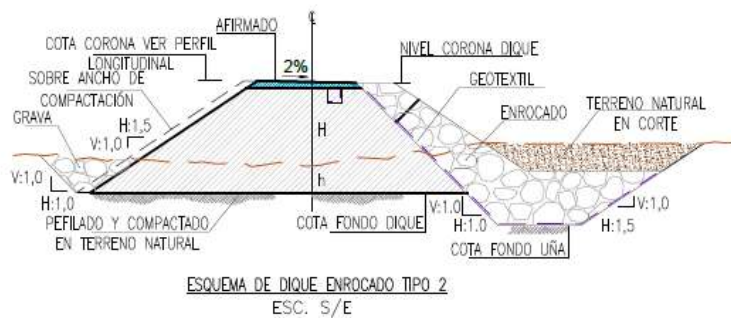


Ilustración 4 Esquema Secciones de Valles Vulnerables – CA02-(MI)

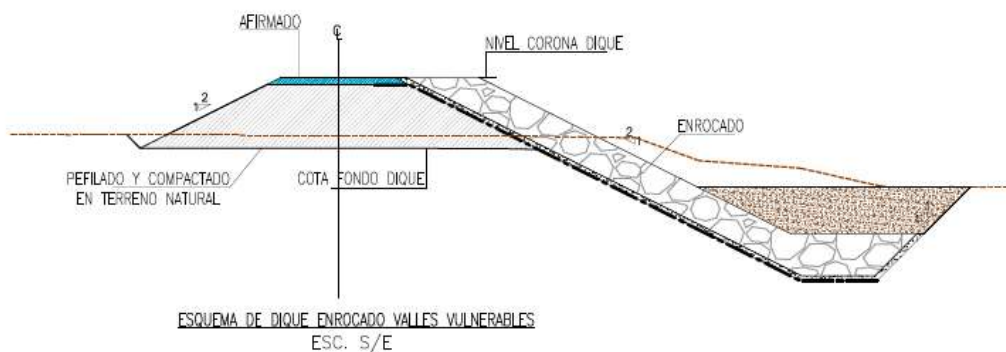


Ilustración 5 Esquema de Transición entre DEPR10I-CA02 (MI)

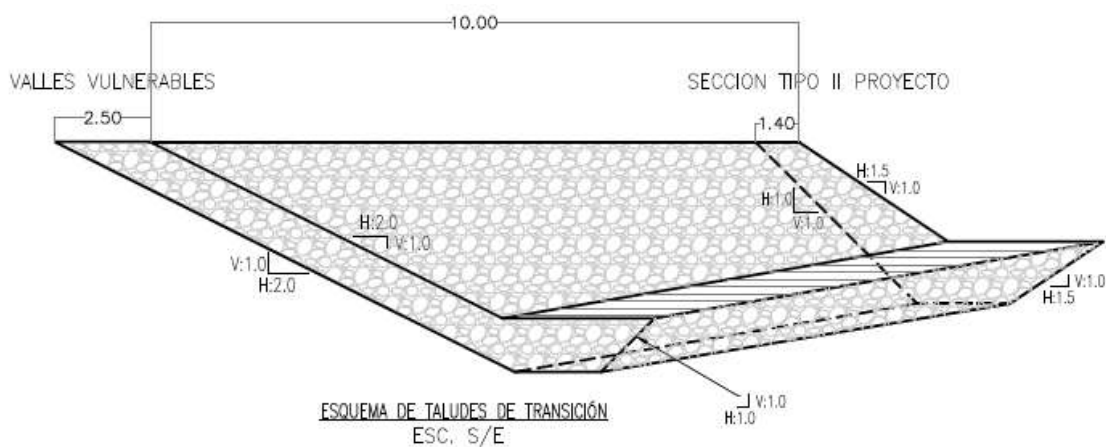


Tabla 8 Tabla de Transición de los Taludes entre DEPR10I-CA02 (MI)

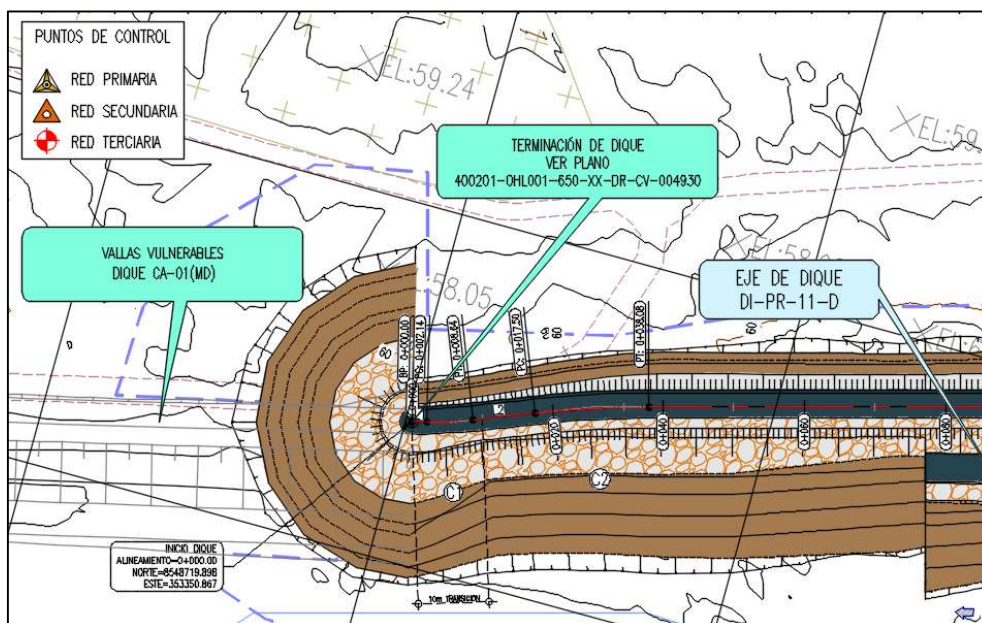
TRANSICIONES DIQUE A VALLES VULNERABLES							
PK	Distancia	Talud Int. Dique		Talud Enrocado		Talud Uña	
	(m)	1:2	➡ 1:1	1:2	➡ 1:1.5	1:1	➡ 1:1.5
0+109	0	1.00		1.50		1.50	
0+110	1	1.10		1.55		1.45	
0+111	2	1.20		1.60		1.40	
0+112	3	1.30		1.65		1.35	
0+113	4	1.40		1.70		1.30	
0+114	5	1.50		1.75		1.25	
0+115	6	1.60		1.80		1.20	
0+116	7	1.70		1.85		1.15	
0+117	8	1.80		1.90		1.10	
0+118	9	1.90		1.95		1.05	
0+119	10	2.00		2.00		1.00	

3.2. CONEXIÓN ENTRE EL DIQUE DI-PR-11-D Y EL DIQUE CA-01 (MD) DE VALLES

El dique CA-01(MD) de Valles Vulnerables se encuentra Aguas abajo del dique proyectado DI-PR-11-D del proyecto 1 de Cañete del paquete 4, se propone una zona de transición como zona de conexión, en este casos se proyecta una transición vertical que parcialmente se encontrara por debajo del resguardo requeridos y por debajo de la cota de inundación del periodo de retorno de 100 años con el cambio climático, por lo cual TYPASA – OHLA no se hacen responsables de las obras que a petición de ARCC no cumplan con los objetivos del contrato.

La transición no defiende para eventos de 100 años de periodo de retorno más cambio climático, ya que transiciona desde la cota de proyecto hasta la cota proyecto de Valles Vulnerables que está calculado a 50 años de periodo de retorno.

Ilustración 6 Conexión del Dique DI-PR-11-D y el dique CA-01 (MD) de Valles Vulnerable.



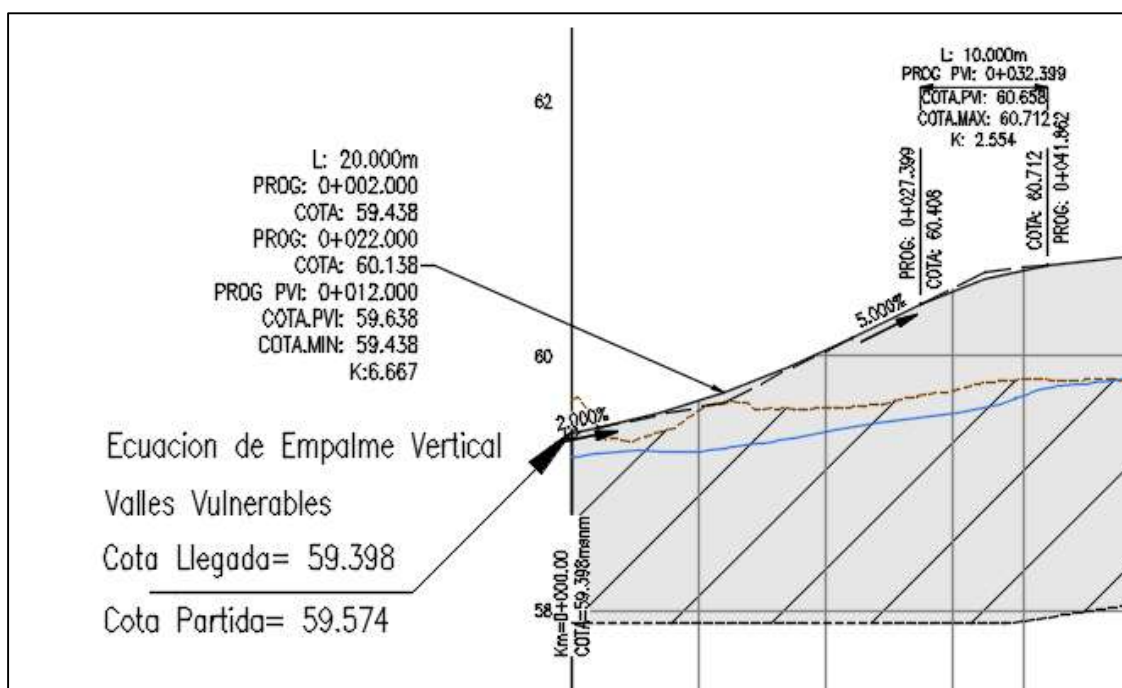
Ver los planos 400201-OHL001-650-XX-DR-HD-004078-R02 y 400201-OHL001-650-XX-DR-HD-004080-R02.

3.2.1. TRANSICIÓN ALTIMÉTRICA

Para la transición altimétrica se tomó en cuenta que la pendiente de desarrollo será 5% garantizando el comportamiento vial de la corona.

Se ha diseñado una transición con cota de llegada del dique CA-01(MD) es 59.574 m que corresponde a la cota de partida 59.398 m del dique DI-PR-11-D tomando en cuenta la ecuación de cambio vertical 0.176 m.

Ilustración 7 Transición altimétrica del Dique DI-PR-11-D y el dique CA-01 (MD) de Valles Vulnerables



La transición vertical de curva y contra curva de longitud de curva de 20m, la longitud de la transición vertical de 42.157 m con pendiente del 5%. Se analizaron los 42.157 m de transición y se tiene un borde libre inferior a 1 m desde la progresiva 0+000 a la progresiva 0+025. De la progresiva 0+0125 hasta el final, se tienen un borde libre superior a 1 m.

PROGRESIVA	ESTE	NORTE	INUNDACION TR100	RASANTE TRANS	BORDE LIBRE
0+000.00	353350.8667	8548719.898	59.291m	59.398m	0.107m
0+010.00	353360.3945	8548722.895	59.307m	59.646m	0.339m
0+020.00	353369.7076	8548726.537	59.347m	60.041m	0.694m
0+030.00	353379.1827	8548729.729	59.481m	60.525m	1.044m
0+044.46	353388.8153	8548732.414	59.664m	60.740m	1.076m
0+054.46	353398.4598	8548735.056	59.802m	60.849m	1.047m
0+064.46	353408.1043	8548737.699	59.847m	60.957m	1.110m
0+074.46	353417.7488	8548740.341	60.013m	61.066m	1.053m
0+084.46	353427.3933	8548742.984	60.150m	61.174m	1.024m

PROGRESIVA	ESTE	NORTE	INUNDACION TR100	RASANTE TRANS	BORDE LIBRE
0+094.46	353437.0378	8548745.627	60.254m	61.283m	1.029m
0+104.46	353446.6823	8548748.269	60.292m	61.391m	1.100m
0+114.46	353456.3268	8548750.912	60.454m	61.500m	1.046m
0+124.46	353465.9714	8548753.555	60.554m	61.608m	1.054m
0+134.46	353475.6159	8548756.197	60.690m	61.717m	1.027m
0+144.46	353485.2604	8548758.84	60.776m	61.825m	1.049m
0+154.46	353494.9049	8548761.482	60.930m	61.934m	1.004m
0+164.46	353504.5494	8548764.125	61.067m	62.042m	0.975m
0+174.46	353514.1939	8548766.768	61.183m	62.151m	0.967m
0+184.46	353523.8384	8548769.41	61.338m	62.259m	0.922m
0+194.46	353533.4829	8548772.053	61.421m	62.368m	0.947m
0+204.46	353543.1274	8548774.696	61.567m	62.476m	0.910m
0+214.46	353552.7719	8548777.338	61.632m	62.585m	0.952m
0+224.46	353562.4164	8548779.981	61.767m	62.693m	0.926m
0+234.46	353572.0609	8548782.623	61.817m	62.802m	0.985m
0+244.46	353581.7054	8548785.266	61.916m	62.910m	0.994m
0+254.46	353591.3499	8548787.909	61.962m	63.019m	1.056m
0+264.46	353600.9944	8548790.551	62.052m	63.127m	1.075m
0+274.46	353610.639	8548793.194	62.122m	63.236m	1.114m
0+284.46	353620.2835	8548795.837	62.233m	63.344m	1.112m
0+294.46	353629.928	8548798.479	62.293m	63.453m	1.160m
0+304.46	353639.5725	8548801.122	62.342m	63.561m	1.220m
0+314.46	353649.217	8548803.765	62.388m	63.670m	1.282m
0+324.46	353658.8615	8548806.407	62.460m	63.778m	1.319m
0+334.46	353668.506	8548809.05	62.512m	63.887m	1.375m
0+344.46	353678.1505	8548811.692	62.605m	63.995m	1.391m
0+354.46	353687.795	8548814.335	62.715m	64.104m	1.389m
0+364.46	353697.4395	8548816.978	62.890m	64.212m	1.322m
0+374.46	353707.084	8548819.62	62.923m	64.321m	1.397m
0+384.46	353716.7285	8548822.263	62.945m	64.429m	1.485m
0+394.46	353726.373	8548824.906	62.986m	64.538m	1.552m
0+404.46	353736.0175	8548827.548	63.075m	64.646m	1.571m
0+414.46	353745.6621	8548830.191	63.141m	64.755m	1.614m
0+424.46	353755.3066	8548832.833	63.256m	64.863m	1.607m
0+434.46	353764.9511	8548835.476	63.420m	64.972m	1.552m
0+444.46	353774.5956	8548838.119	63.658m	65.080m	1.422m
0+454.46	353784.2401	8548840.761	63.723m	65.189m	1.466m
0+464.46	353793.8846	8548843.404	63.863m	65.297m	1.435m
0+474.46	353803.5291	8548846.047	63.974m	65.406m	1.432m
0+484.46	353813.1736	8548848.689	64.152m	65.514m	1.363m
0+494.46	353822.8181	8548851.332	64.196m	65.623m	1.427m
0+504.46	353832.4626	8548853.974	64.263m	65.731m	1.468m
0+514.46	353842.1071	8548856.617	64.366m	65.840m	1.473m
0+524.46	353851.7516	8548859.26	64.498m	65.948m	1.450m

PROGRESIVA	ESTE	NORTE	INUNDACION TR100	RASANTE TRANS	BORDE LIBRE
0+534.46	353861.3961	8548861.902	64.622m	66.057m	1.435m
0+544.46	353871.0408	8548864.545	64.812m	66.165m	1.354m
0+554.46	353880.696	8548867.148	65.039m	66.274m	1.235m
0+564.46	353890.3684	8548869.686	65.096m	66.382m	1.286m
0+574.46	353900.0574	8548872.16	65.155m	66.491m	1.336m
0+584.46	353909.7628	8548874.57	65.236m	66.599m	1.363m
0+594.46	353919.484	8548876.915	65.401m	66.708m	1.307m
0+604.46	353929.2206	8548879.195	65.485m	66.816m	1.331m
0+614.46	353938.9722	8548881.409	65.544m	66.925m	1.381m
0+624.46	353948.7384	8548883.559	65.599m	67.033m	1.434m
0+634.46	353958.5187	8548885.644	65.662m	67.142m	1.479m
0+644.46	353968.3126	8548887.663	65.759m	67.250m	1.492m
0+654.46	353978.1198	8548889.618	65.949m	67.359m	1.409m
0+664.46	353987.9398	8548891.506	66.210m	67.467m	1.257m
0+674.46	353997.7722	8548893.329	66.358m	67.576m	1.218m
0+684.46	354007.6165	8548895.087	66.421m	67.684m	1.263m
0+694.46	354017.4723	8548896.779	66.482m	67.793m	1.311m
0+704.46	354027.3392	8548898.405	66.566m	67.901m	1.335m
0+714.46	354037.2167	8548899.965	66.701m	68.010m	1.309m
0+724.46	354047.1044	8548901.46	66.904m	68.118m	1.214m
0+734.46	354057.0018	8548902.888	67.025m	68.227m	1.201m
0+744.46	354066.9085	8548904.251	67.132m	68.330m	1.198m
0+754.46	354076.8241	8548905.547	67.239m	68.433m	1.194m
0+764.46	354086.7481	8548906.778	67.300m	68.535m	1.235m
0+774.46	354096.6801	8548907.942	67.327m	68.638m	1.311m
0+784.46	354106.6196	8548909.04	67.349m	68.741m	1.392m
0+794.46	354116.5663	8548910.071	67.369m	68.844m	1.475m
0+804.46	354126.5195	8548911.037	67.388m	68.947m	1.558m
0+814.46	354136.479	8548911.935	67.413m	69.049m	1.636m
0+824.46	354146.4442	8548912.769	67.436m	69.152m	1.716m
0+834.46	354156.4111	8548913.582	67.477m	69.255m	1.777m
0+844.46	354166.378	8548914.395	67.545m	69.358m	1.813m
0+854.46	354176.3449	8548915.208	67.566m	69.460m	1.895m
0+864.46	354186.3119	8548916.021	67.606m	69.563m	1.957m
0+874.46	354196.2788	8548916.833	67.651m	69.666m	2.015m
0+884.46	354206.2457	8548917.646	67.752m	69.769m	2.017m
0+894.46	354216.2126	8548918.459	67.907m	69.871m	1.964m
0+904.46	354226.1795	8548919.272	68.090m	69.974m	1.884m
0+914.46	354236.1464	8548920.085	68.193m	70.077m	1.884m
0+924.46	354246.1133	8548920.897	68.449m	70.180m	1.731m
0+934.46	354256.0802	8548921.71	68.458m	70.282m	1.825m
0+944.46	354266.0472	8548922.523	68.788m	70.385m	1.597m
0+954.46	354276.0141	8548923.336	68.967m	70.488m	1.521m
0+964.46	354285.981	8548924.149	69.058m	70.591m	1.532m

PROGRESIVA	ESTE	NORTE	INUNDACION TR100	RASANTE TRANS	BORDE LIBRE
0+974.46	354295.9479	8548924.961	69.090m	70.694m	1.603m
0+984.46	354305.9148	8548925.774	69.328m	70.796m	1.468m
0+994.46	354315.8817	8548926.587	69.931m	70.899m	0.968m
1+004.46	354325.8486	8548927.4	69.985m	71.002m	1.016m
1+014.46	354335.8155	8548928.213	70.050m	71.105m	1.055m
1+024.46	354345.782	8548929.031	70.142m	71.207m	1.066m
1+034.46	354355.6544	8548930.582	70.242m	71.310m	1.068m
1+044.46	354365.2564	8548933.352	70.245m	71.413m	1.168m
1+054.46	354374.4382	8548937.297	70.275m	71.516m	1.240m

3.2.2. TRANSICIONES ENTRE LAS SECCIONES DEL PROYECTO Y LAS SECCIONES TÍPICAS DE VALLES VULNERABLES.

Ilustración 8 Esquema Secciones Tipo II - DI-PR-11-D

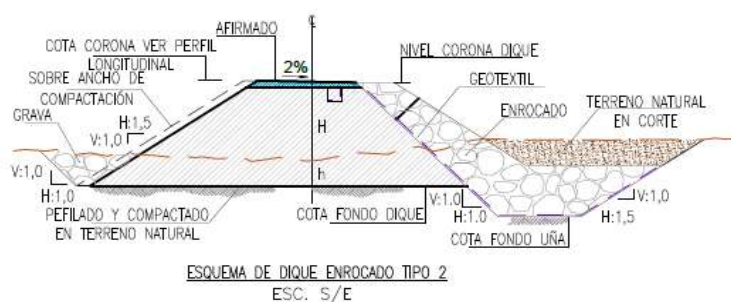


Ilustración 9 Esquema Secciones de Valles Vulnerables CA01 (MD)

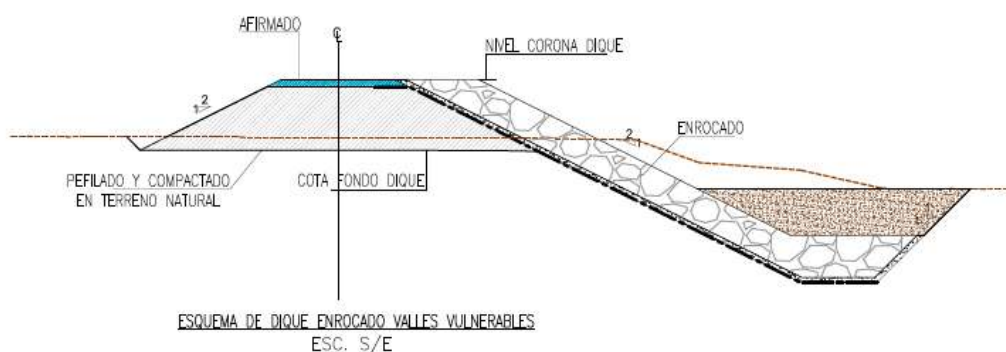


Ilustración 10 Esquema de Transición entre DIPR11D-CA01 (MD)

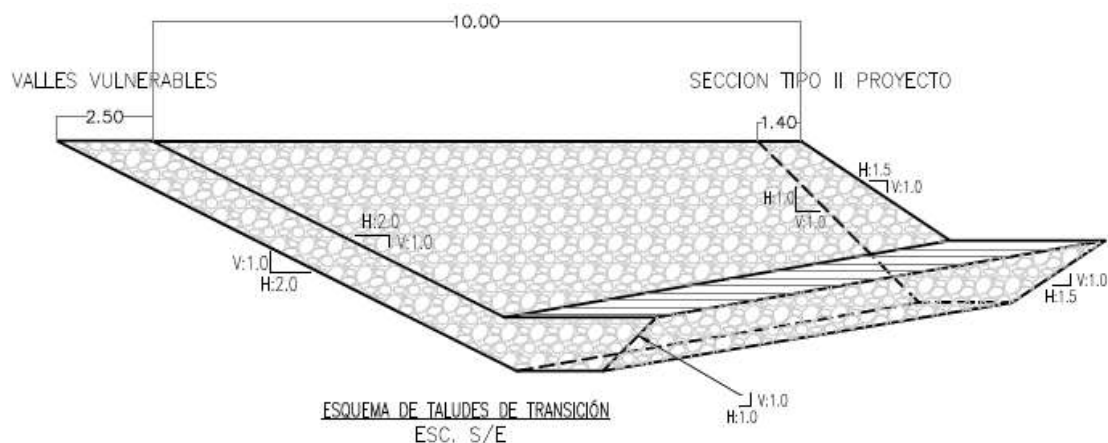


Tabla 9 Tabla de Transición de los Taludes entre DIPR11D -CA01 (MD)

TRANSICIONES DIQUE VALLES VULNERABLES					
PK	Distancia (m)	Talud Int. Dique		Talud Enrocado	
		1:2	1:1	1:2	1:1.5
0+000	0	2.00		2.00	1.00
0+001	1	1.90		1.95	1.05
0+002	2	1.80		1.90	1.10
0+003	3	1.70		1.85	1.15
0+004	4	1.60		1.80	1.20
0+005	5	1.50		1.75	1.25
0+006	6	1.40		1.70	1.30
0+007	7	1.30		1.65	1.35
0+008	8	1.20		1.60	1.40
0+009	9	1.10		1.55	1.45
0+010	10	1.00		1.50	1.50

3.3. CONEXIÓN ENTRE EL DIQUE DI-PR-11-D Y EL DIQUE CA-02 (MD) DE VALLES VULNERABLES

El dique CA-02(MD) de Valles Vulnerables se encuentra Aguas arriba del dique proyectado DI-PR-11-D del proyecto 1 de Cañete del paquete 4, se propone una zona de transición como zona de conexión, en este caso se proyecta una transición vertical que parcialmente se encontrara por debajo del resguardo requeridos y por debajo de la cota de inundación del periodo de retorno de 100 años con el cambio climático, por lo cual TYPSA – OHLA no se hacen responsables de las obras que a petición de ARCC no cumplan con los objetivos del contrato.

La transición no defiende para eventos de 100 años de periodo de retorno más cambio climático, ya que transiciona desde la cota de proyecto hasta la cota proyecto de Valles Vulnerables que está calculado a 50 años de periodo de retorno.

The plan view map illustrates the Rio Canete dike system. Key features include:

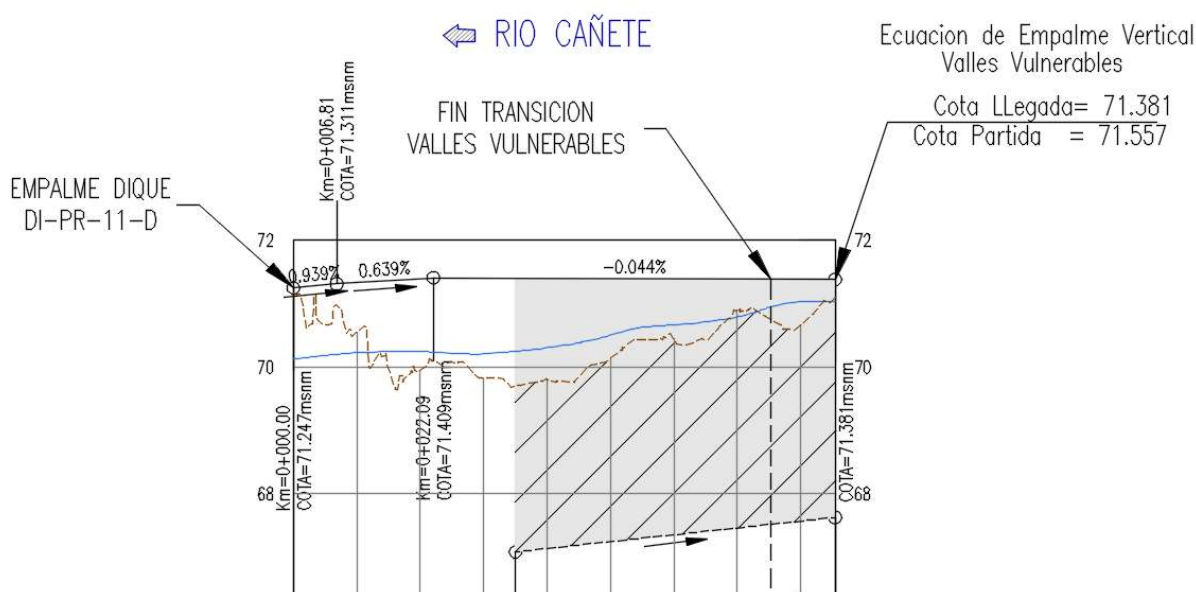
- EJE DE DIQUE DI-PR-11-D**: A light blue dashed line representing the main dike axis.
- TERMINACIÓN DE DIQUE VER PLANO 400201-OHL001-650-XX-DR-CV-004930**: Two cyan callout boxes pointing to specific termination points along the dike.
- FALSA MARGINAL**: A yellow dashed line indicating the marginal false line.
- VALLAS VULNERABLES DIQUE CA-02(MD)**: A cyan callout box pointing to vulnerable walls near the dike CA-02(MD).
- RIO CANETE**: The river channel shown at the bottom left.
- COORDENADA RED TERCARIA**: A table providing coordinates for various points along the dike.

PUNTO	COORDENADA		COTA NIVELADA
	ESTE	NORTE	
GSI 21A	352381.321	8548766.572	50.742
GSI 23	353370.950	8548528.389	58.212
GSI 24	353792.534	8548881.248	63.751
GSI 25	354332.172	8548673.451	66.633
GSI 26	354763.266	8549019.052	74.674

Additional elevation points marked on the map include EL:69.22, EL:69.27, EL:69.14, EL:69.95, EL:69.57, EL:68.90, EL:69.05, and EL:69.38.

400201-OHL001-650-XX-RP-CV-004001-R04
Página 26 de 32

Ilustración 12 Transición altimétrica del Dique DI-PR-11-D y el dique CA-02 (MD) de Valles Vulnerables.



El borde libre es inferior a 1 m de la progresiva 0+050 al 0+085.45.

PROGRESIVA	ESTE	NORTE	INUNDACION TR100	RASANTE TRANS	BORDE LIBRE
0+000.00	354344.8292	8548928.948	70.129m	71.247m	1.118m
0+010.00	354354.7961	8548929.761	70.225m	71.332m	1.106m
0+020.00	354364.763	8548930.573	70.247m	71.396m	1.149m
0+030.00	354374.7299	8548931.386	70.208m	71.373m	1.165m
0+040.00	354384.6968	8548932.199	70.303m	71.328m	1.024m
0+050.00	354394.6637	8548933.012	70.502m	71.283m	0.781m
0+060.00	354404.6306	8548933.825	70.666m	71.238m	0.572m
0+070.00	354414.5976	8548934.637	70.791m	71.234m	0.443m
0+080.00	354424.5645	8548935.45	71.027m	71.314m	0.288m
0+085.45	354429.992	8548935.893	71.038m		

3.3.3. TRANSICIONES ENTRE LAS SECCIONES DEL PROYECTO Y LAS SECCIONES TÍPICAS DE VALLES VULNERABLES.

Ilustración 13 Esquema Secciones Tipo II – DIPR11D

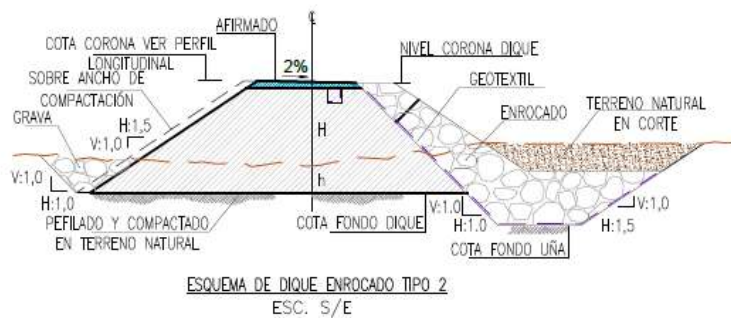


Ilustración 14 Esquema Secciones de Valles Vulnerables CA02-(MD)

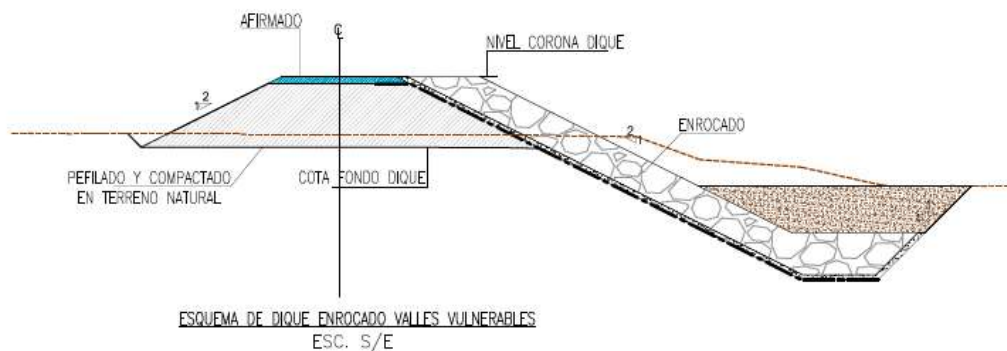


Ilustración 15 Esquema de Transición entre DIPR11D -CA02 (MD).

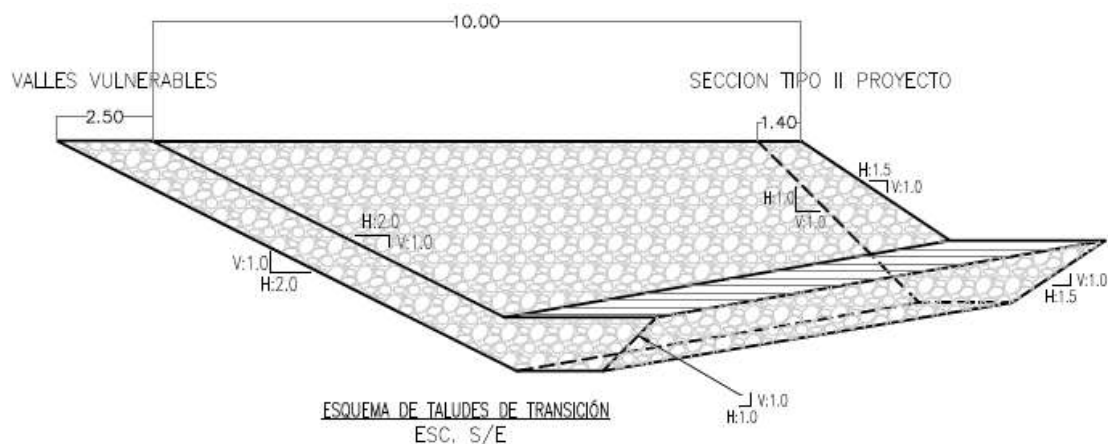


Tabla 10 Tabla de Transición de los Taludes entre DIPR11D -CA02 (MD).

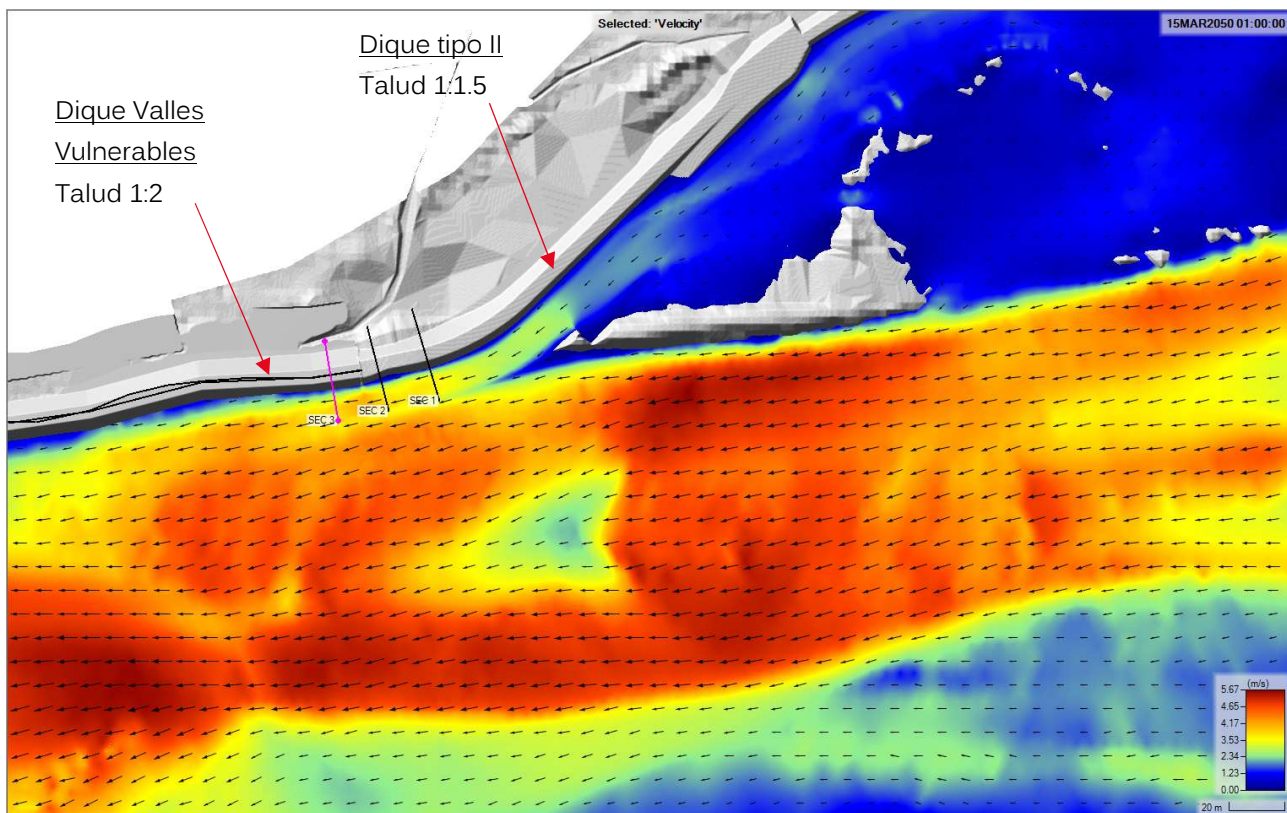
TRANSICIONES DIQUE VALLES VULNERABLES							
PK	Distancia	Talud Int. Dique		Talud Enrocado		Talud Uña	
	(m)	1:2	1:1	1 : 2	1:1.5	1:1	1:1.5
0+000	0	2.00		2.00		1.00	
0+001	1	1.90		1.95		1.05	
0+002	2	1.80		1.90		1.10	
0+003	3	1.70		1.85		1.15	
0+004	4	1.60		1.80		1.20	
0+005	5	1.50		1.75		1.25	
0+006	6	1.40		1.70		1.30	
0+007	7	1.30		1.65		1.35	
0+008	8	1.20		1.60		1.40	
0+009	9	1.10		1.55		1.45	
0+010	10	1.00		1.50		1.50	

4. EVALUACION HIDRAULICA

4.1. CONEXIÓN ENTRE EL DIQUE PROYECTADO y DIQUE VALLE VULNERABLE

La unión entre el dique proyectado y dique de Valles Vulnerables se realizó mediante una transición de tipo trapezoidal. Su diseño tiene la finalidad de evitar turbulencia y mantener el flujo uniforme en el tramo de conexión. Para demostrar los efectos, se realizó una simulación hidráulica bidimensional mediante el software HEC-RAS 2D, donde se simuló una transición entre un dique de sección Tipo II con talud 1:1.5 y la sección de Valle Vulnerable con talud 1:2.0, dicho modelamiento se observa en la siguiente ilustración.

Ilustración 16 Simulación hidráulica en la Transición



En la Ilustración anterior se aprecia que en la transición existe un flujo continuo que no genera perturbaciones o variaciones de velocidad, tirante, esfuerzos cortantes y no generan perturbaciones en los sedimentos de las capas de relleno de sacrificio de los dos proyectos. En ese sentido, se comprueba que la transición tendrá un buen funcionamiento hidráulico.

4.2. CÁLCULO DE LONGITUD DE TRANSICIÓN

Para el diseño de una transición recta, se debe definir la longitud de la transición de modo que las pérdidas en el paso entre dos tramos de características diferentes sean las mínimas posibles.

En hidráulica y en el diseño de estructuras hidráulicas las mayorías de fórmulas que se han obtenido son de resultados experimentales, las fórmulas que se presentan en esta sección y las que siguen tienen este carácter, la confianza que tendremos de su uso estriba en que se han aplicado con buenos resultados en el diseño de muchas estructuras hidráulicas.

$$L = \frac{T_1 - T_2}{2 \operatorname{tg} \alpha} = \frac{T_1 - T_2}{2} * \operatorname{ctg} \alpha$$

Donde:

L= longitud de la transición (m)

T₁ y T₂= espejos de agua (m)

α = ángulo que forman los espejos de agua

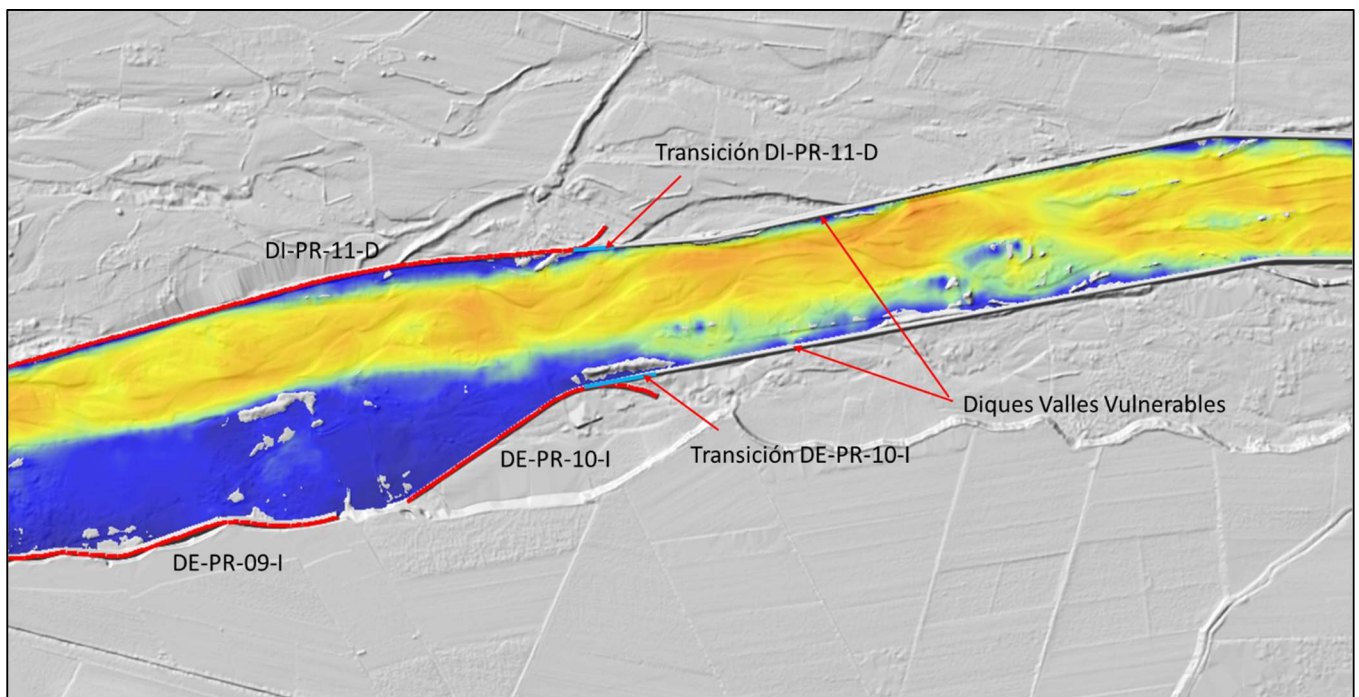
Según las experiencias de la antigua Comisión Nacional de Irrigación de México, el ángulo α, puede ser aumentado hasta 22°30' sin que el cambio de la transición sea brusco, por lo que se puede reducir el valor de L, es decir:

$$L = \frac{T_1 - T_2}{2 \operatorname{tg} 22^{\circ} 30'} = \frac{T_1 - T_2}{2} * \operatorname{ctg} 22^{\circ} 30'$$

Para los tramos estudiados, la variación de los espejos de agua en la entrada y salida de la transición no supera los 3 m, y considerando un ángulo de 22°30' se calculó la longitud de transición que no supera los 10 m.

Para los diques DI-PR-11-D y DE-PR-10-I se calcularon las transiciones tal como se muestra a continuación:

Ilustración 17 Simulación hidráulica en la Transición para los DI-PR-11-D y DI-PR-10-I



En la Tabla 11 se muestra las transiciones calculadas y asumidas.

Tabla 11 Longitud de transición
(Elaboración propia, 2023)

Dique	Espejo de agua		Transición	
	Aguas arriba T1	Aguas abajo T2	Longitud calculada	Longitud asumida
	(m)	(m)	(m)	(m)
DI-PR-11-D	219.39	219.89	0.448	10.00
DE-PR-10-I	216.57	217.07	0.448	10.00