

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**



**“CONSTRUCCIÓN DE DIQUE DE TIERRA PARA EL PROYECTO DE  
IRRIGACION SUYTUQOCHA, EN LA MICROCENCA  
CHALLWAQOCHA 2, REGIÓN APURIMAC”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL  
PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO AGRICOLA**

**HENRY DANIEL SARMIENTO MEJÍA**

**LIMA – PERÚ**

**2021**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

**FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA**

**“CONSTRUCCIÓN DE DIQUE DE TIERRA PARA EL PROYECTO DE  
IRRIGACIÓN SUYTUQOCHA, EN LA MICROCUENCA  
CHALLWAQOCHA 2, REGIÓN APURÍMAC”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TITULO DE:  
**INGENIERO AGRÍCOLA**

Presentado por:

**BACH. HENRY DANIEL SARMIENTO MEJÍA**

Sustentado y aprobado por el siguiente jurado:

Mg. Sc. MIGUEL ÁNGEL SÁNCHEZ DELGADO  
Presidente

Dr. FREDY OMIS CÁCERES GUERRERO  
Asesor

MESTRE JORGE LUIS DÍAZ RIMARACHIN  
Miembro

Dr. ISSAAK RAFAÉL VÁSQUEZ ROMERO  
Miembro

LIMA – PERU

2021

## ÍNDICE GENERAL

<b>I. PRESENTACIÓN</b> .....	<b>1</b>
1.1. Funciones desempeñadas .....	1
1.2. Etapas de la ejecución del proyecto .....	2
1.3. Capacidad de almacenamiento de agua del proyecto .....	3
1.4. Importancia de los conocimientos adquiridos en la Facultad de Ingeniería Agrícola con relación a la puesta en práctica en las funciones desempeñadas.....	3
<b>II. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>5</b>
<b>III. OBJETIVOS</b> .....	<b>6</b>
3.1. Objetivo General.....	6
3.2. Objetivos Específicos .....	6
<b>IV. CUERPO DEL TRABAJO</b> .....	<b>7</b>
4.1. Generalidades.....	7
4.1.1. Datos generales de la obra .....	7
4.1.2. Situación actual del área de recarga en la subcuenca Hancaray.....	9
4.1.3. Metas físicas de la obra .....	9
4.1.4. Presupuesto de la obra .....	10
4.1.5. Plazo de ejecución .....	10
4.2. Secuencia metodológica.....	10
4.2.1. Etapa 1: Revisión de los estudios y diseño del dique.....	11
4.2.2. Etapa 2: Trabajos Provisionales y Preliminares .....	29
4.2.3. Etapa 3: Conformación del Dique de Tierra.....	36
4.2.4. Etapa 4: Impermeabilización del cuerpo del dique .....	50
4.2.5. Etapa 5: Recubrimiento del Cuerpo del Dique.....	53
4.2.6. Etapa 6: Construcción del aliviadero, estructura de toma y descarga .....	56
4.2.7. Etapa 7: Actividades de mitigación ambiental en el Plan de Cierre.....	64
4.3. Resultados.....	67
<b>V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	<b>68</b>
5.1. Conclusiones .....	68
5.2. Recomendaciones .....	69
<b>VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>70</b>
<b>VII. ANEXOS</b> .....	<b>71</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Ubicación geográfica de la qocha .....	7
Tabla 2: Acceso a la qocha Challwaqocha 2 .....	9
Tabla 3: Resumen de metrados, obras provisionales y preliminares.....	12
Tabla 4: Resumen de metrados, dique.....	12
Tabla 5: Resumen de metrados, toma y descarga.....	13
Tabla 6: Resumen de metrados, aliviadero de demasías .....	14
Tabla 7: Resumen de metrados, medidas de manejo ambiental .....	15
Tabla 8: Resumen de metrados, equipos de seguridad y salud .....	16
Tabla 9: Resumen de metrados, taller de capacitación.....	16
Tabla 10: Cotas del predimensionamiento del dique Challwaqocha 2.....	17
Tabla 11: Resumen de los datos obtenidos del dique para el cálculo de las cotas .....	18
Tabla 12: Cálculo de la altura de ola por viento.....	18
Tabla 13: Cálculo del bordo libre .....	19
Tabla 14: Información sobre la corona del dique .....	20
Tabla 15: Determinación de la altura del dique.....	20
Tabla 16: Determinación del ancho del dentellón.....	20
Tabla 17: Determinación del ancho de corona .....	21
Tabla 18: Determinación de los taludes para el dique de tierra Challwaqocha 2.....	22
Tabla 19: Descarga máxima y mínima – tubería de descarga .....	23
Tabla 20: Cálculos para determinar el diámetro de la toma .....	23
Tabla 21: Resumen del cálculo del caudal máximo de diseño por el método racional.....	25
Tabla 22: Características geométricas del aliviadero .....	26
Tabla 23: Resumen de alquiler de maquinaria y sus horas trabajadas .....	39
Tabla 24: Resumen de las especificaciones técnicas de la retroexcavadora John Deere 710J .....	39
Tabla 25: Resumen de las especificaciones técnicas de la retroexcavadora CAT 420F .....	40

Tabla 26: Resumen de la ficha técnica del rodillo compactador Wacker RD27 .....	40
Tabla 27: Resumen de la valorización de la retroexcavadora .....	41
Tabla 28: Resumen de valorización del rodillo compactador .....	41
Tabla 29: Resumen de valorización del volquete .....	42
Tabla 30: Resumen de los resultados de la prueba de compactación, Challwaqocha 2 .....	48
Tabla 31: Resumen técnico del equipo para determinar la densidad de campo y peso unitario.....	49

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1:</i> Mapa de la región Apurímac, ubicación de la provincia de Andahuaylas y el distrito de José María Arguedas .....	8
<i>Figura 2:</i> Vista de la subcuenca Huancaray y en detalle la microcuenca Challwaqocha 2	8
<i>Figura 3:</i> Partes principales del dique de tierra Challwaqocha 2.....	17
<i>Figura 4:</i> Cálculo del aliviadero Challwaqocha 2 con el software HCanales.....	26
<i>Figura 5:</i> Vista topográfica de la qocha Challwaqocha 2 .....	27
<i>Figura 6:</i> Vista en planta del dique Challwaqocha 2 y aliviadero .....	27
<i>Figura 7:</i> Vista de perfil del dique Challwaqocha 2 .....	28
<i>Figura 8:</i> Detalle del aliviadero .....	28
<i>Figura 9:</i> Sección típica del dique de tierra Challwaqocha 2 .....	28
<i>Figura 10:</i> Asistente técnico y personal de obra utilizando el equipo de protección personal .....	29
<i>Figura 11:</i> Qocha Challwaqocha 2 .....	30
<i>Figura 12:</i> Ubicación de los puntos de control (BMs) Challwaqocha 2.....	31
<i>Figura 13:</i> Inicio del protocolo de bioseguridad contra el covid-19 y uso adecuado de lo EPPs.....	31
<i>Figura 14:</i> Vista en planta de la ubicación de los componente auxiliares del dique de tierra Challwaqocha 2 .....	32
<i>Figura 15:</i> Almacén y letrina Challwaqocha 2 .....	33
<i>Figura 16:</i> Carteles de identificación y afiches Challwaqocha 2.....	33
<i>Figura 17:</i> Señalización de elementos de aseo y tacho.....	34
<i>Figura 18:</i> Cartel de identificación del proyecto .....	34
<i>Figura 19:</i> Equipo y herramientas para el inicio del trazo y replanteo.....	35
<i>Figura 20:</i> Vista del trazo y replanteo del dique de Challwaqocha 2 .....	36
<i>Figura 21:</i> Vista del Horómetro al momento de encendido de la maquinaria .....	37
<i>Figura 22:</i> Retroexcavadora John Deere 710J .....	38
<i>Figura 23:</i> Vista del Rodillo compactador Wacker RD27, retroexcavadora John Deere 710J y retroexcavadora CAT 420F.....	38

<i>Figura 24:</i> Limpieza y desbroce del terreno natural .....	43
<i>Figura 25:</i> Remarcado de los trazos del replanteo del dique de tierra Challwaqocha 2.....	43
<i>Figura 26:</i> Movimiento de rocas con la retroexcavadora en el área del dique .....	44
<i>Figura 27:</i> Vista de detalle del dren con grava .....	45
<i>Figura 28:</i> Instalación del dren en el dique Challwaqocha 2.....	45
<i>Figura 29:</i> Conformación del cuerpo del dique de tierra Challwaqocha 2.....	46
<i>Figura 30:</i> Corte y perfilado del talud del dique Challwaqocha 2.....	47
<i>Figura 31:</i> Prueba de compactación en el dique de tierra Challwaqocha 2 .....	48
<i>Figura 32:</i> Aparato de densidad.....	49
<i>Figura 33:</i> Vista del dentellón – anclaje de geomembrana en la base del dique .....	50
<i>Figura 34:</i> Vista de anclaje de la geomembrana en la corona del dique.....	51
<i>Figura 35:</i> Excavación del dentellón en la cara húmeda del cuerpo del dique de tierra Challwaqocha 2 .....	51
<i>Figura 36:</i> Excavación de la zanja de anclaje en la corona del dique de tierra Challwaqocha 2 .....	51
<i>Figura 37:</i> Polylock instalado para el anclaje de la geomembrana.....	52
<i>Figura 38:</i> Impermeabilización del cuerpo del dique de tierra Challwaqocha 2 .....	53
<i>Figura 39:</i> Empalme de la geomembrana en la tubería del dique de tierra .....	53
<i>Figura 40:</i> Vista de detalle del geotextil en dique con enrocado.....	54
<i>Figura 41:</i> Traslado de rocas de la cantera hacia el dique de tierra.....	54
<i>Figura 42:</i> Empedrado de las paredes del talud aguas abajo del dique Challwaqocha 2....	55
<i>Figura 43:</i> Enrocado del talud aguas arriba del dique de tierra Challwaqocha 2 .....	55
<i>Figura 44:</i> Recubrimiento de la corona del dique con champa .....	56
<i>Figura 45:</i> Corrección en los detalles del aliviadero Challwaqocha 2.....	57
<i>Figura 46:</i> Vista de perfil del aliviadero Challwaqocha 2 .....	58
<i>Figura 47:</i> Detalle de la junta de dilatación .....	58
<i>Figura 48:</i> Vista de la salida del aliviadero Challwaqocha 2.....	59
<i>Figura 49:</i> Trabajos iniciales en las estructuras de toma y descarga .....	60

<i>Figura 50:</i> Vista de perfil de la descarga Challwaqocha 2 .....	60
<i>Figura 51:</i> Detalle estructural de la poza de disipación Challwaqocha 2 .....	61
<i>Figura 52:</i> Detalle de la tapa metálica .....	61
<i>Figura 53:</i> Vista de la válvula instalada en la estructura de descarga .....	62
<i>Figura 54:</i> Vista de la estructura de descarga .....	62
<i>Figura 55:</i> Vista de detalles de la estructura de toma .....	63
<i>Figura 56:</i> Vista de detalle de la estructura de toma y de la rejilla metálica .....	64
<i>Figura 57:</i> Estructura de toma de agua finalizado .....	64
<i>Figura 58:</i> Actividades de desmontaje de instalaciones provisionales.....	65
<i>Figura 59:</i> Restauración de cantera de material de préstamo .....	66
<i>Figura 60:</i> Taller de capacitación y mantenimiento .....	67

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Presupuesto Challwaqocha 2 .....	72
Anexo 2: Sección típica del dique de tierra Challwaqocha 2 .....	74
Anexo 3: Vista de detalles del dique de tierra Challwaqocha 2 .....	75
Anexo 4: Vista de en planta del proyecto Challwaqocha 2 .....	76
Anexo 5: Vista del perfil del dique Challwaqocha 2 y aliviadero.....	77
Anexo 6: Vista de planta y perfil de la tubería de descarga – Challwaqocha 2 .....	78
Anexo 7: Vista de detalle estructural de la poza de disipación – Challwaqocha 2 .....	79
Anexo 8: Vista de detalles de la poza de disipación – Challwaqocha 2.....	80
Anexo 9: Vista de cortes B-B y N-N de la poza de disipación – Challwaqocha 2.....	81
Anexo 10: Detalle de la tapa metálica para la caja de válvula .....	82
Anexo 11: Detalle de la toma – Challwaqocha 2 .....	83
Anexo 12: Vista en planta y perfil del aliviadero – Challwaqocha 2 .....	84
Anexo 13: Vista de detalles del aliviadero Challwaqocha 2 .....	85
Anexo 14: Afiche de protocolos contra el covid-19.....	86
Anexo 15: Detalle de la tubería de descarga y geomembrana.....	87
Anexo 16: Ficha retroexcavadora CAT 420F.....	88
Anexo 17: Ficha retroexcavadora John Deere 710J .....	95
Anexo 18: Ficha técnica del rodillo Wacker RD27.....	101
Anexo 19: Control de compactación del material afirmado N° 212-2021-CCA.....	104
Anexo 20: MTC E 117, método del cono de arena.....	111
Anexo 21: Tríptico sobre la operación y mantenimiento de la Qocha.....	115
Anexo 22: Panel fotográfico.....	117

## I. PRESENTACIÓN

La presente monografía corresponde a la construcción de un dique de tierra para la captación superficial de agua de la represa Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac, en la microcuenca Challwaqocha 2; financiado por la Unidad Ejecutora “Fondo Sierra Azul”, institución que pertenece al Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego.

La labor realizada durante la construcción del dique fue de asistente técnico del residente de obra; técnico en seguridad y salud ocupacional - prevención de riesgos laborales. Dicho cargo no solo fue importante para implementar lineamientos de seguridad y salud en el trabajo, sino también para la adecuación a los nuevos tiempos que se viven con respecto a la pandemia del Covid-19.

El dique de tierra Challwaqocha 2 se construyó para receptionar 4 751,42 m<sup>3</sup> de volumen agua que beneficiará a 438 familias del distrito de José María Arguedas y para irrigar 1309,5 has de tierras de cultivo.

### 1.1. Funciones desempeñadas

El proyecto ejecutó la construcción de un dique de tierra, un aliviadero y sus obras de arte de captación y descarga. Con respecto a la formación obtenida en la Facultad de Ingeniería Agrícola, es importante mencionar asignaturas como Hidrología, Hidráulica, Topografía, Estructuras Hidráulicas, Geología y Geotecnia, Concreto Reforzado, Diseño Rural 1, Maquinaria para Obras y Técnicas de la Construcción, las cuales permitieron una amplia comprensión de todo el proceso constructivo del proyecto; desde la revisión de los planos, comparado con el diseño del dique y sus obras de arte; los trabajos con maquinaria pesada para la conformación del dique; identificación de zonas seguras, zonas de riesgo, y la reconformación de áreas impactadas. A continuación, se indican las principales labores desempeñadas en la ejecución de la obra, construcción de un dique de tierra para el proyecto de irrigación Suytuqocha, en la microcuenca Challwaqocha 2, región Apurímac:

- Se revisó el Expediente Técnico aprobado para validar los diseños y planos a ejecutar.
- Se apoyó en las actividades de topografía de trazo y replanteo de la obra.
- Se ubicó los componentes auxiliares de la obra para su construcción.
- Se realizó un inventario de los materiales que ingresaron al almacén de obra.
- Se identificó y habilitó las zonas de cantera de piedra y material de préstamo.
- Se supervisó las actividades de movimiento de tierras, desbroce, corte y relleno.
- Se realizó actividades de manejo y control de labores del personal de obra.
- Se aplicó los protocolos de bioseguridad contra el Covid-19.
- Se implementó lineamientos y charlas de seguridad y salud en el trabajo, prevención de riesgos laborales y medidas sanitarias contra el Covid-19.
- Se realizó un control de las horas trabajadas por la maquinaria en la conformación del dique de tierra.
- Se supervisó el desarrollo de las actividades constructivas de las obras de arte.
- Se verificó el cumplimiento del acabado de las obras de arte, conforme a lo aprobado en el Expediente Técnico.
- Se apoyó al residente de obra con la elaboración del cuaderno de obra.
- Se verificó el cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental.

## **1.2. Etapas de la ejecución del proyecto**

Para la presente monografía, se cuantificó el proceso constructivo en siete etapas; durante la primera etapa de ejecución de la obra, se analizó los planos de diseño del dique de tierra y componentes, identificando y corrigiendo algunos errores de cálculo para su aprobación final por el residente de obra. En la segunda etapa, se brindó apoyo en el replanteo de la obra, identificando las zonas seguras, zonas de riesgo, ubicación de componentes auxiliares como el almacén, letrina, puntos de descarga de los materiales, entre otras. En la tercera etapa que corresponde a la construcción del dique, se supervisó la excavación de material suelto, material compactado, corte, relleno y compactación del cuerpo del dique; apertura y cierre de canteras; se utilizó una retroexcavadora y un rodillo compactador. En la cuarta etapa se realizó la impermeabilización del cuerpo del dique con la instalación de la geomembrana.

En la quinta etapa se realizó el recubrimiento del cuerpo del dique; trabajo manual de enrocado y colocación de champa; en la sexta etapa se construyó el aliviadero, y las estructuras de toma y descarga. Finalmente, en la séptima etapa se realizó actividades de mitigación ambiental.

### **1.3. Capacidad de almacenamiento de agua del proyecto**

La capacidad de almacenamiento de agua para este dique de tierra fue de 4 751,42 m<sup>3</sup> que beneficiará a 438 familias del distrito de José María Arguedas.

### **1.4. Importancia de los conocimientos adquiridos en la Facultad de Ingeniería Agrícola con relación a la puesta en práctica en las funciones desempeñadas**

Con relación a los conocimientos adquiridos, es importante resaltar que la formación profesional recibida con el programa de la Facultad de Ingeniería agrícola de la Universidad Nacional Agraria La Molina permitió poner en práctica, en las diferentes etapas de construcción, en mayor escala, de las siguientes asignaturas:

- **Dibujo en Ingeniería:** Los conocimientos adquiridos en esta materia permitieron un correcto desarrollo en la revisión de los planos aprobados, su lectura y análisis para su posterior aplicación en el trazo y replanteo.
- **Topografía I y II:** Esta materia ha sido fundamental para la aplicación del trazo y replanteo de las obras a construir, ya que el conocimiento adquirido no solo fue teórico sino práctico mediante la manipulación de equipos topográficos como la estación total y el nivel de ingeniero.
- **Hidráulica e Hidrología:** El conocimiento teórico de estas asignaturas es fundamental para poder entender los estudios hidráulicos e hidrológicos del Expediente Técnico aprobado.
- **Estructuras Hidráulicas:** Los conocimientos teóricos, de diseño, de criterios, en la asignatura de estructuras hidráulicas ha sido fundamental para la evaluación de los diseños aprobados en el Expediente Técnico.
- **Geología y Geotecnia:** Al ser una presa de tierra, esta asignatura resulta fundamental para el entendimiento de su comportamiento, funcionamiento, y de diseño.
- **Concreto Reforzado:** En esta asignatura los conocimientos adquiridos han sido aplicadas a la evaluación de las obras de arte del Expediente Técnico.

- Diseño Rural I: Los conocimientos adquiridos y aplicados a la obra versan sobre temas como zonificación, circulación, techos y coberturas.
- Maquinaria para Obras: En las obras de gran envergadura es imprescindible la utilización de maquinaria pesada, es por ello, que la asignatura de Maquinaria para Obras resulta importante para la identificación de las distintas máquinas que trabajan en obra; su funcionamiento, operación, los componentes que la conforman, así como también, temas de seguridad para una operación segura, instrucciones para señales y guías.
- Técnicas de la construcción: El conocimiento teórico de esta asignatura ha sido fundamental para la comprensión del Expediente Técnico y las partidas que la conforman; aplicando el conocimiento teórico adquirido al proceso constructivo del presente proyecto.

## **II. INTRODUCCIÓN**

El proyecto “Construcción de dique de tierra para el Proyecto de Irrigación Suytuqocha, en la microcuenca Challwaqocha 2, región Apurímac”, ubicado en el distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac, surgió como una política de la municipalidad distrital de José María Arguedas, frente al cambio climático que viene generando un descenso en la oferta hídrica que abastece a la unidad productora de riego que actualmente utilizan los agricultores de la zona alto andina del distrito de José María Arguedas, que en cierta forma son los responsables de la seguridad alimentaria de provincias aledañas de Andahuaylas tales como Chincheros y Abancay.

El presente proyecto fue financiado por la Unidad Ejecutora “Fondo Sierra Azul”, institución que pertenece al Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, cuya finalidad es mejorar la capacidad de captación y retención de las aguas de lluvia; su almacenamiento y regulación servirá para incrementar la disponibilidad de agua para actividades agropecuarias de unidades productoras, beneficiando a 438 familias que representan a 1 752 habitantes, con un área total de 1309,5 ha.

El proyecto ha permitido incrementar la oferta hídrica en la microcuenca Challwaqocha 2 del distrito de José María Arguedas, promoviendo actividades de siembra y cosecha de agua mediante la construcción de un dique de tierra, aliviadero y obras de arte de toma y descarga; dicha actividad no solo permitirá que en épocas de lluvia se incremente el volumen de almacenamiento superficial de agua, sino que también beneficiará a la recarga de acuíferos.

### **III. OBJETIVOS**

#### **3.1. Objetivo General**

Evaluar la construcción de un dique de tierra para el Proyecto de Irrigación Suytuqocha, en la microcuenca Challwaqocha 2, región Apurímac, entre los meses de mayo y julio de 2021.

#### **3.2. Objetivos Específicos**

- a. Implementar actividades de siembra y cosecha de agua a través de la construcción de un dique de tierra para un volumen de embalses de 4 751,42 m<sup>3</sup>.
- b. Construcción de estructuras de toma y descarga de agua.
- c. Construcción de un aliviadero de 20 metros de longitud.
- d. Contrastar los diseños y planos del proyecto para su ejecución.
- e. Implementar los lineamientos técnicos de seguridad y salud en el trabajo, prevención de riesgos laborales y protocolos de bioseguridad contra el Covid-19.
- f. Brindar asistencia técnica y de supervisión, en la ejecución de las partidas que conforman el Expediente Técnico.

## IV. CUERPO DEL TRABAJO

### 4.1. Generalidades

#### 4.1.1. Datos generales de la obra

##### Ubicación del proyecto

El proyecto se ubica en la localidad de Huancabamba, en el distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac (ver figuras 1 y 2).

##### Ubicación política del proyecto:

Región : Apurímac

Provincia : Andahuaylas

Distrito : José María Arguedas

##### Ubicación hidrográfica del proyecto:

Cuenca Hidrográfica : Pampas

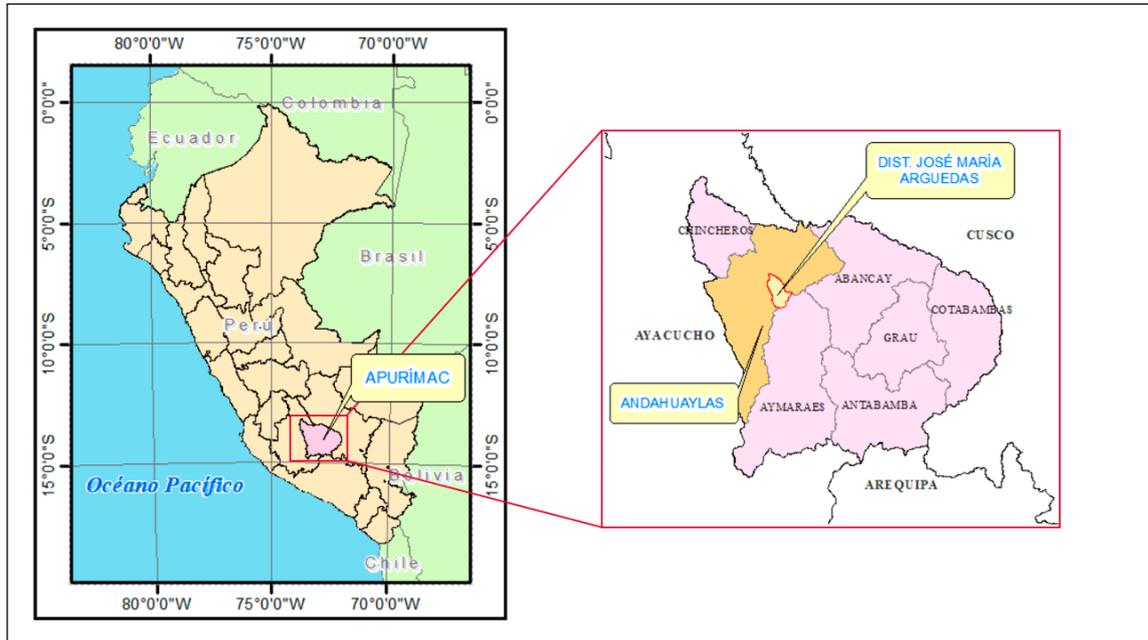
Subcuenca : Huancaray

Microcuenca : Challwaqocha 2

**Tabla 1: Ubicación geográfica de la qocha**

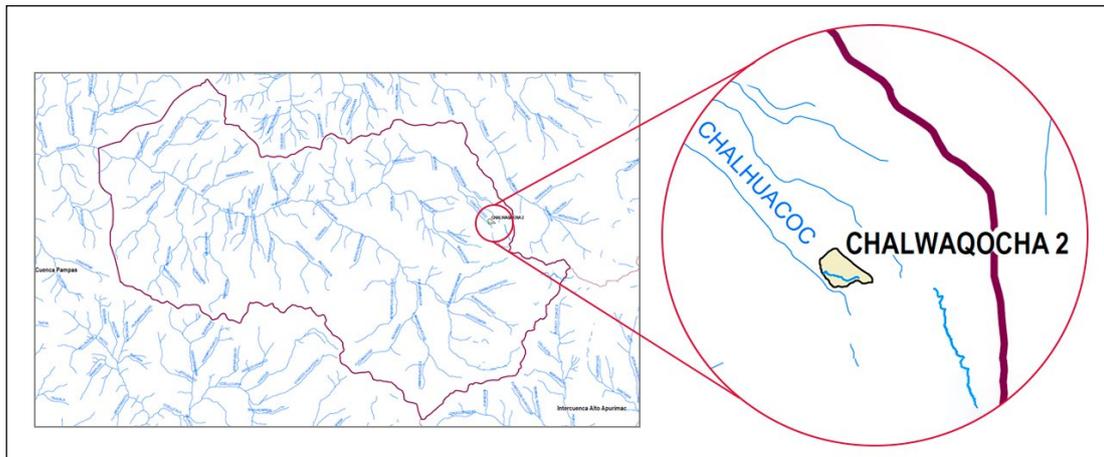
TIPO ACCIÓN	UBICACIÓN GEOGRAFICA (UTM)				Código de obra
	Este	Norte	Altitud	Zona UTM	
CHALLWAQOCHA 2	682 354	8 471 637	4 195	18 L	Apu4-2020-Q7

*Nota:* Tomada del Expediente Técnico Aprobado “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac” (2020).



**Figura 1:** Mapa de la región Apurímac, ubicación de la provincia de Andahuaylas y el distrito de José María Arguedas

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI 2020



**Figura 2:** Vista de la subcuenca Huancaray y en detalle la microcuenca Chalwaqocha 2

Fuente: Mapa: Unidad Hidrográfica de la zona del proyecto – Expediente Técnico aprobado “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac” (2020).

### Vías de acceso

La ubicación del proyecto se encuentra en las alturas del distrito de José María Arguedas, a más de 4 100 m.s.n.m.; su acceso a obra es a través de trocha carrozable que va desde la zona urbana de José María Arguedas hacia la qocha Chalwaqocha 2, tal como se detalla en la siguiente tabla:

**Tabla 2: Acceso a la qocha Challwaqocha 2**

TRAMO	DISTANCIA (Km)	TIEMPO (horas)	TIPO DE VIA	ESTADO
LIMA - AYACUCHO	567,2	9	ASFALTADO	BUENO
AYACUCHO - CHINCHEROS	154,4	3	ASFALTADO	BUENO
CHINCHEROS – ANDAHUAYLAS	83,3	2	ASFALTADO	BUENO
ANDAHUAYLAS - JOSE MARIA ARGUEDAS	19,2	0,50	ASFALTADO	BUENO
<b>DEL DISTRITO DE JOSE MARIA ARGUEDAS A LA QOCHA</b>				
CHALLWAQOCHA2	0.27	0,50	Trocha	Regular

*Nota:* Tomada del Expediente Técnico Aprobado “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac” (2020).

#### 4.1.2. Situación actual del área de recarga en la subcuenca Hancaray

En la actualidad la principal infraestructura de la unidad productora de riego que recarga a las qochas de la subcuenca Huancaray es la represa Suytuqocha, la cual tiene problemas de disminución de caudal del recurso hídrico que se pueda conducir hacia las parcelas agrícolas debido al cambio climático; trayendo como consecuencia un bajo rendimiento de los cultivos y una disminución de áreas bajo riego. Asimismo, el agua que discurre por la subcuenca Huancaray proviene de las precipitaciones pluviales y escorrentías; en épocas de avenidas se pierden en el cauce del río Huancaray - Turpo, debido a la falta de infraestructuras para su captación, retención y recarga de acuíferos.

Por ello, como medida correctiva se busca incrementar la oferta hídrica en las cabeceras de las microcuencas (aguas arriba) de la unidad productora de riego con actividades de siembra y cosecha de agua, mediante la construcción de qochas (diques); que permitirá incrementar el volumen de almacenamiento superficial en épocas de lluvia, y beneficiando a la recarga de acuíferos.

#### 4.1.3. Metas físicas de la obra

Según el Expediente Técnico aprobado, las metas físicas en la microcuenca Challwaqocha 2 fueron las siguientes:

- Construcción de un (01) dique de tierra de 22,80 metros de longitud principal, 2,62 metros de altura principal, un ancho de corona de 2,5 metros, un talud aguas arriba de 2:1 (H:V), protegido con una geomembrana HDPE de 1 mm; dicha geomembrana estuvo recubierta por ambas caras con una capa de geotextil no tejido de 300 gr/m<sup>2</sup>; el

talud aguas arriba y aguas abajo se protegió con un enrocado de piedra acomodada caravista de 0,35 m por 0,50 m y un espesor mínimo de 0,25 m, mientras que la corona fue recubierta con champa.

- Construcción de las estructuras de toma y descarga. La toma está constituida por una rejilla metálica de acero liso de ½" @ 1", que permite la captación de agua para después descargar un caudal mínimo de 0,012 m<sup>3</sup>/s, mediante una tubería HDPE lisa de 160 mm SRD26 PN 6, ISO 4427 de 160 mm de diámetro y una longitud de 22 metros, la cual fue fijada en un dado de anclaje de concreto simple.
- Implementación de la válvula de control, cuya función es la de regular el caudal de salida del agua; comprendida por una válvula compuerta HD bridada DIN PN 16 C/Volante 160 mm, la cual se encuentra protegida por una caja de seguridad de concreto armado de 1,30 x 1,30 metros, con tapa metálica estriada e = 3/16".
- Construcción de la poza de disipación de concreto armado  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , con unas dimensiones de 1,50 metros de largo, 1,30 metros de ancho y 0,60 metros de altura efectiva; a su vez, de esta poza debe salir el flujo de agua a través de una ventana hacia un canal de descarga de mampostería de piedra  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2 + 60\% \text{ PM}$ .
- Construcción de un (01) aliviadero, con una longitud de 20 m y ancho de 2,5 m, con el objetivo de evacuar los caudales máximos.

#### **4.1.4. Presupuesto de la obra**

La presente obra fue ejecutada mediante la modalidad de contratación directa y específicamente para la microcuenca Challwaqocha 2 el presupuesto designado asciende a S/. 68 245,77 (sesenta y ocho mil doscientos cuarenta y cinco con 77/100 nuevos soles). (ver anexo 1)

#### **4.1.5. Plazo de ejecución**

La obra se ejecutó en un plazo de 60 días calendario, con fecha de inicio de obra el 19 de mayo de 2021 y una fecha de culminación el 17 de julio de 2021.

#### **4.2. Secuencia metodológica**

La presente monografía plantea las siguientes etapas para poder cumplir el objetivo del proyecto:

#### **4.2.1. Etapa 1: Revisión de los estudios y diseño del dique**

“El expediente técnico es el conjunto de documentos de carácter técnico y/o económico que permiten la adecuada ejecución de una obra (...)” (Organismo Supervisor de las Contrataciones del Estado, 2019)

Aquí se aplicó los conocimientos adquiridos en el programa de la Facultad de Ingeniería Agrícola de la Universidad Agraria La Molina, en asignaturas como Técnicas de la Construcción para la comprensión del Expediente Técnico; la asignatura de Hidrología para la revisión del estudio Hidrológico del proyecto; las asignaturas de Hidráulica y Estructuras Hidráulicas para el diseño del dique y sus obras de arte; la asignatura de Dibujo en Ingeniería para el análisis de los planos del proyecto; entre otros.

En esta etapa se revisó las partidas del Expediente Técnico aprobado “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac”; donde se encontró siguiente:

#### **Metrados del proyecto**

A continuación, se muestra una serie de tablas que resume las partidas que conformaron la construcción del dique de tierra en la microcuenca Challwaqocha 2. Durante la revisión de las partidas no se encontraron inconvenientes en la secuencia de las partidas; para el cartel de identificación de la actividad (proyecto), precisar que el Expediente Técnico aprobado “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac”, contempla la construcción de diez (10) diques en microcuencas aledañas, siendo el dique Challwaqocha 2 la única que incluye en su partida la implementación del cartel de identificación de la obra, la cual es única para los diez diques que se construyeron en el distrito de José María Arguedas. (ver tablas del 3 al 8).

**Tabla 3: Resumen de metrados, obras provisionales y preliminares**

Proyecto:	<b>"CONSTRUCCION DE CAPTACIÓN SUPERFICIAL DE AGUA; EN EL(LA) CANAL DE IRRIGACION DE SUYTUQOCHA DEL DISTRITO DE JOSE MARIA ARGUEDAS, PROVINCIA ANDAHUAYLAS, DEPARTAMENTO APURIMAC"</b>		
Sub Pto:	<b>CHALLWAQOCHA 2</b>		
Lugar:	<b>ANDAHUAYLAS - JOSE MARIA ARGUEDAS</b>		
Entidad:	<b>UNIDAD EJECUTORA FONDO SIERRA AZUL</b>		
Componente:	<b>OBRAS PROVISIONALES Y PRELIMINARES</b>	ítem	<b>01,01</b>
<b>01.01.01</b>	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>		
01.01.01.01	INSTALACION DE ALMACEN DE OBRA (9.30M x 3.20M)	und	1,00
01.01.01.02	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS	glb	1,00
01.01.01.03	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA ACTIVIDAD 2.40M x 3.60M	und	1,00
<b>01.01.02</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>		
01.01.02.01	LIMPIEZA Y DESBROCE DE TERRENO NATURAL C/MAQUINARIA	m2	882,50
01.01.02.02	TRAZO Y REPLANTEO	glb	1,00
01.01.02.03	FLETE TERRESTRE	glb	1,00
01.01.02.04	FLETE RURAL	glb	1,00

*Nota:* Tomada del Expediente Técnico Aprobado "Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac" (2020).

**Tabla 4: Resumen de metrados, dique**

Proyecto:	<b>"CONSTRUCCION DE CAPTACIÓN SUPERFICIAL DE AGUA; EN EL(LA) CANAL DE IRRIGACION DE SUYTUQOCHA DEL DISTRITO DE JOSE MARIA ARGUEDAS, PROVINCIA ANDAHUAYLAS, DEPARTAMENTO APURIMAC"</b>		
Sub Pto:	<b>CHALLWAQOCHA 2</b>		
Lugar:	<b>ANDAHUAYLAS - JOSE MARIA ARGUEDAS</b>		
Entidad:	<b>UNIDAD EJECUTORA FONDO SIERRA AZUL</b>		
Componente:	<b>DIQUE</b>	ítem	<b>01,02</b>
<b>01.02.01</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>		
01.02.01.01	CONTROL PLANIALTIMETRICO	glb	1,00
01.02.01.02	EXCAVACIÓN DE MATERIAL SUELTO C/MAQUINARIA	m3	165,60
01.02.01.03	EXCAVACIÓN DE MATERIAL COMPACTADO MANUAL	m3	7,25
01.02.01.04	RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO C/MAQUINARIA	m3	70,55
01.02.01.05	RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL PRESTAMO C/MAQUINARIA	m3	286,96
01.02.01.06	RELLENO CON MATERIAL PRESTAMO (GRAVA) P/DRENES	m3	3,60

Proyecto:	<b>"CONSTRUCCION DE CAPTACIÓN SUPERFICIAL DE AGUA; EN EL(LA) CANAL DE IRRIGACION DE SUYTUQOCHA DEL DISTRITO DE JOSE MARIA ARGUEDAS, PROVINCIA ANDAHUAYLAS, DEPARTAMENTO APURIMAC"</b>		
Sub Pto:	<b>CHALLWAQOCHA 2</b>		
Lugar:	<b>ANDAHUAYLAS - JOSE MARIA ARGUEDAS</b>		
Entidad:	<b>UNIDAD EJECUTORA FONDO SIERRA AZUL</b>		
Componente:	<b>DIQUE</b>	<b>ítem</b>	<b>01,02</b>
01.02.01.07	PERFILADO, REFINE Y COMPACTADO DE TALUD EN DIQUE C/EQUIPO	m2	151,16
01.02.01.08	CONFORMACION DE ESPALDON CON PIEDRA (MANUAL)	m3	52,15
01.02.01.09	PROTECCION DE CORONA (CHAMPA U OTRO MATERIAL)	m2	79,80
01.02.01.10	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE DISTANCIA HASTA 500 m	m3	114,06
<b>01.02.02</b>	<b>MISCELANEOS</b>		
01.02.02.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE GEOTEXTIL NO TEJIDO DE 300gr	m2	497,02
01.02.02.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE GEOMEMBRANA DE HDPE e=1mm	m2	232,61
01.02.02.03	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA HDPE 160MM, SDR26 PN6 ISO 4427	m	22,00

*Nota:* Tomada del Expediente Técnico Aprobado "Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac" (2020).

**Tabla 5: Resumen de metrados, toma y descarga**

Proyecto:	<b>"CONSTRUCCION DE CAPTACIÓN SUPERFICIAL DE AGUA; EN EL(LA) CANAL DE IRRIGACION DE SUYTUQOCHA DEL DISTRITO DE JOSE MARIA ARGUEDAS, PROVINCIA ANDAHUAYLAS, DEPARTAMENTO APURIMAC"</b>		
Sub Pto:	<b>CHALLWAQOCHA 2</b>		
Lugar:	<b>ANDAHUAYLAS - JOSE MARIA ARGUEDAS</b>		
Entidad:	<b>UNIDAD EJECUTORA FONDO SIERRA AZUL</b>		
Componente:	<b>TOMA Y DESCARGA</b>	<b>ítem</b>	<b>01,03</b>
<b>01.03.01</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>		
01.03.01.01	EXCAVACIÓN DE MATERIAL SUELTO MANUAL	m3	6,61
01.03.01.02	PERFILADO, REFINE DE TALUD Y COMPATADO DE RASANTE C/EQUIPO	m2	24,72
01.03.01.03	RELLENO COMPACTADO C/MATERIAL PROPIO C/EQUIPO	m3	3,48
01.03.01.04	RELLENO COMPACTADO C/MATERIAL PRESTAMO (GRAVA) P/DRENES	m3	0,15
<b>01.03.02</b>	<b>CONCRETO</b>		
01.03.02.01	ACERO DE REFUERZO F'Y=4200 KG/CM2 Grado 60	kg	102,98
01.03.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA	m2	25,39
01.03.02.03	CONCRETO F'C=100 KG/CM2 PARA SOLADO e=2"	m2	2,75
01.03.02.04	CONCRETO F'C= 210 KG/CM2	m3	2,14
01.03.02.05	MAMPOSTERIA DE PIEDRA (f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup> +60%PM)	m3	0,81

Proyecto:	<b>"CONSTRUCCION DE CAPTACIÓN SUPERFICIAL DE AGUA; EN EL(LA) CANAL DE IRRIGACION DE SUYTUQOCHA DEL DISTRITO DE JOSE MARIA ARGUEDAS, PROVINCIA ANDAHUAYLAS, DEPARTAMENTO APURIMAC"</b>		
Sub Pto:	<b>CHALLWAQOCHA 2</b>		
Lugar:	<b>ANDAHUAYLAS - JOSE MARIA ARGUEDAS</b>		
Entidad:	<b>UNIDAD EJECUTORA FONDO SIERRA AZUL</b>		
Componente:	<b>TOMA Y DESCARGA</b>	<b>ítem</b>	<b>01,03</b>
<b>01.03.03</b>	<b>MISCELANEOS</b>		
01.03.03.01	JUNTA DE DILATAION CON SELLO ELASTOMERICO POLIURETANO e=1"	m	2,10
01.03.03.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS PARA TOMA	und	1,00
01.03.03.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS PARA CÁMARA DE DESCARGA	und	1,00

*Nota:* Tomada del Expediente Técnico Aprobado "Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac" (2020).

**Tabla 6: Resumen de metrados, aliviadero de demasías**

Proyecto:	<b>"CONSTRUCCION DE CAPTACIÓN SUPERFICIAL DE AGUA; EN EL(LA) CANAL DE IRRIGACION DE SUYTUQOCHA DEL DISTRITO DE JOSE MARIA ARGUEDAS, PROVINCIA ANDAHUAYLAS, DEPARTAMENTO APURIMAC"</b>		
Sub Pto	<b>CHALLWAQOCHA 2</b>		
Lugar:	<b>ANDAHUAYLAS - JOSE MARIA ARGUEDAS</b>		
Entidad:	<b>UNIDAD EJECUTORA FONDO SIERRA AZUL</b>		
Componente:	<b>ALIVIADERO DE DEMASIAS</b>	<b>Ítem</b>	<b>01,04</b>
<b>01.04.01</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>		
01.04.01.01	EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO C/MAQUINARIA	m3	13,71
01.04.01.02	PERFILADO, REFINE Y COMPACTADO DE RASANTE C/EQUIPO	m2	63,90
01.04.01.03	RELLENO COMPACTADO C/MATERIAL PROPIO C/EQUIPO	m3	0,78
01.04.01.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D < 500 M	m3	15,52
<b>01.04.02</b>	<b>CONCRETO</b>		
01.04.02.01	ASENTADO DE PIEDRA EN CONCRETO F'C=210 KG/CM2 (E=0.20M)	m2	61,23
01.04.02.02	EMBOQUILLADO CON MEZCLA C:A 1:4	m2	50,84
<b>01.04.03</b>	<b>MISCELANEO</b>		
01.04.03.01	JUNTA DE DILATAION CON SELLO ELASTOMERICO POLIURETANO e=1"	m	11,22

*Nota:* Tomada del Expediente Técnico Aprobado "Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac" (2020).

**Tabla 7: Resumen de metrados, medidas de manejo ambiental**

Proyecto:	<b>"CONSTRUCCION DE CAPTACIÓN SUPERFICIAL DE AGUA; EN EL(LA) CANAL DE IRRIGACION DE SUYTUQOCHA DEL DISTRITO DE JOSE MARIA ARGUEDAS, PROVINCIA ANDAHUAYLAS, DEPARTAMENTO APURIMAC"</b>		
Sub Pto:	<b>CHALLWAQOCHA 2</b>		
Lugar:	<b>ANDAHUAYLAS - JOSE MARIA ARGUEDAS</b>		
Entidad:	<b>UNIDAD EJECUTORA FONDO SIERRA AZUL</b>		
Componente:	<b>MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL</b>	<b>ítem</b>	<b>01</b>
<b>01.01</b>	<b>PROGRAMA DE PREVENCION Y MITIGACION AMBIENTAL</b>		
01.01.01	IMPLEMENTACIÓN DE SEÑALIZACION AMBIENTAL PARA OBRA	glb	4,00
01.01.02	RIEGO PARA MITIGACION DE POLVOS EN AREAS DE TRABAJO	dia	20,00
<b>01.02</b>	<b>PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS Y EFLUENTES</b>		
01.02.01	HABILITACION Y SELLADO DE LETRINA	und	1,00
01.02.02	EQUIPAMIENTO DE PUNTO DE ACOPIO PRIMARIO DE RESIDUOS SOLIDOS	und	1,00
01.02.03	RECOLECCIÓN, TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS	glb	1,00
<b>01.03</b>	<b>PROGRAMA DE MEDIDAS DE CONTENGENCIA</b>		
01.03.01	EQUIPAMIENTO PARA MEDIDAS ANTE CONTINGENCIAS	glb	1,00
<b>01.04</b>	<b>PLAN DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA Y RELACIONES COMUNITARIAS</b>		
01.04.01	IMPLEMENTACIÓN DE BUZÓN DE SUGERENCIAS	glb	1,00
<b>01.05</b>	<b>PLAN DE CIERRE DE OBRA</b>		
01.05.01	RESTAURACIÓN DE AREAS DE CANTERA	glb	608,00
01.05.02	LIMPIEZA Y RESTAURACIÓN MORFOLÓGICA DE ÁREAS INTERVENIDAS	m2	413,21

*Nota:* Tomada del Expediente Técnico Aprobado “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac” (2020).

**Tabla 8: Resumen de metrados, equipos de seguridad y salud**

Proyecto:	<b>"CONSTRUCCION DE CAPTACIÓN SUPERFICIAL DE AGUA; EN EL(LA) CANAL DE IRRIGACION DE SUYTUQOCHA DEL DISTRITO DE JOSE MARIA ARGUEDAS, PROVINCIA ANDAHUAYLAS, DEPARTAMENTO APURIMAC"</b>		
Sub Pto:	<b>CHALLWAQOCHA 2</b>		
Lugar:	<b>ANDAHUAYLAS - JOSE MARIA ARGUEDAS</b>		
Entidad:	<b>UNIDAD EJECUTORA FONDO SIERRA AZUL</b>		
Componente:	<b>EQUIPOS DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	<b>ítem</b>	<b>01.06</b>
01.06.01	EQUIPAMIENTO DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	glb	1,00
01.06.02	EQUIPO DE PROTECCIÓN COLECTIVA Y SEÑALIZACIÓN TEMPORAL DE SEGURIDAD	glb	1,00
01.06.03	EQUIPO PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD Y SALUD	glb	1,00
01.06.04	EQUIPO DE DESINFECCION Y PREVENCION COVID 19	glb	1,00

*Nota:* Tomada del Expediente Técnico Aprobado “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac” (2020).

**Tabla 9: Resumen de metrados, taller de capacitación**

Proyecto:	<b>"CONSTRUCCION DE CAPTACIÓN SUPERFICIAL DE AGUA; EN EL(LA) CANAL DE IRRIGACION DE SUYTUQOCHA DEL DISTRITO DE JOSE MARIA ARGUEDAS, PROVINCIA ANDAHUAYLAS, DEPARTAMENTO APURIMAC"</b>		
Sub Presupuesto:	<b>CHALLWAQOCHA 2</b>		
Lugar:	<b>ANDAHUAYLAS - JOSE MARIA ARGUEDAS</b>		
Entidad:	<b>UNIDAD EJECUTORA FONDO SIERRA AZUL</b>		
Componente:	<b>TALLER DE CAPACITACIÓN</b>	<b>ítem</b>	<b>01.07</b>
01.07.01	TALLER DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	glb	1,00

*Nota:* Tomada del Expediente Técnico Aprobado “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac” (2020).

### Resultados del diseño

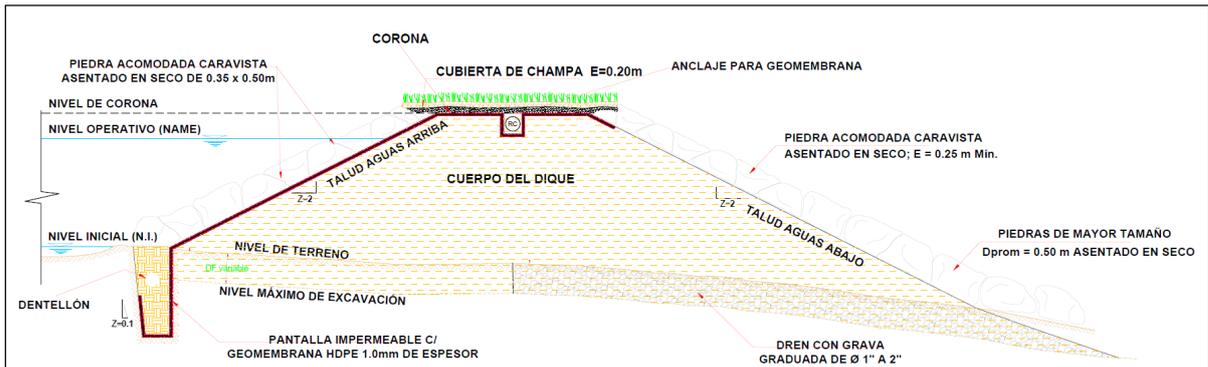
“De lo que se trata es que, al manejar cualquier plano, se comprenda sin el mejor asomo de duda la obra que comprende tal como la plantea su autor, para seguir con fidelidad las directrices que señalan los gráficos” (de Cusa, 1989).

Se revisó el capítulo de Ingeniería del proyecto para verificar que los cálculos obtenidos para el diseño del dique de tierra correspondan con los planos aprobados para su ejecución; los detalles principales se muestran a continuación:

- **Diseño del dique de tierra Challwaqocha 2**

“El proyecto de una presa de tierra debe ser realista y reflejar las condiciones verdaderas de los cimientos en el lugar de ubicación, así como la utilidad de los materiales para la construcción del terraplén (...) (Dominy, 1970).

Se identificó las partes principales del dique de tierra:



**Figura 3: Partes principales del dique de tierra Challwaqocha 2**

Se identifica las siguientes partes del dique: Cuerpo del dique, corona, dentellón, talud aguas arriba y aguas abajo, nivel de corona, nivel operativo, nivel máximo de excavación, nivel de terreno, cubierta de champa, anclaje para geomembrana. Elaborado a partir del plano de detalles del dique Challwaqocha 2, Expediente Técnico Aprobado “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac” (2020).

Asimismo, en el capítulo de Ingeniería del Proyecto del Expediente Técnico aprobado se analizó una plantilla elaborada en el software Microsoft Excel, la cual contiene los detalles del predimensionamiento para el dique de tierra Challwaqocha 2 que se muestran en las siguientes tablas:

**Tabla 10: Cotas del predimensionamiento del dique Challwaqocha 2**

PREDIMENSIONAMIENTO DEL DIQUE - CHALLWAQOCHA 2		
De los cálculos obtenidos (sección máxima del dique de la mini presa).		
Asumo que la roca se encuentra a 1 metro de la base.		
Línea de excavación máxima	:	4 191,90 m.s.n.m
Cota del terreno	:	4 192,30 m.s.n.m
Profundidad de cimentación	:	<b>d= 0,40 m</b> contar con suelo estable
NAMO	:	4 194,46 m.s.n.m
NAME	:	4 194,72 m.s.n.m
FETCH	:	0,06134 km

*Nota:* Tomada del Expediente Técnico Aprobado “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac” (2020).

En la tabla 10 se muestran las cotas para la construcción del dique de tierra Challwaqocha 2; la cual indica que a 0,40 m deberá encontrarse suelo estable; por otro lado, se observa información del Nivel de Operación (NAMO) que estaría a 4 194,46 m.s.n.m, el Nivel de Avenida (NAME) a 4 194,72 m.s.n.m y el FETCH (línea de agua que va del dique hacia la orilla más alejada) que tiene una distancia de 0,06134 km.

En la tabla 11 se muestra los resultados del predimensionamiento, donde la corona estará a una altitud de 4 194,92 m.s.n.m, la altura del dique será de 2,62 m, la profundidad de cimentación de 0.40 m, el FETCH de 61.34 m, con un borde libre de 0,20 m, un tirante de 0,26 m y una base de 2,50 mm las cuales fueron calculadas en HCanales cuyas figuras se muestran más adelante.

**Tabla 11: Resumen de los datos obtenidos del dique para el cálculo de las cotas**

Resumen de datos calculados						
COTA CORONA	ALTURA DIQUE	PROFUND. CIMENTAC.	FETCH	BORDE LIBRE	TIRANTE	BASE
4 194,92 m.s.n.m	2,62 m	0,40 m	61,34 m	0,20 m	0,26 m	2,50 m

*Nota:* Tomada del Expediente Técnico Aprobado “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac” (2020).

**Tabla 12: Cálculo de la altura de ola por viento**

ALTURA DE LA OLA POR VIENTO			
Altura de ola por viento: <b>Fórmula empírica "Manual on small earth dams FAO - ítem 6.9, p.53"</b>			
$H_0 = 0.014 (F)^{1/2}$ (m), donde: F: fetch en Km			
F	=	0,06134	km
H <sub>0</sub>	=	0,003	m

*Nota:* para nuestro pre dimensionamiento no hemos considerado la altura de ola por sismo.

*Nota:* Tomada del Expediente Técnico Aprobado “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac” (2020).

En la tabla 12, se calculó la altura de la ola por viento, que según la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, en adelante FAO), en su Manual de Presas Pequeñas se menciona lo siguiente:

“La altura de francobordo para pequeñas presas nunca debería ser inferior a 0,5 m, 0,75 a 1,0 m preferiblemente” (Organization Agriculture And Food and Agriculture of the United Nations, 2010).

Sin embargo, en el cálculo realizado por el especialista a cargo del diseño, se observó que la altura de francobordo (ola por viento) es de  $H_0 = 0,003$  m; si bien el manual de la FAO sugiere un valor mínimo de  $H_0 = 0,5$  m podemos observar que en la tabla 13, para el cálculo del borde libre se utilizó el valor de la altura de francobordo  $H_0 = 0,003$  m, dando como resultado un borde libre igual a  $Bl = 0,121$  m. Este resultado se justificó en la parte final de la tabla 13 donde se indica que se asumirá un valor de borde libre igual a  $Bl = 0,20$  m, por contar con un tirante de 0,26 m y un ancho base del vertedero de 2,5 m. Esta precisión fue comunicada al residente quien dio el visto bueno a esta parte del predimensionamiento.

**Tabla 13: Cálculo del bordo libre**

<b>BORDE LIBRE</b>		
Borde libre mínimo, procedimiento combinado de Knappen:		
$Bl (\text{min}) = 0,75H_0 + (Vg)^2/2g$		
Donde: $H_0$ es la altura de la ola según Stevenson		
$Vg$ (m/s): velocidad ola según Gaillard = $1,52 + 2 H_0$		
$H_0$	=	0,003
$Vg$	=	1,527
$Bl (\text{min})$	=	0,12 m
Borde libre asumido	=	0,20 m
<b>También podemos emplear la siguiente tabla:</b>		
Borde libre para presas pequeñas. Bureau de Reclamación de los Estados Unidos, 1987.		
Fetch (km)	Borde Libre	
	Normal (m)	Mínimo (m)
< 1,6	1,2	0,9
1,6	1,5	1,2
4,0	1,8	1,5
8,0	2,4	1,8
16,0	3,0	2,1

Por proceso constructivo del vertedero cuya altura se ha definido en 0.46 m. Se ha asumido que el borde libre mínimo (BL) sea de 0.2 m, por contar con un tirante de 0.26 m y un ancho base del vertedero de 2.5 m.

*Nota:* Tomada del Expediente Técnico Aprobado “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac” (2020).

**Tabla 14: Información sobre la corona del dique**

NIVEL DE LA CORONA DEL DIQUE
Es el nivel en la cortina al cual queda el coronamiento de la presa, el que nunca debe ser rebasado por el agua.
$N.Corona = N.A.M.E. + B.L.$
$N.Corona = 4\ 194,92$
<i>Nota:</i> Tomada del Expediente Técnico Aprobado “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac” (2020).

En la tabla 14 se indica el nivel de la corona que es igual a 4 194,92 m.s.n.m.; asimismo, en la tabla 15 se muestra el cálculo de la altura del dique cuyo valor es igual a 2,62 m.

**Tabla 15: Determinación de la altura del dique**

ALTURA DEL DIQUE:
$H = \text{cota de la corona} - \text{cota de Terreno}$
$H = 4\ 194,92 - 4\ 192,30 = 2,62\ \text{m}$
$H = 2,62\ \text{m}$
<i>Nota:</i> Expediente Técnico “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac” (2020).

**Tabla 16: Determinación del ancho del dentellón**

ANCHO DEL DENTELLÓN:
$W = h - d$
Donde:
w: ancho del fondo de la zanja del dentellón.
h: carga hidráulica arriba de la superficie del terreno = NAME-Cota del terreno
d: profundidad de la zanja del dentellón debajo de la superficie del terreno.
Cota del terreno = 4 192,30 msnm
NAME = 4 194,72 msnm
h = 2,42 m
d = 1,00 m
w = h - d m
w = 1,42 m
Por condiciones de estabilidad del terreno y por proceso constructivo se considerará un ancho de w: 0,50 m, en la base del dentellón.
<i>Nota:</i> Tomada del Expediente Técnico Aprobado “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac” (2020).

En la tabla 16 se calculó el ancho del dentellón la cual tiene un valor de  $w = 1,42\ \text{m}$ , sin embargo, el especialista precisa que debido a las condiciones de estabilidad del terreno y por

proceso constructivo se considerará un ancho de dentellón de 0,50 m en la base; dicha precisión se comunicó al residente para su conocimiento.

En la tabla 17 se muestra el cálculo del ancho de corona, para lo cual el especialista utilizó la fórmula empírica que se desarrolla en el Manual de Presas Pequeñas de la FAO, del cual podemos citar lo siguiente:

“En todos los casos, la anchura de la coronación del terraplén deberá estar diseñado para permitir el paso seguro de planta y equipo que se utilizará en la construcción de presas y no debe ser inferior a 2 m de ancho” (Organization Agriculture And Food and Agriculture of the United Nations, 2010).

En ese sentido el resultado de los cálculos dio como ancho de corona un valor de 3 metros, sin embargo, el especialista precisó que debido a la posibilidad de que el material de cantera no sea el más adecuado, tomó un valor de ancho de corona de 2,50 m; este resultado también se comunicó al residente para su conocimiento.

**Tabla 17: Determinación del ancho de corona**

<b>ANCHO DE CORONA:</b>
Ancho de corona: <b>Fórmula empírica "Manual on small earth dams FAO - ítem 6.11, p.54"</b>
$C_w = 0,4 H + 1 \text{ (m)}$
Donde:
C <sub>w</sub> : ancho de la corona en m
H : altura máxima del dique en m
C <sub>w</sub> = 3,00
Se tomará un ancho C <sub>w</sub> de 2,5 por medida de seguridad, en virtud de que el material de cantera no pueda ser el más adecuado posible.
<i>Nota:</i> Tomada del Expediente Técnico “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac” (2020).

En la tabla 18 se muestra se muestra unos cuadros para la elección del talud del dique, del cual el especialista concluyó que debido a que la altura del dique es menor a 5 m, con un ancho de cresta de 2,5 m, optó por elegir un valor de talud aguas arriba de 2H:1V y para el talud aguas abajo un valor de 2H:1V.

**Tabla 18: Determinación de los taludes para el dique de tierra Challwaqocha 2**

TALUDES RECOMENDADOS							
El proceso de oleaje es de carácter intermitente y se produce a alturas de impacto variable.							
TALUDES RECOMENDADOS PARA PRESAS SEGÚN EL UNITED STATES BUREAU OF RECLAMATION (USBR).							
a). Taludes Recomendados para las presas de tierra homogéneas sobre cimientos estables.							
<b>PENDIENTES DE TALUDES PARA PRESAS HOMOGÉNEAS TÍPICAS</b>							
	Altura (m)		Talud Aguas Arriba		Talud Aguas Abajo		
	5		2,00 H:1 V		1,50 H: 1 V		
	5 a 10		2,50 H:1 V		2,00 H:1 V		
	12 a 15		2,75 H:1 V		2,50 H:1 V		
	20 a 30		3,00 H:1 V		2,50 H:1 V		
b). Taludes que se recomienda para las presas pequeñas de tierra de sección compuesta en cimientos estables.							
Caso	Tipo	Propósito	Sujetas a desembalses rápidos (15 cm a más)	Clasificación del material exterior	Clasificación del material del núcleo	Talud aguas arriba	talud de aguas abajo
A	Compuerta con el núcleo o mínimo	Cualquiera	No crítico	No es crítico, relleno de roca GW. GP, SW (gravoso) o SP	No es crítico GC, GM, SC, SM, CL, ML, CH o MH	2:1	2:1
B	Compuerta con el núcleo máximo	Regulación o almacenamiento	No	No es crítico, relleno de roca GW. GP, SW (gravoso) o SP	GC, GM, SC, SM, CL, ML, CH, MH	2:1 2 1/4:1 2 1/2:1 3:1	2:1 2 1/4:1 2 1/2:1 3:1
C	Compuerta con el núcleo máximo	Almacenamiento	Si	No es crítico, relleno de roca GW. GP, SW (gravoso) o SP	GC, GM, SC, SM, CL, ML, CH, MH	2 1/2:1 2 1/2:1 3:1 3 1/2:1	2:1 2 1/4:1 2 1/2:1 3:1

*Nota:* Tomada del Expediente Técnico Aprobado “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac” (2020).

### Diseño de toma de descarga

En las tablas 19 y 20 se muestran los cálculos del predimensionamiento de toma y descarga; para la descarga máxima y mínima en tubería de descarga, se utilizó la fórmula para tubos cortos con descarga libre, donde el resultado obtenido fue de un caudal máximo de 78,47 l/s y un caudal mínimo de 26,55 l/s.

“En este tipo de orificio se observa que el chorro, una vez que ha pasado la sección contraída, tiene todavía espacio dentro del tubo para expandirse y llena la totalidad de la sección” (Sotelo Ávila, 1994).

**Tabla 19: Descarga máxima y mínima – tubería de descarga**

<b>PREDIMENSIONAMIENTO DE TOMA DE DESCARGA</b>		
<b>DESCARGA MÁXIMA Y MÍNIMA - TUBERÍA DE DESCARGA</b>		
Utilizando la fórmula para tubos cortos con descarga libre:		
$Q = Cd * A * (2gH)^{1/2}$		
<b>Datos:</b>		
A =	0,018	m <sup>2</sup> Tubería de 6"
H máx. =	<b>2,62</b>	m, para la descarga máxima (ALTURA DE DIQUE)
H mín. =	0,3	m, para la descarga mínima
Cd =	0,6	
g =	9,81	m/s <sup>2</sup>
Aplicando la ecuación mencionada con los datos mencionados tenemos:		
<b>Q máx. =</b>	<b>0,078</b>	m <sup>3</sup> /s
<b>Q mín. =</b>	<b>0,027</b>	m <sup>3</sup> /s
<b>Q máx. =</b>	<b>78,47</b>	l/s
<b>Q mín. =</b>	<b>26,55</b>	l/s

*Nota:* Tomada del Expediente Técnico Aprobado “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac” (2020).

Asimismo, se calculó la descarga de fondo, cuyo diámetro de salida fue igual a  $D = 153,69$  mm, el cual corresponde a una tubería de 6 pulgadas. Finalmente se verificó la velocidad de salida cuyo valor fue de  $V = 4,23$  m/s, donde se concluyó que la velocidad de salida no supera la velocidad máxima recomendada para tuberías de PVC.

“La velocidad máxima admisible será: En los tubos de concreto 3 m/s; en los tubos de asbesto-cemento, acero y PVC = 5 m/s” (Ministerio de Vivienda, 2006).

**Tabla 20: Cálculos para determinar el diámetro de la toma**

<b>DESCARGA DE FONDO</b>		
A) CALCULANDO EL DIÁMETRO DE SALIDA		
$D = \left[ \frac{4 * Q}{C * \pi * \sqrt{2} * g * h} \right]^{0.5}$		
Q=	0.078	m <sup>3</sup> /s
C=	0.59	
g=	9.81	m/s <sup>2</sup>
h=	2.62	m
D=	<b>0.1537</b>	<b>m</b>
<b>153.69 mm tubería de 6"</b>		
B) VERIFICANDO LA VELOCIDAD DE SALIDA		
$Q = V * A$		

---

**DESCARGA DE FONDO**

---

Datos:

$$\begin{aligned} Q &= 0,078 \text{ m}^3/\text{s} \\ D &= 0,1537 \text{ m} \\ D &= 0,15 \text{ cm} \\ V &= \frac{4 * Q}{\pi * D^2} \quad V = 4,23 \text{ m/s} \\ & \quad \text{velocidad crítica} \end{aligned}$$

Velocidad recomendada= 3m/s

---

C) CALCULANDO LA ALTURA DE CARGA CON LA VELOC. RECOMENDADA

---

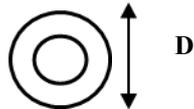
$$h = \left[ \frac{4 * Q}{C * \pi * D^2 * \sqrt{2 * g}} \right]^2$$

$$\begin{aligned} Q &= 0.078 \text{ m}^3/\text{s} \\ C &= 0.59 \\ D &= 0.15 \text{ m} \\ g &= 9.81 \text{ m/s}^2 \\ h &= 2.62 \text{ m/s} \end{aligned}$$

---

**D) DIAMETRO DE LA TOMA**

El diámetro de la toma para el dique será:



$$\begin{aligned} D &= 0.15 \text{ m} \\ D &= 6.05 \text{ pulgadas} \\ D &= 6.00 \text{ pulgadas} \quad \text{Asumido} \end{aligned}$$

---

*Nota:* Tomada del Expediente Técnico Aprobado “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac” (2020).

En la tabla 21 se muestra el resumen del resultado del caudal máximo de diseño por el método racional; se precisa que su cálculo se desarrolló en el estudio hidrológico del Expediente Técnico aprobado, el cual fue objeto de revisión cuyo caudal de diseño es igual a  $Q = 0,486 \text{ m}^3/\text{s}$ .

**Tabla 21: Resumen del cálculo del caudal máximo de diseño por el método racional**

Qocha	Área (has)	Características del Cause (msnm)			Desnivel (m)	Pendiente (m/m)	T. C. (h)	C	Intensidad d mm/hr	Q <sub>máx.</sub> C (m <sup>3</sup> /s)
		Long. (m)	Cota Máx.	Cota Mín.						
		Callwaq ocha 2	15,26	481,46						

**Donde:**

I = intensidad de precipitación (mm/hr)

T = Periodo de Retorno (años)

t = Tiempo de duración de precipitación (min)

$$I = \frac{126.758 * T^{0.161}}{t^{0.619}}$$

**T = 100 años**

*Nota:* Tomada del Expediente Técnico Aprobado “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac” (2020).

### Diseño del aliviadero

Para el análisis del diseño del aliviadero se utilizó del software HCanales para verificar los cálculos que se muestra en la tabla 22 y figura 4, donde se utilizó los valores hallados anteriormente en el predimensionamiento del dique; siendo las características geométricas principales:

- Caudal de diseño:  $Q = 0,486 \text{ m}^3/\text{s}$
- Pendiente:  $S = 0,005 \text{ m/m}$
- Ancho de solera:  $b = 2,5 \text{ m}$
- Longitud del aliviadero:  $L = 20 \text{ m}$
- Tirante normal:  $Y = 0,1611 \text{ m}$

Por otro lado, se debe tener presente que para la etapa de revisión de los diseños y planos aprobados del Expediente Técnico “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac”, se realizó en simultáneo con la ejecución de la obra mientras se realizó el traslado de los materiales e insumos a la qocha Challwaqocha 2. Asimismo, las precisiones realizadas fueron comunicadas de inmediato al residente de obra quien tomó conocimiento de ello; en general, los diseños no presentaron observaciones que pudieran afectar el correcto desarrollo de la ejecución de obra.

En el caso del aliviadero, el expediente técnico indicó una longitud de 15 m de largo, sin embargo, en el plano, el aliviadero presenta una longitud de 20 m; esta observación se comunicó al residente quien decidió respetar lo indicado en el plano.

**Tabla 22: Características geométricas del aliviadero**

Características geométricas				
Caudal máximo de diseño	0,486		m <sup>3</sup> /s	
Tramo	S (m/m)	B (m)	L	Y (m)
A	0,0050	2,50	15,00	0,1611

Por lo tanto:

Corona	m.s.n.m.	4 199.08
Zo	m.s.n.m.	4 198.66
Z1	m.s.n.m.	4 198.58

*Nota:* Tomada del Expediente Técnico “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac” (2020).

**Lugar:** CHALLWAQOCHA 2 **Proyecto:** CHALLWAQOCHA 2  
**Tramo:** VERTEDERO **Revestimiento:** MANTOSTERIA

**Datos:**  
 Caudal (Q): 0.486 m<sup>3</sup>/s  
 Ancho de solera (b): 2.50 m  
 Talud (Z):  
 Rugosidad (n): 0.016  
 Pendiente (S): 0.005 m/m

**Resultados:**  
 Tirante normal (y): 0.1611 m  
 Área hidráulica (A): 0.4027 m<sup>2</sup>  
 Espejo de agua (T): 2.5000 m  
 Número de Froude (F): 0.9600  
 Tipo de flujo: Subcrítico  
 Perímetro (p): 2.8222 m  
 Radio hidráulico (R): 0.1427 m  
 Velocidad (v): 1.2068 m/s  
 Energía específica (E): 0.2353 m-Kg/Kg

Botones de interfaz: Calcular, Limpiar Pantalla, Imprimir, Menú Principal, Calculadora, Reporte

**Figura 4: Cálculo del aliviadero Challwaqocha 2 con el software HCanales**

Estos resultados se contrastaron con el software HCanales, obteniendo los mismos resultados. Expediente Técnico Aprobado “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac” (2020).

### Revisión de los planos

Consistió en la revisión de los planos aprobados del Expediente Técnico, se corrigió errores en acotaciones, se añadió acotaciones faltantes, se corrigió algunas vistas de detalle del aliviadero y se presentó al residente y supervisor de obra para su aprobación. Hasta este punto se da cumplimiento al objetivo específico “d” contrastando los diseños y los planos del proyecto para su ejecución. (ver anexos del 2 al 13)

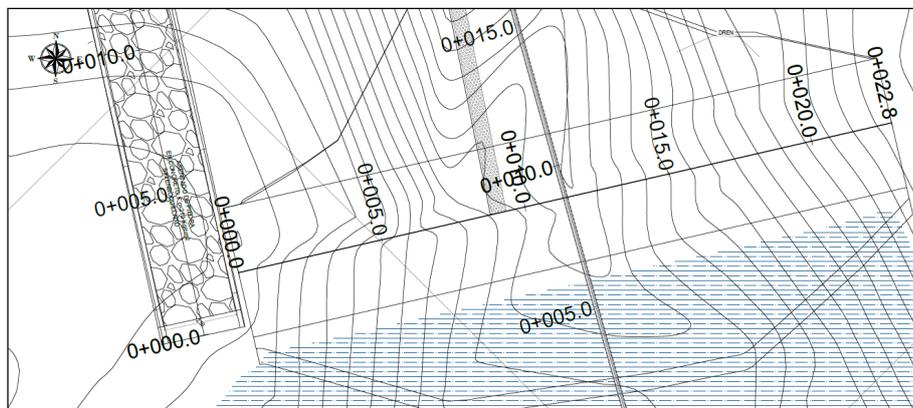
A continuación, se muestra una serie de figuras tomada de los planos finales que se utilizó para la ejecución de la obra:

La vista topográfica nos muestra el espejo de agua proyectado la cual tiene un área de 13 198,666 m<sup>2</sup>, asimismo, se puede visualizar el dique proyectado junto con sus obras de arte. (ver figura 5)



**Figura 5: Vista topográfica de la qocha Challwaqocha 2**

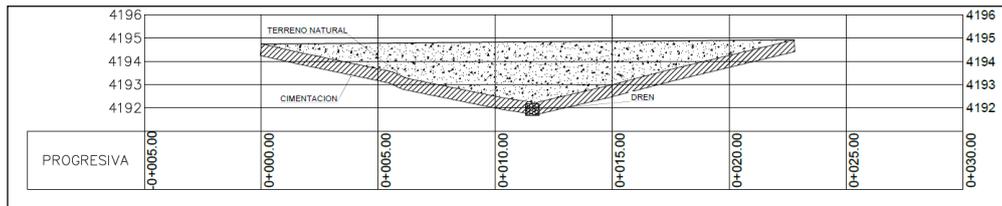
Se observa un espejo de agua proyectado de 13 198,666 m<sup>2</sup>, así como los componentes del dique Challwaqocha 2 y sus obras de arte. Tomada del Expediente Técnico Aprobado “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac” (2020).



**Figura 6: Vista en planta del dique Challwaqocha 2 y aliviadero**

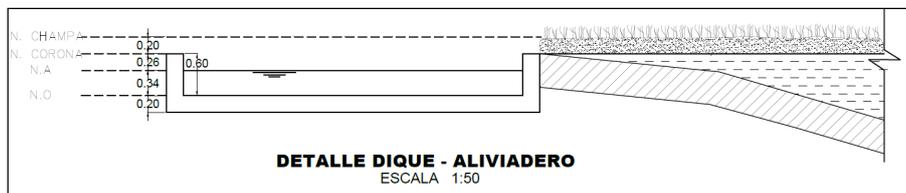
Estas proyecciones serán utilizadas para realizar las actividades de trazo y replanteo. Tomada del Expediente Técnico Aprobado “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac” (2020).

En la figura 6 se muestra una vista en planta del dique Challwaqocha 2 y aliviadero, mientras que en la figura 7 se muestra una vista de perfil del dique Challwaqocha 2, donde se puede apreciar la ubicación del dren en la parte inferior del dique. Por otro lado, en la figura 8 se puede apreciar la sección del aliviadero y en la figura 9 se puede apreciar la sección típica del dique Challwaqocha 2. Las vistas de detalles se mostrarán en las siguientes etapas de la ejecución del proyecto.



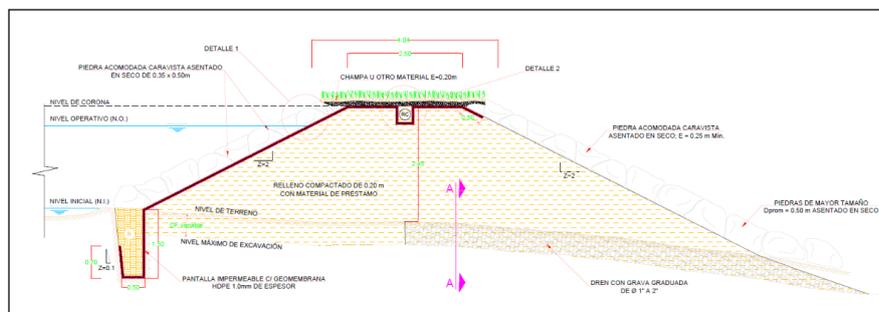
**Figura 7: Vista de perfil del dique Challwaqocha 2**

La ubicación del dren se encontrará a una cota aproximada de 4 192 m.s.n.m., por otro lado, el espesor de la cimentación puede variar dependiendo del terreno; si el suelo es inestable se excavará un adicional con la finalidad de encontrar suelo estable. Tomada del Expediente Técnico Aprobado “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac” (2020).



**Figura 8: Detalle del aliviadero**

La base del aliviadero es de 2,5 m, la cota más alta debe coincidir con la cota de la corona del dique. Por ende, el recubrimiento de champa en la corona se debe encontrar por encima de ella, tal como se observa en la figura. Tomada del Expediente Técnico Aprobado “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac” (2020).



**Figura 9: Sección típica del dique de tierra Challwaqocha 2**

Tomada del Expediente Técnico Aprobado “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac” (2020).

### **Charlas de seguridad y salud en el trabajo, prevención de riesgos laborales**

Una de las funciones desempeñadas fue la de Técnico en Seguridad y Salud en el Trabajo, prevención de riesgos laborales, donde desarrollé charlas informativas referente los protocolos de seguridad contra el Covid-19, así como capacitaciones para el correcto uso de los EPPs, y equipos adicionales como la mascarilla, cubre bocas, desinfección de herramientas, lavado de manos, entre otros (ver figura 10). Esta actividad se desarrolló de manera interdiaria con una duración aproximada de 5 a 10 minutos por charla, y antes del ingreso obra se realizó la toma de temperatura, desinfección de manos y la firma de asistencia en el tareo del personal de obra. Se cumplió con el objetivo específico “e”, sobre la implementación de los lineamientos técnicos de seguridad y salud en el trabajo, prevención de riesgos laborales y protocolos de bioseguridad contra el Covid-19.



**Figura 10: Asistente técnico y personal de obra utilizando el equipo de protección personal**

Descarga de material de madera e insumos para la construcción en una ubicación libre de tránsito. Asimismo, se observa el correcto uso de los EPPs e implementos de bioseguridad contra el Covid-19. Fotografía tomada para el reporte semanal de avance de obra del proyecto “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac”.

#### **4.2.2. Etapa 2: Trabajos Provisionales y Preliminares**

“La realidad profesional ha enseñado que un replanteo mal aplicado y erróneo puede afectar tanto el costo económico como retrasar la ejecución y menguar la calidad final de la obra” (Jimenez Cleves, 2007)

En esta etapa se aplicó los conocimientos adquiridos en el programa de la Facultad de Ingeniería Agrícola de la Universidad Nacional Agraria La Molina en asignaturas importantes como Topografía I y II para el trazo y replanteo del dique y sus obras de arte; la asignatura de Diseño Rural donde se aplicó los conocimientos en zonificación y circulación para la ubicación de los componentes auxiliares, entre otros.

A continuación, se describe el desarrollo de la Etapa 2:

- El inicio de obra comenzó el 19 de mayo de 2021, donde la primera actividad que se realizó fue el traslado de los materiales hacia la qocha, para ello se coordinó con el asistente administrativo de Sierra Azul la entrega de los insumos de obra. Asimismo, días atrás se realizó el reconocimiento del terreno con la finalidad de ubicar los puntos de control (BMs). (ver figura 11 y 12)



**Figura 11: Qocha Challwaqocha 2**

Vista de la microcuenca Challwaqocha 2; la ubicación del dique de tierra se encuentra a la izquierda de la acumulación de agua, aguas debajo de la microcuenca. Fotografía tomada en el área de trabajo, microcuenca Challwaqocha 2, distrito José María Arguedas.



**Figura 12: Ubicación de los puntos de control (BMs) Challwaqocha 2**

La ubicación de los BM-01/02, fue importante para poder realizar las actividades de trazo y replanteo; los puntos fueron ubicadas sobre unas rocas que llevan la descripción del punto y un punto de color rojo indicando la ubicación exacta del BM. Fotografía tomada en el área de trabajo, microcuenca Challwaqocha 2, distrito José María Arguedas.

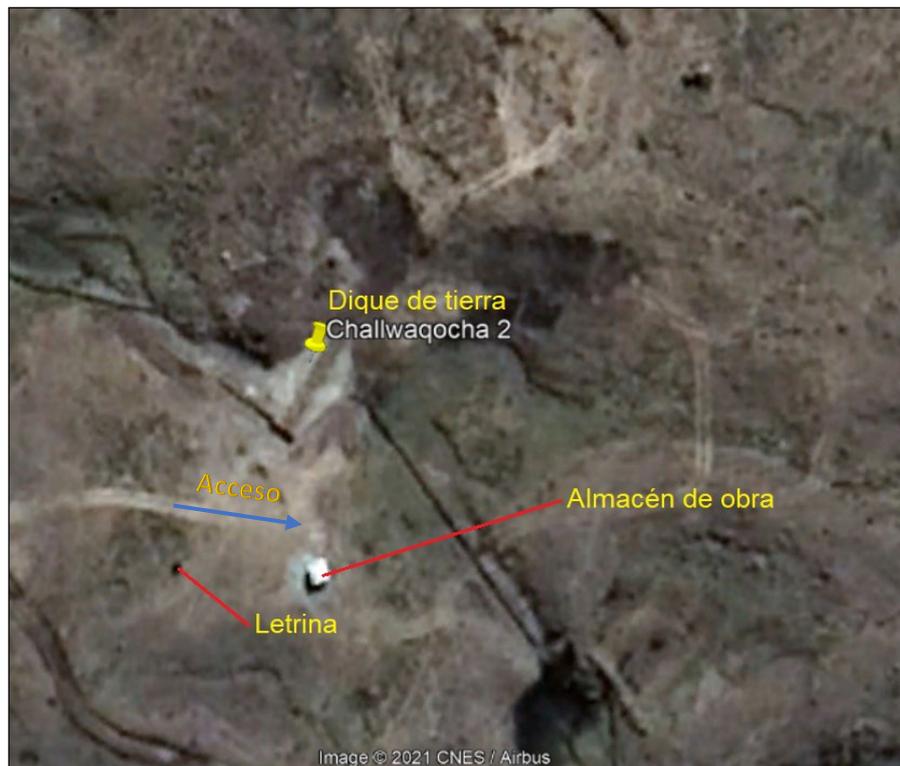
- Se realizó la entrega de Equipo de Protección Personal el cual está conformado por un casco de seguridad, un chaleco, guantes, lentes de seguridad, zapatos de seguridad, botas de jebe, barbiquejo y corta vientos; también se entregó mascarillas descartables, cubre bocas, y se comenzó con la aplicación del protocolo de bioseguridad contra el Covid-19. (ver figura 13)



**Figura 13: Inicio del protocolo de bioseguridad contra el covid-19 y uso adecuado de lo EPPs**

La toma de temperatura se realizó antes de iniciar la jornada laboral, además se revisó el correcto uso de los EPPs. Fotografía tomada para el reporte semanal de avance de obra del proyecto “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac”.

- Se identificó las zonas para la instalación del almacén de obra y letrina; para ello se tuvo en consideración la topografía del lugar, zona de bofedales, cuerpos de agua, entre otros; la finalidad de su ubicación es para generar un espacio de libre tránsito (circulación) desde el almacén hacia el área de trabajo del personal; del mismo modo del área de trabajo hacia la letrina. Por ello, se consideró mantener una distancia prudencial de 5 m como mínimo entre la letrina y el almacén, así como de cualquier cuerpo de agua. (ver figuras 14 y 15)



**Figura 14: Vista en planta de la ubicación de los componentes auxiliares del dique de tierra Challwaqocha 2**

La ubicación del dique de tierra Challwaqocha 2 se puede observar desde el software Google Earth Pro mediante las siguientes coordenadas UTM: Este 683 014; Norte: 8 475 780; 18L. Asimismo, se observa que el almacén se encuentra a una distancia aproximada de 44,5 m del centro del dique y a 28 m de la letrina; el ingreso a obra es a través del acceso que se indica en la imagen, no habiendo inconvenientes para la circulación del personal y maquinaria utilizada. Imagen tomada y editada de Google Earth Pro (2021)



**Figura 15: Almacén y letrina Challwaqocha 2**

El almacén cuenta con su candado y afiches preventivos con el protocolo de bioseguridad contra el Covid-19, así como los números de emergencia de la comisaría, del residente de obra, supervisor de obra, prevencionista y centro de salud; la letrina lleva su cartel de identificación y en una ubicación alejado de cuerpos de agua y de las áreas de trabajo y almacén. Fotografías tomadas para el reporte semanal de avance de obra del proyecto “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac”.

- Como parte de mis funciones como técnico en seguridad y salud en el trabajo, prevención de riesgos laborales, desarrollé las actividades de identificación y señalización del área de trabajo, sin embargo, para el desarrollo de mis funciones no se tuvo en consideración el requerimiento de materiales para la señalización de la obra, por ello, elaboré afiches y carteles de identificación (ver anexo 14) de los componentes de la obra para cumplir con esta actividad. (ver figuras 16 y 17)



**Figura 16: Carteles de identificación y afiches Challwaqocha 2**

Fotografías tomadas para el reporte semanal de avance de obra del proyecto “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac”.



**Figura 17: Señalización de elementos de aseo y tacho**

Vista del lava manos y del tacho, ambos con sus carteles de identificación. Sobre los tachos se precisa que solo se entregó uno solo para el desarrollo de toda la obra; finalizado la jornada laboral los desechos fueron llevados a la ciudad para su disposición final, a cargo del servicio de recepción de desechos de la municipalidad de José María Arguedas. Fotografías tomadas para el reporte semanal de avance de obra del proyecto “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac”.

- Se construyó y se instaló un cartel de identificación de la actividad cuyas dimensiones de diseño fueron de 2,40 m de alto por 3,60 m de ancho; su ubicación estratégica fue en la carretera que viene del distrito José María Arguedas hacia las qochas de manera que cualquier transeunte podrá visualizarlo. (ver figura 18)



**Figura 18: Cartel de identificación del proyecto**

Fotografía tomada para el reporte semanal de avance de obra del proyecto “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac”.

- Se realizó el trazo y replanteo que consistió en llevar al terreno lo que se encuentra en los planos del Expediente Técnico, para ello, se utilizó equipos topográficos como la estación total, el nivel de ingeniero, prisma, regla milimétrica para nivel de ingeniero, una wincha de 50 m y materiales como yeso y estacas de madera. Esta actividad se inició utilizando el plano de vista en planta, perfil longitudinal y de secciones transversales, teniendo en consideración algunas precisiones como, el pie del talud no es paralelo al eje del dique; la longitud máxima del talud (proyección horizontal) ocurre en la cota más baja del eje del dique (ver figuras 5, 6 y 7). Se identificó mediante el replanteo la progresiva inicial y final de los extremos del eje del dique, se trazó en el terreno el ancho de la corona y el perímetro de base del dique, así como el ancho de las zanjas para drenes y tuberías. (ver figura 19)



**Figura 19: Equipo y herramientas para el inicio del trazo y replanteo**

Se observa el equipo utilizado para el trazo y replanteo del dique de tierra y sus obras de arte Challwaqocha 2, así como el correcto uso de los EPPs. Fotografía tomada para el reporte semanal de avance de obra del proyecto “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac”.



**Figura 20: Vista del trazo y replanteo del dique de Challwaqocha 2**

Vista del trazo y replanteo del dique de tierra; en la parte central se observa un pequeño curso de agua que proviene de un espejo de agua que se ubica aguas arriba del dique, la cual fue bloqueada para acelerar el secado del área de trabajo para la conformación del cuerpo del dique. Fotografía tomada para el reporte semanal de avance de obra del proyecto “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac”.

- Uno de los problemas para esta segunda etapa fue la falta de personal obrero, este problema fue constante debido a que en los meses mayo y junio, se realizó la cosecha del cultivo de quinua por lo que la gran mayoría de personal obrero se encontró desarrollando dicha actividad. Por otro lado, el trazo y replanteo se culminó en un día, mientras que la construcción de la letrina y el almacén tomó 3 días aproximadamente.

#### **4.2.3. Etapa 3: Conformación del Dique de Tierra**

Esta etapa se ejecutó con pleno conocimiento de los planos de obra, sus dimensiones y la maquinaria necesaria para desarrollar esta actividad, así como disponer de los materiales de préstamo.

Las presas de embalse se construyen para almacenar agua en periodos de abundancia y utilizarla cuando escasee. Estos periodos pueden ser estacionales, anuales o hiperanuales. Muchas presas pequeñas almacenan la escorrentía de la primavera para servirse de ella en la estación seca de verano (Floyd E., 1970c).

Siendo la etapa más importante y delicada del proyecto, se tuvo especial cuidado en las indicaciones para la conformación del dique. Es por ello, que los conocimientos adquiridos en el programa de la Facultad de Ingeniería Agrícola de la Universidad Nacional Agraria La Molina han sido de mucha importancia para el cumplimiento de esta tercera etapa. Asignaturas como Maquinaria para Obras ayudarán a identificar los tipos de maquinaria que se requieren en obra; llevar un control de las horas trabajadas, identificar zonas seguras mientras se realizan trabajos de excavación, comunicación a través de señales para orientar al operario sobre el desarrollo de su actividad, entre otras. La asignatura de Geología y Geotécnica me brindó conocimientos sobre muros de contención, protección de taludes e identificación de zonas vulnerables; entre otras asignaturas. A continuación, se desarrolla las actividades que se desarrolló para completar la etapa 3:

- El residente de obra gestionó la contratación de una retroexcavadora (John Deere 710J, la cual fue reemplazada posteriormente por una retroexcavadora CAT 410F), un volquete y un rodillo compactador Wacker RD27 (ver anexos 16, 17 y 18); desarrollé la actividad de control de las horas trabajadas por la maquinaria (ver tabla 23); se registró el número que indica el horómetro a la hora del inicio y final de la maquinaria (ver figuras 21, 22 y 23), para poder obtener las horas trabajadas. En ese sentido, se registró un total de 44,5 horas trabajadas para la retroexcavadora, 10 horas trabajadas para el rodillo y 20 horas trabajadas para el volquete, cuyo periodo de servicio fue del 15 de junio al 30 de junio de 2021.



**Figura 21: Vista del Horómetro al momento de encendido de la maquinaria**

Vista del horómetro de la retroexcavadora John Deere y CAT. Fotografía tomada para el reporte semanal de avance de obra del proyecto “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac”.



**Figura 22: Retroexcavadora John Deere 710J**

Fotografía tomada para el reporte semanal de avance de obra del proyecto “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac”.



**Figura 23: Vista del Rodillo compactador Wacker RD27, retroexcavadora John Deere 710J y retroexcavadora CAT 420F**

Fotografía tomada para el reporte semanal de avance de obra del proyecto “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac”.

**Tabla 23: Resumen de alquiler de maquinaria y sus horas trabajadas**

ITEM	DESCRIPCION	UND.	CANT.	P.U. (S/.)	MONTO TOTAL (S/.)	PERIODO DE SERVICIO
1	RETROEXCAVADORA	HM	44,5	155,00	6897,50	15 DE JUNIO AL 30 DE JUNIO
2	RODILLO	HM	10	150,00	1500,00	15 DE JUNIO AL 30 DE JUNIO
3	VOLQUETE	HM	20	150,00	3000,00	15 DE JUNIO AL 30 DE JUNIO

*Nota:* Tomado de Carta 008-2021/APU4-2020-Q7/SO, conformidad de servicio de alquiler de maquinaria (valorización N°1) del proyecto: “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac”.

- A continuación, se muestra un resumen de las especificaciones técnicas de la retroexcavadora y rodillo compactador utilizados para la conformación del cuerpo del dique, el transporte de materiales de cantera, así como para trabajos complementarios de perfilado, cierre de canteras y su respectiva reconformación: (ver tabla 24, 25 y 26)

**Tabla 24: Resumen de las especificaciones técnicas de la retroexcavadora John Deere 710J**

Retroexcavadora John Deere 710J							
Transmisión		Motor		Dimensiones		Cargador	
<b>Tipo de transmisión</b>	transmisión con cambio de fuerza de velocidades	<b>Fabricante</b>	John Deere	<b>Longitud de transporte</b>	8 150 mm	<b>Volumen de la pala</b>	1 2 m3
<b>Número de marchas adelante</b>	4	<b>Modelo</b>	6068T	<b>Ancho del transporte</b>	2 410 mm	<b>Ancho de la pala</b>	2 464 mm
<b>Número de marchas atrás</b>	3	<b>Potencia efectiva</b>	92 kW	<b>Altura del transporte</b>	4 170 mm	<b>Fuerza de arranque de la pala</b>	69,1 kN
<b>Velocidad máxima hacia adelante</b>	39,6 km/h	<b>Cilindrada</b>	6,8 l.	<b>Altura hasta la parte superior de la cabina</b>	2 971,8 mm	<b>Capacidad de carga a plena altura</b>	4 212 kg
<b>Velocidad máxima marcha atrás</b>	27,2 km/h	<b>Potencia medida en</b>	2 000 RPM.	<b>Eje de ruedas</b>	2 520 mm	<b>Despeje sobre el suelo a máxima elevación de descargas</b>	2 920 mm
		<b>Momento de fuerza tomado en</b>	1 300 RPM.	<b>Despeje sobre el suelo</b>	356 mm	<b>Profundidad de excavación</b>	104 mm

*Nota:* Elaborado a partir de la información de las especificaciones técnicas de la retroexcavadora John Deere 710J alojada en la web: <http://maquqam.com/>. Fecha de revisión 01 de setiembre de 2021.

**Tabla 25: Resumen de las especificaciones técnicas de la retroexcavadora CAT 420F**

Retroexcavadora CAT 420F							
Transmisión		Motor		Dimensiones		Cargador	
<b>Tipo de transmisión</b>	servomecánica estándar	<b>Modelo</b>	Cat® 3054C Mechanical Turbo	<b>Longitud de transporte</b>	7 169 mm	<b>Volumen de la pala</b>	0,96 m <sup>3</sup>
<b>Número de marchas adelante</b>	4	<b>Potencia neta nominal</b>	95 hp	<b>Ancho del transporte</b>	2 322 mm	<b>Ancho de la pala</b>	2 262 mm
<b>Número de marchas atrás</b>	4	<b>Cilindrada</b>	4,4 L	<b>Altura del transporte</b>	3 577 mm	<b>Fuerza de arranque de la pala</b>	49,8 kN
<b>Velocidad máxima hacia adelante</b>	40 km/h			<b>Altura hasta la parte superior de la cabina</b>	2 819 mm	<b>Capacidad de carga a plena altura</b>	3 283 kg
<b>Velocidad máxima marcha atrás</b>	40 km/h			<b>Eje de ruedas</b>	2 200 mm	<b>Alcance en máxima elevación de descarga</b>	2 710 mm
				<b>Despeje sobre el suelo</b>	320 mm	<b>Profundidad de excavación</b>	105 mm

*Nota:* Elaborado a partir de la información de las especificaciones técnicas de la retroexcavadora CAT 420F alojada en la web: <https://www.unimaq.com.pe/> Fecha de revisión 01 de setiembre de 2021.

**Tabla 26: Resumen de la ficha técnica del rodillo compactador Wacker RD27**

Rodillo compactador	
Descripción	Métrico
Peso (en seco)	2 592 kg
Diámetro tambores adelante/atrás	700 mm
Ancho tambores adelante/atrás	1 200 mm
Largo x ancho x alto (l x a x h)	2 430 x 1 300 x 2 590 mm
Altura vertical libre	510 mm
Contenido tanque de agua l	150 L
Tipo de motor	Motor diésel, tres cilindros, refrigerado a líquido
Cilindrada	1 500 cm <sup>3</sup>
Máxima potencia según norma DINISO 3046	25,1 kW
Profundidad de compactación (según suelo)	61 cm
Presión linear dinámica por tambor	240 / 345 N/mm

*Nota:* Elaborado a partir de la información de la ficha técnica del rodillo compactador, alojado en la web: <https://www.wackerneuson.com/>. Fecha de revisión 01 de setiembre de 2021.

- Se desarrolló la elaboración de cuadros para la conformidad de los pagos por el alquiler de las maquinarias, las cuales muestran detalles de la fecha de trabajo, horas trabajadas, precio unitario, costo parcial, costo total y las observaciones sobre el trabajo realizado. Esto permitió llevar un control ordenado de las actividades que desarrolla la maquinaria en campo. (ver tablas 27, 28y 29)

**Tabla 27: Resumen de la valorización de la retroexcavadora**

ITEM	FECHA	HORAS TRABAJADAS			C.U/ HM S/.	UNID.	PARCIAL (S/.)	OBSERVACIONES
		H	M	H. TOT				
1	15/06/2021	6	24	6,40	155	HM	992	ACOPIO DE PIEDRA Y EXTRACION DE RELLENO EN CANTERA.
2	17/06/2021	7	0	7,00	155	HM	1 085	EXTRACION DE MATERIAL DE PRESTAMO.
3	18/06/2021	4	0	4,00	155	HM	620	EXTRACION DE MATERIAL DE PRESTAMO.
4	21/06/2021	5	30	5,50	155	HM	852,5	CARGUIO DE MATERIAL RELLENO.
5	23/06/2021	5	36	8.60	155	HM	1 333	EXTRACION DE MATERIAL DE PRESTAMO.
6	25/06/2021	6	36	6.60	155	HM	1 023	CARGUIO DE MATERIAL RELLENO.
7	28/06/2021	6	24	6.40	155	HM	992	TRASLADO DE PIEDRA.
<b>COSTO TOTAL DE EQUIPO S/.</b>							<b>6 897,50</b>	

*Nota:* Se observa que el costo total de la retroexcavadora ascendió a un total de 6 897,50 nuevos soles, el cual no sobrepasa al presupuesto aprobado en el expediente técnico de 8 120,27 nuevos soles; el total de horas trabajadas asciende a 44,5 horas. Tomado de Carta 008-2021/APU4-2020-Q7/SO, conformidad de servicio de alquiler de maquinaria (valorización N°1) del proyecto: “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac”.

**Tabla 28: Resumen de valorización del rodillo compactador**

ITEM	FECHA	HORAS TRABAJADAS			C.U/ HM S/.	UNID.	PARCIAL S/.	OBSERVACIONES
		H	M	H. TOT				
1	18/06/2021	4	6	4,10	150	HM	615	COMPACTACION EN LA CONFORMACION DEL DIQUE
2	21/06/2021	4	15	4,25	150	HM	637,5	COMPACTACION EN LA CONFORMACION DEL DIQUE
3	20/08/2020	1	39	1,65	150	HM	247,5	COMPACTACION EN LA CONFORMACION DEL DIQUE
<b>COSTO TOTAL DE EQUIPO S/.</b>							<b>1 500,00</b>	

*Nota:* Se observa que el costo total del rodillo compactador ascendió a un total de 1 500 nuevos soles, el cual coincide con el presupuesto estimado que es de 1 492,30 nuevos soles, como la diferencia es mínima se compensará con el saldo restante de la retroexcavadora; el total de horas trabajadas asciende a 10 horas. Tomado de Carta 008-2021/APU4-2020-Q7/SO, conformidad de servicio de alquiler de maquinaria (valorización N°1) del proyecto: “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac”.

**Tabla 29: Resumen de valorización del volquete**

ITEM	FECHA	HORAS TRABAJADAS			C.U/ HM S/.	UNIDAD	PARCIAL S/.	OBSERVACIONES
		H	M	H. TOT				
1	17/06/2021	3	18	3,3	150	HM	495	TRASLADO DE MATERIAL DE PRESTAMO
2	18/06/2021	4	48	4,8	150	HM	720	TRASLADO DE MATERIAL DE PRESTAMO
3	21/06/2021	2	30	2,5	150	HM	375	TRASLADO DE MATERIAL DE PRESTAMO
4	25/06/2021	4	36	4,6	150	HM	690	TRASLADO DE MATERIAL DE PRESTAMO
5	26/06/2021	4	48	4,8	150	HM	720	TRASLADO DE PIEDRA
<b>COSTO TOTAL DE EQUIPO S/.</b>							<b>3 000,00</b>	

*Nota:* Se observa que el costo total del volquete ascendió a un total de 3 000 nuevos soles, el cual coincide con el presupuesto estimado que es de 2 861,53 nuevos soles, dicha diferencia se compensará con el saldo restante de la retroexcavadora; el total de horas trabajadas asciende a 20 horas. Tomado de Carta 008-2021/APU4-2020-Q7/SO, conformidad de servicio de alquiler de maquinaria (valorización N°1) del proyecto: “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac”.

- Previamente se solucionó el problema del ingreso del agua al área de trabajo. Para ello, se bloqueó dicho ingreso aguas arriba de la microcuenca Challwaqocha 2 con la finalidad de acelerar el secado del área donde se conformará el cuerpo del dique; se supervisó dicha actividad, donde la retroexcavadora bloqueó temporalmente el ingreso de agua agregando material de préstamo sobre un punto estratégico; generó una barrera para este flujo de agua, la cual fue removida cuando se aseguró la impermeabilización del dique.
- Se apoyó en el desarrollo de la actividad de limpieza y desbroce de terreno natural con maquinaria, tanto en la zona donde se construirá el dique de tierra, como en el área de cantera de material de préstamo; este suelo con vegetación se apiló en un punto estratégico para su posterior utilización en el enchampado de la corona del dique. Se precisa que cada actividad desarrollada cuenta con autorización del supervisor de obra; culminado el trabajo de desbroce se revisó que la ubicación y trazos de los principales elementos que conforman el dique estén correctamente delineados, caso contrario, se procedió a remarcar los trazos del replanteo. (ver figura 24 y 25)



**Figura 24: Limpieza y desbroce del terreno natural**

En las zonas más altas se hizo un leve raspado debido a que el suelo es estable, sin embargo en la parte central, por donde cruza un curso de agua, se realizó una mayor excavación, pero siempre dentro de lo indicado en el expediente técnico, en promedio se manejó una profundidad de excavación de 0,40 m. Fotografía tomada para el reporte semanal de avance de obra del proyecto “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac”.



**Figura 25: Remarcado de los trazos del replanteo del dique de tierra Challwaqocha 2**

Culminado los trabajos de limpieza y desbroce se remarcó las líneas principales del dique de tierra para dar inicio a la conformación del cuerpo del dique. Fotografía tomada para el reporte semanal de avance de obra del proyecto “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac”.

- Se supervisó el movimiento de rocas de gran tamaño que bloquea el área del dique; se le indicó al operario la ubicación de las rocas a mover, tomando en consideración las medidas de precaución para una operación segura. (ver figura 26)

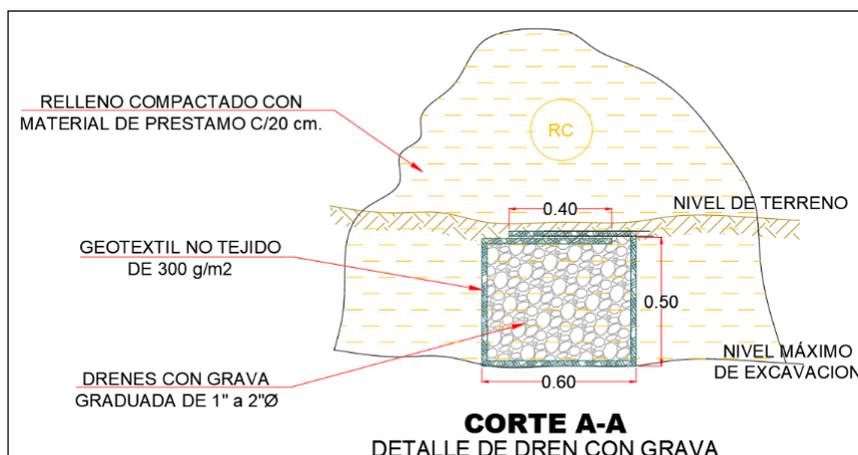
“Se debe pensar siempre en la estabilidad de la maquinaria de construcción. No se debe acercarse a un borde del precipicio, un borde del camino blando, una cima de talud, etc.” (Asociación Japonesa de Salud y Seguridad Industrial KOMATSU, 1994).



**Figura 26: Movimiento de rocas con la retroexcavadora en el área del dique**

En la ubicación de la tubería de descarga y dren se encontró rocas de gran tamaño por lo que se procedió a mover con ayuda de la retroexcavadora; la imagen muestra el trabajo de la retroexcavadora. Fotografía tomada para el reporte semanal de avance de obra del proyecto “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac”.

- Se supervisó la conformación del cuerpo del dique con la implementación del dren (ver anexo 3 y 15), cuya finalidad es la de captar y evacuar el agua que proviene de zonas por debajo de la base del dique; se utilizó la retroexcavadora, herramientas de excavación, así como material de relleno de grava de 1 a 2 pulgadas. El dren tiene una sección de 0,60 cm de ancho por 0,50 cm de alto, la cual se llenó con material relleno de grava, envuelta con geotextil no tejido de 300 g/m<sup>2</sup>, con un traslape de 0,40 cm quedando nivelado con el terreno. (ver figura 27 y 28)



**Figura 27: Vista de detalle del dren con grava**

Detalle del dren, de 0,60 m de ancho, 050 m de alto y un traslape del geotextil superior aproximado de 0,40 m. Tomada del Expediente Técnico Aprobado “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac” (2020).



**Figura 28: Instalación del dren en el dique Challwaqocha 2**

Se observa el traslape indicado en la figura 27; luego de su implementación se recubrirá con terreno natural y será compactado con la finalidad de fijar el dren. Luego de ello se instala la tubería de descarga y se inician las actividades de conformación del cuerpo del dique. Fotografía tomada para el reporte semanal de avance de obra del proyecto “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac”.

- Se apoyó en la supervisión de la conformación del dique de tierra, así como también se brindó asistencia técnica en la identificación de puntos con material de suelo inestable para ser removido, teniendo en consideración que la zona de excavación debe ser en promedio 0,50 cm según lo indicado en el plano o hasta encontrar suelo estable.

Posterior a ello, se realiza trabajos de nivelación interior donde se utilizó material propio, la cual fue apisonada con la cuchara de la retroexcavadora. También se instaló la tubería de descarga sobre el suelo compactado. El proceso de compactación consistió en rellenar capas de 0,20 m de espesor de material de préstamo, el cual fue compactado por el rodillo; este proceso se realizó las veces necesarias hasta alcanzar la altura de dique de 2,6 m. Se precisa que el que ancho de compactación se realizó con 30 cm de ancho adicionales según indicaciones del residente para luego realizar el corte y perfilado del talud H2:V1. (ver figuras 29 y 30)



**Figura 29: Conformación del cuerpo del dique de tierra Challwaqocha 2**

Se observa los trabajos de conformación del cuerpo del dique de tierra Challwaqocha 2; se precisa que la retroexcavadora John Deere 710J se averió, siendo reemplazado por la retroexcavadora CAT 420F. Reporte semanal de avance de obra del proyecto “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac”.

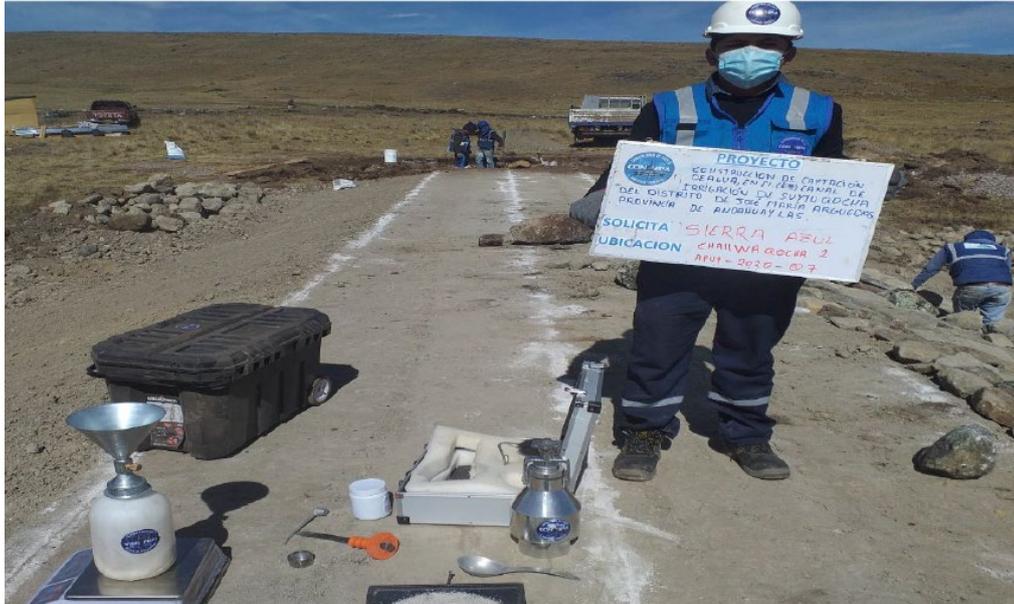


**Figura 30: Corte y perfilado del talud del dique Challwaqocha 2**

Se observa la implementación del dentellón, este trabajo lo realizó la retroexcavadora, mientras que el personal de obra realizó las actividades de corte y perfilado del talud del dique de tierra; también se realizó la zanja de anclaje de la geomembrana. Fotografía tomada para el reporte semanal de avance de obra del proyecto “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac”.

- Se culminó el cuerpo del dique y se procedió a verificar la altura final y nivelación de toda la corona; se debe tener presente que la cota de la corona debe coincidir con la cota del muro del aliviadero. Posteriormente se realizó la prueba de compactación a cargo del laboratorista de suelos (ver figura 31), concluyendo que el contenido de humedad del material empleado se encontró próximo a la humedad óptima obtenida en laboratorio (12%); asimismo, el grado de compactación in situ del material empleado como base granular se encuentra próximo con la máxima densidad seca del Proctor ( $1,97 \text{ gr/cm}^3$ ) (ver tabla 30); finalmente el laboratorista indicó que el material utilizado cumple con las especificaciones técnicas de compactación según lo exigido por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, alcanzando la compactación deseada. (ver anexo 19 y 20)

“El grado de compactación mínimo será el 95% de la Máxima Densidad Seca, con excepción de los suelos estabilizados con sales, que será del 100%. Estos valores deben alcanzarse en todo el ancho de la capa estabilizada.” (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2015)



**Figura 31: Prueba de compactación en el dique de tierra Challwaqocha 2**

Los cálculos realizados por el laboratorista se encuentran en el anexo 16. Tomado del Informe Técnico N° 212-2021-CCA, Control de Compactación del Material Afirmado (2021).

**Tabla 30: Resumen de los resultados de la prueba de compactación, Challwaqocha 2**

Cantera	Ubicación	Uso	Densidad Máxima Seca	Humedad Optima (%)
N° 1	APU-2020-Q7 Challwaqocha 2, dique	Afirmada	1,97	12,00

*Nota:* Tomado del Informe Técnico N° 212-2021-CCA, Control de Compactación del Material Afirmado (2021).

- La prueba que se realizó en el dique de tierra Challwaqocha 2, consistió en un ensayo para determinar la densidad y peso unitario del suelo insitu mediante el método del cono de arena, cuyas características del equipo utilizado se describen en la tabla 31 y figura 32.

“Este método es usado para determinar la densidad de suelos compactados que se encuentran en el lugar durante la construcción de terraplenes de tierra, capas de rodadura, rellenos de carreteras y estructuras de contención”. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)

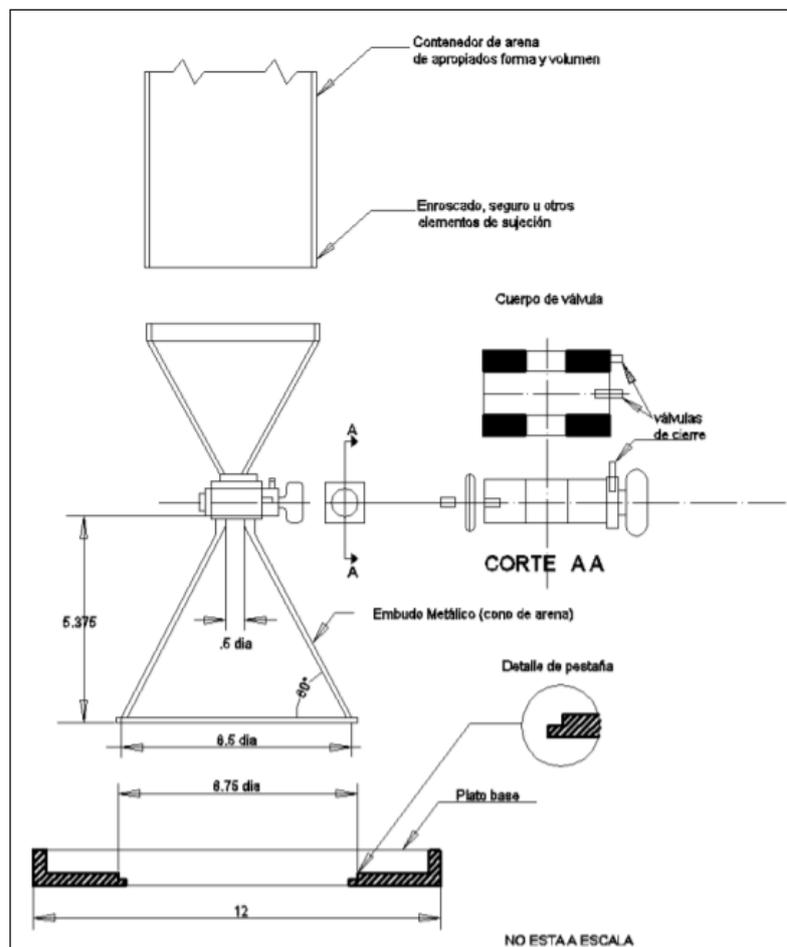
**Tabla 31: Resumen técnico del equipo para determinar la densidad de campo y peso unitario**

**MTC E 117 - ENSAYO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD Y PESO UNITARIO DEL SUELO INSITU MEDIANTE EL METODO DEL CONO DE ARENA**

**Detalles técnicos**

1. Un frasco desarmable u otro contenedor de arena que tenga una capacidad de volumen que exceda el volumen requerido para llenar el orificio de prueba y el aparato durante la prueba.
2. Un dispositivo desarmable que consiste en una válvula cilíndrica con un orificio de  $\frac{1}{2}$ " de diámetro, unido a un embudo de metal, un contenedor de arena con terminación en punta conectado y a un embudo largo de metal (cono de arena) en el otro extremo. La válvula debe tener un freno (seguro) para prevenir la rotación de una posición completamente abierta a otra completamente cerrada. Las paredes del cono formaran un ángulo de aproximadamente  $60^\circ$  con la base, para permitir un llenado uniforme de la arena.
3. Un plato de metal cuadrado ó rectangular, con un orificio central y un borde para recibir el embudo grande (cono) del aparato descrito en el numeral 2. La placa debe ser plana y cuadrada en la base y será como mínimo 3" más largo que el embudo (cono de arena) y será lo suficientemente grueso como para mantenerse rígido, con un espesor de  $\frac{3}{8}$ " a  $\frac{1}{2}$ ".

Nota: Elaborado a partir de la información obtenida del Manual de Ensayo de Materiales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016), pp. 113-142.



**Figura 32: Aparato de densidad**

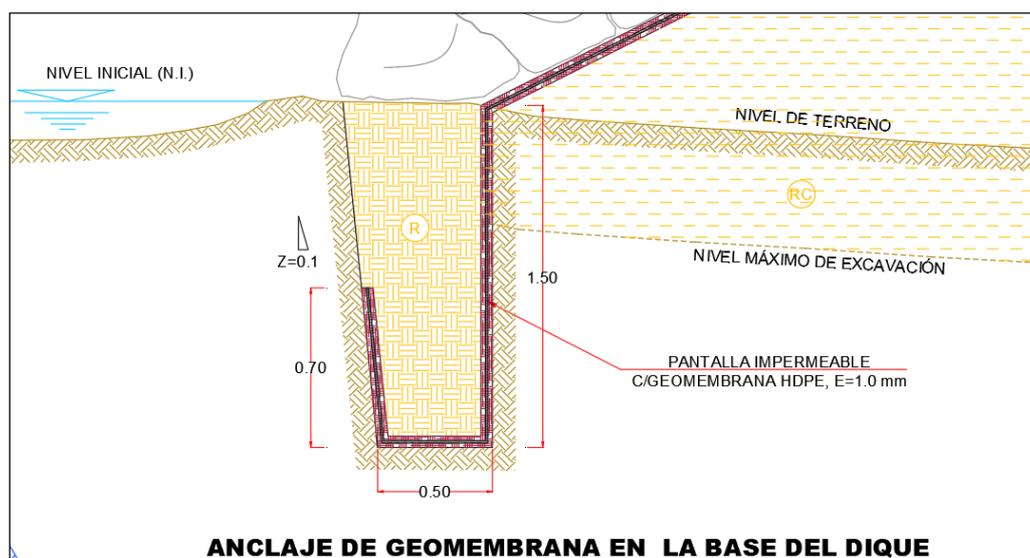
Tomado de los anexos de “MTC E 117, Ensayo para determinar la densidad y peso unitario del suelo insitu mediante el método del cono de arena”, pp.142. Manual de ensayo de materiales (2016), Ministerio de Transportes y comunicaciones.

#### 4.2.4. Etapa 4: Impermeabilización del cuerpo del dique

Etapa ejecutada por una empresa privada; la instalación de la geomembrana fue realizado bajo la supervisión del residente de obra, supervisor de obra y el apoyo del asistente técnico, para lo cual se desarrollaron las siguientes actividades:

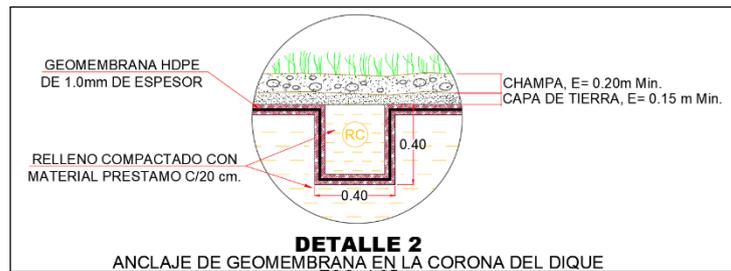
“Las geomembranas se definen como un recubrimiento o barrera de muy baja permeabilidad usada con cualquier tipo de material relacionado y aplicado a la ingeniería geotécnica para controlar la migración de fluidos” (Geosistemas Pavco de Mexichem, 2009).

- Se brindó apoyo en la supervisión del excavado del dentellón en la cara húmeda del dique, así como la excavación de la zanja de anclaje en la corona; los detalles para su ejecución se encuentran en el plano de detalles del Expediente Técnico aprobado (ver anexo 3 y 15); se excavó el dentellón a una profundidad aproximada de 1,50 m con un ancho de 0,50 m y un talud de  $Z = 0.1$  aguas arriba (ver figura 33); para el anclaje de la geomembrana se realizó una zanja de 0,40 m de ancho por 0,40 m de profundidad. (ver figura 34)



**Figura 33: Vista del dentellón – anclaje de geomembrana en la base del dique**

Se observa una profundidad de excavación de 1,50 m, así como un ancho de base del dentellón de 0,50 m. Luego de culminado la impermeabilización del cuerpo del dique se procedió a rellenar el dentellón con el mismo material extraído y luego se compactó con ayuda de la retroexcavadora y trabajos manuales; tal como se observa en la imagen, se compacta al nivel del terreno y se precisa que el enrocado cubrió hasta la zona del dentellón. Tomado del Expediente Técnico Aprobado “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac” (2020).



**Figura 34: Vista de anclaje de la geomembrana en la corona del dique**

Tomado del Expediente Técnico Aprobado “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac” (2020).



**Figura 35: Excavación del dentellón en la cara húmeda del cuerpo del dique de tierra Challwaqocha 2**

Se cumple con lo indicado en la figura 33 para la excavación del dentellón. Fotografía tomada para el reporte semanal de avance de obra del proyecto “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac”.



**Figura 36: Excavación de la zanja de anclaje en la corona del dique de tierra Challwaqocha 2**

La zanja de anclaje se excavó a 0,40 m del eje de la corona del dique con la finalidad de aprovechar la mayor cantidad de geomembrana. Fotografía tomada para el reporte semanal de avance de obra del proyecto “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac”.

- En la figura 36 se observa que la zanja de anclaje se encuentra próximo al talud aguas abajo del dique de tierra; este cambio fue indicado por el residente de obra, ya que en el plano se indicó una zanja de anclaje en el eje de la corona, sin embargo, se decidió ubicar la zanja de anclaje a 0,40 cm del eje de la corona hacia el lado del talud aguas abajo del dique de tierra. La principal razón para esta modificación fue por la cantidad de geomembrana y geotextil que iba a sobrar.
- Asimismo, se construyó parte del aliviadero que colinda con la corona del dique, con la finalidad de instalar el polylock, elemento para anclar la geomembrana al muro del aliviadero. (ver figura 37)



**Figura 37: Polylock instalado para el anclaje de la geomembrana**

El polylock es una tira de polietileno que es incrustada en el muro del aliviadero con la finalidad de ser parte del anclaje de la geomembrana; se observa el vaciado del muro con el polylock, la cual está fijada con rocas encima de ella que fueron retiradas luego del secado del concreto. Fotografía tomada para el reporte semanal de avance de obra del proyecto “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac”.

- Antes de la ejecución de la impermeabilización del cuerpo del dique se verificó el espesor de la geomembrana de HDPE de 1mm y el geotextil de 300 gr/cm<sup>2</sup>; los empalmes se unieron mediante termofusión; se brindó apoyo en la supervisión del empalme de la tubería con la geomembrana, para ello se utilizó una extrusora y una pistola de aire caliente. (ver figuras 38 y 39)



**Figura 38: Impermeabilización del cuerpo del dique de tierra Challwaqocha 2**

Se observa los trabajos de la impermeabilización del cuerpo del dique Challwaqocha 2. Fotografía tomada para el reporte semanal de avance de obra del proyecto “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac”.



**Figura 39: Empalme de la geomembrana en la tubería del dique de tierra**

Se observa el sello de la tubería de descarga, la cual se realizó con una máquina de extrusión cuyos empalmes se unieron por termofusión. Fotografía tomada para el reporte semanal de avance de obra del proyecto “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac”.

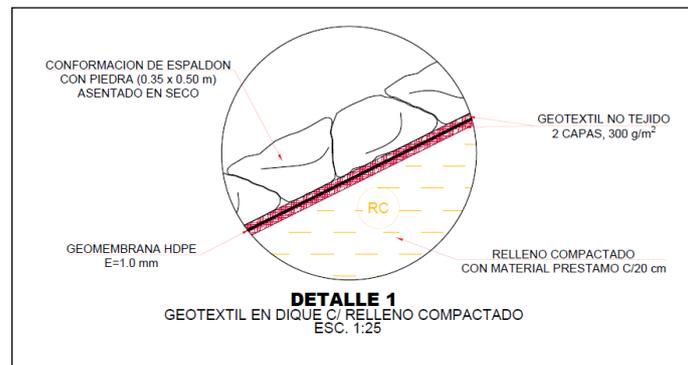
#### **4.2.5. Etapa 5: Recubrimiento del Cuerpo del Dique**

El recubrimiento de la cara seca se realizó con piedra o champa, cuyo objetivo es proteger la posible erosión del talud de tierra (ver anexo 2 y 3). El recubrimiento de la cara húmeda se realizó con piedra acomodada caravista asentado en seco 0,35 m de alto por 0,50 m de largo y un espesor de 0,25 m como mínimo; el objetivo es proteger la geomembrana del

punzamiento. Para el recubrimiento de la corona se utilizó champa, con el objetivo de proteger la geomembrana, donde previamente se colocó una cama de tierra agrícola con un espesor de 10 cm.

“La escollera colocada a mano está compuesta de piedras cuidadosamente colocadas en hiladas más o menos definidas con una mínima cantidad de huecos y de forma que la parte exterior resulte una superficie relativamente suave” (Floyd E., 1970b).

- En la figura 40 se muestra el detalle del enrocado sobre la cara húmeda del dique de tierra, la cual lleva el recubrimiento de la geomembrana y geotextil; asimismo, el enrocado también se aplicó a la cara seca del dique, para lo cual se trasladó rocas desde la cantera de piedras con el uso del volquete. (ver figura 41)



**Figura 40: Vista de detalle del geotextil en dique con enrocado**

Tomada del Expediente Técnico Aprobado “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac” (2020).



**Figura 41: Traslado de rocas de la cantera hacia el dique de tierra**

Tomada del Expediente Técnico Aprobado “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac” (2020).

- Para realizar el enrocado del talud aguas abajo, se plantilló todo el pie del talud, el cual tendrá una forma similar al de una parábola (ver figura 42); se dio asistencia en el control del talud  $Z = 2$ , para lo cual se utilizó un cordel con el que se verificó la nivelación del empedrado.



**Figura 42: Empedrado de las paredes del talud aguas abajo del dique Challwaqocha 2**

Fotografía tomada para el reporte semanal de avance de obra del proyecto “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac”.

- De igual manera se realizó el mismo procedimiento para el enrocado del talud aguas arriba del dique de tierra Challwaqocha 2, en la cual previamente se instaló la geomembrana y se tapó el dentellón con su propio material que fue removido. (ver figura 43)



**Figura 43: Enrocado del talud aguas arriba del dique de tierra Challwaqocha 2**

Fotografía tomada para el reporte semanal de avance de obra del proyecto “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac”.

- El recubrimiento de la corona se realizó con champa, para lo cual se supervisó la implementación previa de una cama de tierra de 10 cm de espesor aproximadamente en toda la corona del dique, para luego colocar las champas las cuales fueron cortadas en formas cuadradas de 30 cm por 30 cm aproximadamente. Se precisa que el recubrimiento de la corona debe estar por encima de la cota de muros del aliviadero. (ver figura 44)



**Figura 44: Recubrimiento de la corona del dique con champa**

Vista panorámica del dique de tierra Challwaqocha 2 culminado. Fotografía tomada para el reporte semanal de avance de obra del proyecto “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac”.

Con el desarrollo de la etapa 5 la construcción del dique de tierra Challwaqocha 2 se completó, cumpliendo con la protección del dique ante la erosión hídrica, se protegió a la geomembrana del punzamiento externo y se mitigó el impacto visual negativo que genera la geomembrana al estar expuesta. Todo ello, cumplió con el objetivo específico “a” donde se implementó actividades de siembra y cosecha de agua mediante la construcción de un dique de tierra para un volumen de embalses de 4 751,42 m<sup>3</sup>.

#### **4.2.6. Etapa 6: Construcción del aliviadero, estructura de toma y descarga**

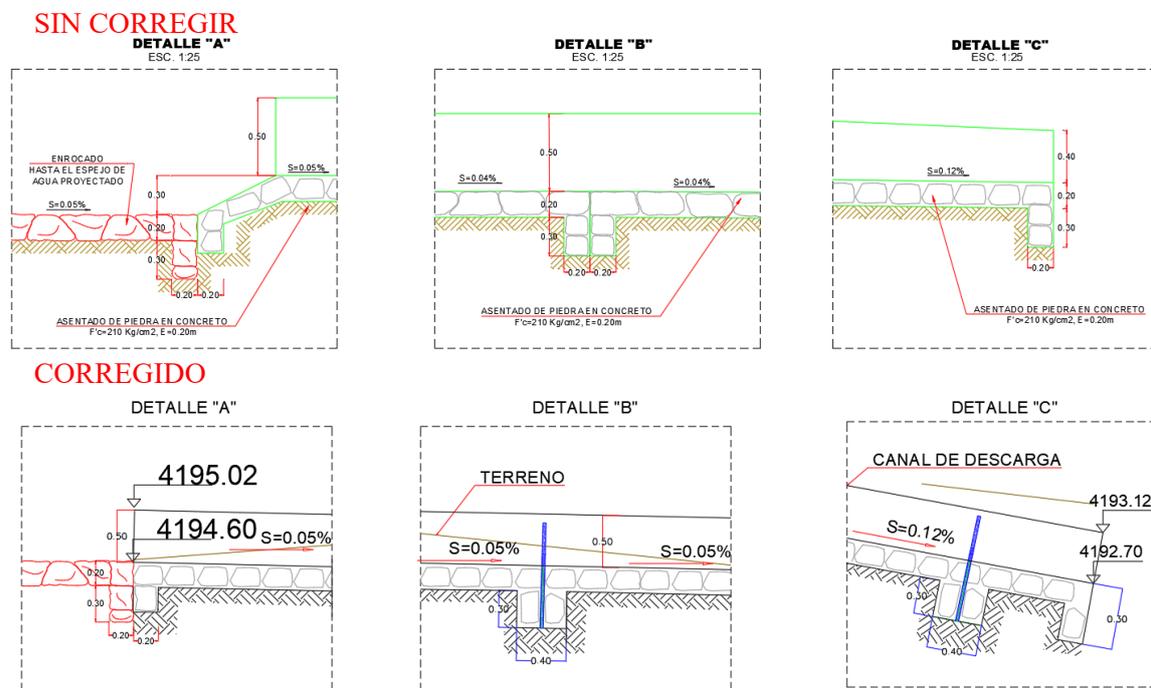
En esta etapa la formación profesional adquirida en la Facultad de Ingeniería Agrícola de la Universidad Nacional Agraria La Molina ha sido fundamental para el entendimiento de los planos sobre las obras de arte. Asignaturas como Estructuras Hidráulicas, Concreto Reforzado, han aportado las bases técnicas para entender su funcionamiento, su construcción y operación de manera general. Los detalles de las actividades realizadas se muestran a continuación:

## Aliviadero

- Se corrigió las vistas de detalle del aliviadero que presentaron fallas en su diseño; se verificó en campo la ubicación del aliviadero a construir, remarcando los trazos realizados anteriormente en el replanteo. Asimismo, se determinó que se trata de un aliviadero de entrada lateral o vertedero lateral. (ver anexos 12 y 13) Por otro lado, se precisa que los diseños para determinar la pendiente del aliviadero, así como las demás características que se muestran en las figuras subsiguientes y en los anexos referidos al aliviadero, no se ubicaron en el predimensionamiento del expediente técnico.

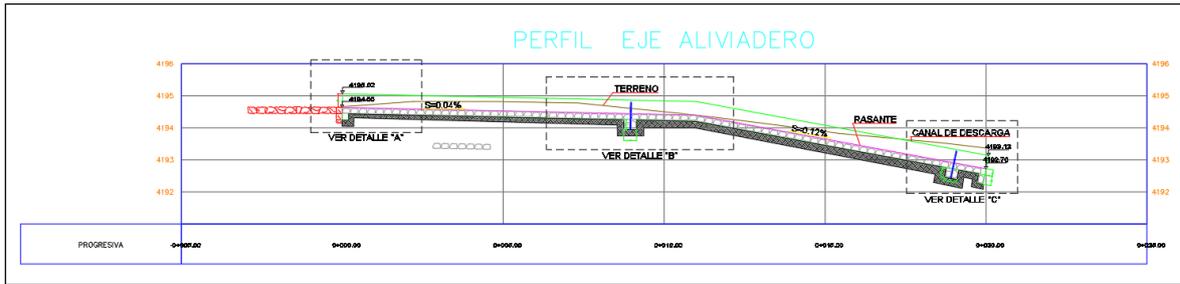
“Se establecen aliviaderos en las presas de embalse para dar salida al agua sobrante o procedente de avenidas, y en las de derivación para separar el caudal excedente del que se debe derivar” (Floyd E., 1970a).

- Se realizó el encofrado del aliviadero, siguiendo las instrucciones del plano de detalles el cual se corrigió previamente; se recolectó piedras para asentarlo sobre concreto; los detalles del encofrado, las juntas y vista de perfil se pueden observar en las figuras 45, 46 y 47.



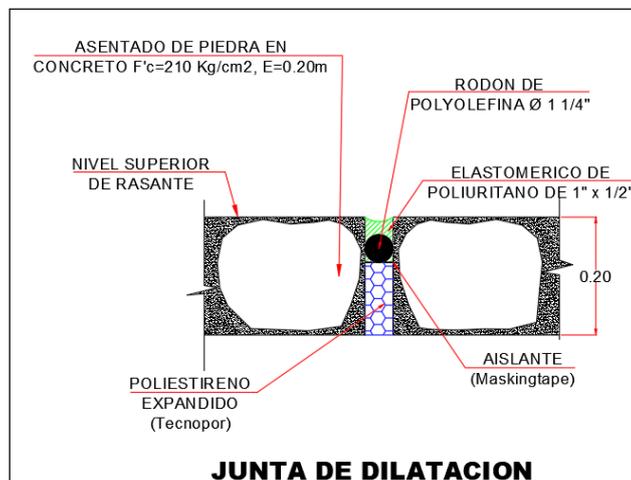
**Figura 45: Corrección en los detalles del aliviadero Challwaqocha 2**

En la primera fila se observa los detalles del aliviadero con errores de diseño, mientras que en la fila inferior se observa los detalles A, B y C corregidos; el asentado de piedra en concreto es de un  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y un espesor de  $0,20 \text{ m}$ . Detalles elaborados con visto bueno del residente de obra para la construcción del aliviadero.



**Figura 46: Vista de perfil del aliviadero Challwaqocha 2**

En la figura se observa el perfil del aliviadero, donde de la progresiva 0+000 hasta las progresiva 0+011 la pendiente del aliviadero es de  $S = 0,05 \%$ , mientras que de la progresiva 0+011 hasta la progresiva 0+020 la pendiente es de  $S = 0,12 \%$ . Tomada del Expediente Técnico Aprobado “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac” (2020).



**Figura 47: Detalle de la junta de dilatación**

La junta de dilatación en un aliviadero sirve para evitar las fisuras en la estructura, ya que son propensos a cambios de contracciones y expansiones debidas a las alteraciones en la humedad, temperatura, entre otros factores. Debido a que en el plano no se indicó cada cuanto distancia se debe implementar una junta de dilatación, el residente decidió que se ubique una junta cada 4 m de distancia. En la figura se observa los componentes de la junta que son tecnopor, rodón y un recubrimiento de elastomérico de poliuritano que es el sellador para las juntas. Tomada del Expediente Técnico Aprobado “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac” (2020).

- Se realizó el vaciado del aliviadero siguiendo las especificaciones técnicas. (ver figura 48)



**Figura 48: Vista de la salida del aliviadero Challwaqocha 2**

El aliviadero tiene un ancho de 2,5 m, una longitud de 20 m, con juntas de dilatación cada 4 m, con muros de 0,62 m de alto por 0,20 m de ancho, en la salida del aliviadero se implementó una cama de piedras para evitar la erosión del terreno colindante. El cemento utilizado fue Portland tipo I y en promedio se utilizó un aproximado de 40 bolsas de cemento para su construcción. Fotografía tomada para el reporte semanal de avance de obra del proyecto “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac”.

### **Estructura de descarga**

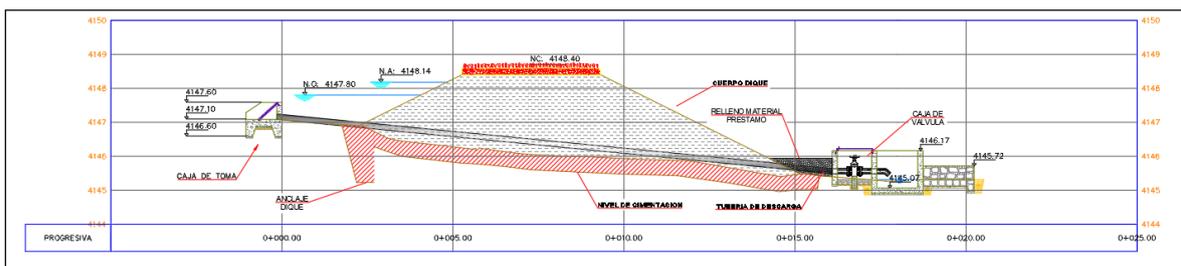
- Sobre su predimensionamiento, solo se encontró lo indicado en la Etapa 1, faltando los diseños de acero de la estructura de descarga, lo cual se comunicó al residente, quien decidió respetar lo indicado en los planos finales. En este punto solo se describe lo encontrado en los planos; se supervisó el encofrado y vaciado de la estructura de descarga; previamente se aseguró la instalación de la válvula en la tubería la cual debe estar instalada antes del vaciado. (ver anexos del 6 al 10)
- Las estructuras serán de concreto armado  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , de cemento Portland Tipo I; tendrá un recubrimiento mínimo de contacto con agua de 7,5 cm y de contacto con terreno de 4 cm; el acero de refuerzo fue de grado 60 con un  $F'y = 4\ 200 \text{ kg/cm}^2$  y con un traslape 36 veces el diámetro de refuerzo, siendo el traslape mínimo de 0,30 m. La estructura de protección será de piedra de 6" de diámetro y un mortero de 1:10; el solado se realizó antes de la construcción y fue de concreto pobre de  $F'c = 100 \text{ kg/cm}^2$  con un espesor de 5 cm.



**Figura 49: Trabajos iniciales en las estructuras de toma y descarga**

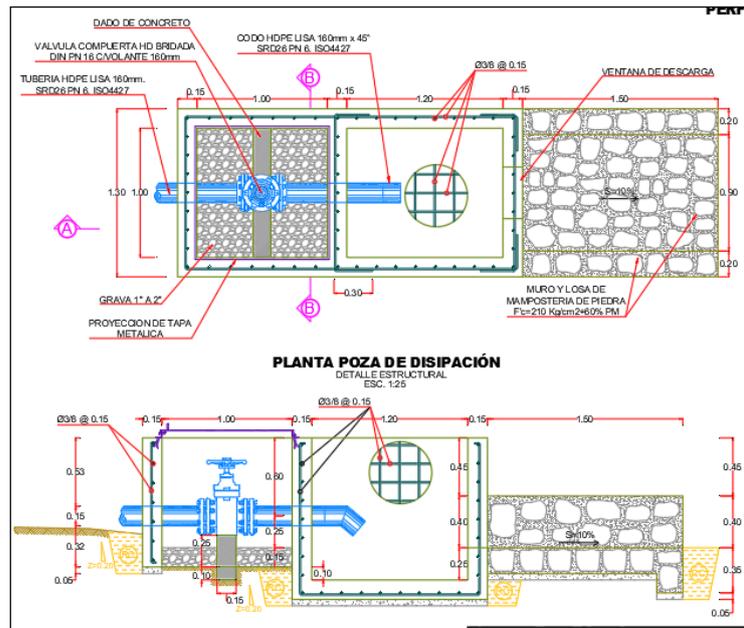
Avance de la estructura de acero para la estructura de descarga; dichos trabajos se realizaron en un lugar plano para una mayor comodidad al realizar la actividad, luego se trasladó la estructura hacia el lugar de la descarga para continuar con el encofrado y posterior vaciado. Fotografía tomada para el reporte semanal de avance de obra del proyecto “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac”.

- Se precisa que la caja de válvulas debe contener grava; asimismo, se aseguró que la tubería sea cubierta por material del terreno natural; los detalles se muestran en las siguientes figuras.



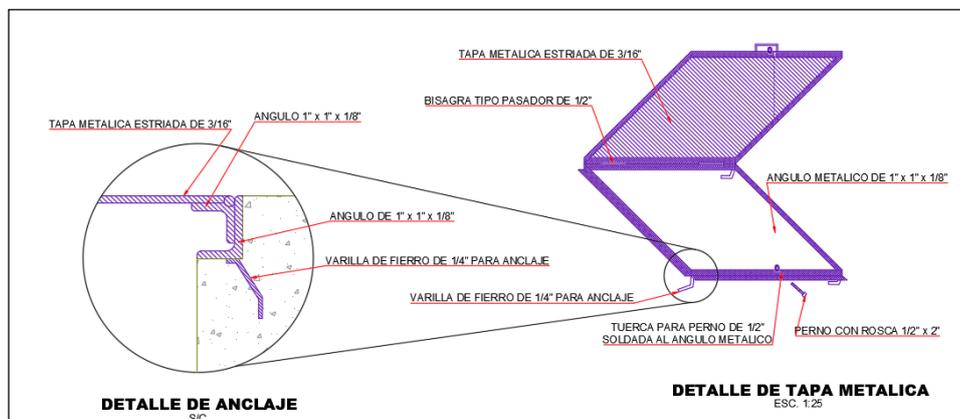
**Figura 50: Vista de perfil de la descarga Challwaqocha 2**

La distancia del punto de toma hacia el punto de descarga es de aproximadamente 20 m con un desnivel aproximado de 1,6 m. Tomada del Expediente Técnico Aprobado “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac” (2020).



**Figura 51: Detalle estructural de la poza de disipación Challwaqocha 2**

La caja de válvulas tiene un ancho de 1 m, donde la válvula reposará sobre un dado de concreto de 0,15 m de ancho, cuya base será rellena con una capa de grava de 1" a 2"; la tubería de descarga será de HDPE lisa de 160 mm SRD26 PN 6. ISO4427. La estructura de acero será de diámetros 3/8 @ 0,15; la salida fue de muro y losa de mampostería de piedra  $D_c = 210 \text{ kg/cm}^2 + 60\% \text{ PM}$ . Tomada del Expediente Técnico Aprobado “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac” (2020).



**Figura 52: Detalle de la tapa metálica**

La tapa metálica fue colocada al final, cuyos detalles se muestran en la presente figura. Tomada del Expediente Técnico Aprobado “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac” (2020).



**Figura 53: Vista de la válvula instalada en la estructura de descarga**

Vista de la caja de válvulas luego del vaciado y desencofrado. Fotografía tomada para el reporte semanal de avance de obra del proyecto “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac”



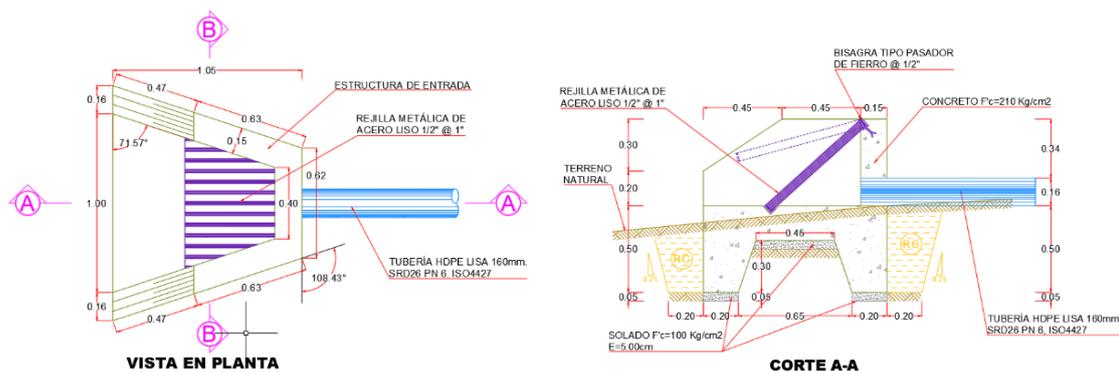
**Figura 54: Vista de la estructura de descarga**

Vista panorámica de la estructura de descarga, donde se puede apreciar que al lado lateral se realizó un enrocado de protección para fijar la estructura y evitar el humedecimiento en los costados. Fotografía tomada para el reporte semanal de avance de obra del proyecto “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac”

## Estructura de toma

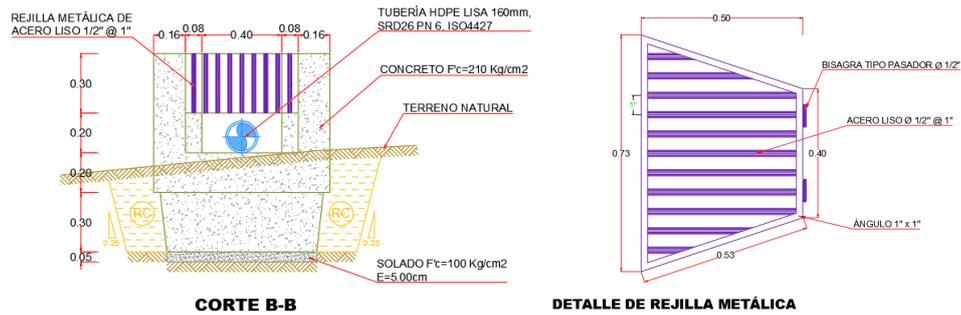
Al igual que en el caso de la estructura de descarga, no se halló el desarrollo del predimensionamiento de la estructura de acero para la toma, solo lo indicado en la etapa 1, ello fue comunicado al residente quien decidió aceptar lo indicado en los planos finales. Se supervisó el encofrado y vaciado de la estructura de toma. (ver anexo 11)

- Las estructuras serán de concreto armado  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , de cemento Portland Tipo I; tendrá un recubrimiento mínimo de contacto con agua de 7,5 cm y de contacto con terreno de 4 cm; el acero de refuerzo fue de grado 60 con un  $F'y = 4\ 200 \text{ kg/cm}^2$  y con un traslape 36 veces el diámetro de refuerzo, siendo el traslape mínimo de 0,30 m. La estructura de protección será de piedra de 6" de diámetro y un mortero de 1:10; el solado se realizó antes de la construcción y fue de concreto pobre de  $F'c = 100 \text{ kg/cm}^2$  con un espesor de 5 cm.



**Figura 55: Vista de detalles de la estructura de toma**

La estructura de toma tiene un ancho mayor de 1,32 m y un ancho menor de 0,62 m, cuya distancia entre bases es de 1,05 m, en la cual se instalará una rejilla metálica de acero liso de 1/2" @ 1 denominada estructura de entrada. En el corte A-A se observa que en la parte inferior se aplicó un solado de  $F'c = 100 \text{ kg/cm}^2$  con un espesor de 5 cm. Tomada del Expediente Técnico "Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac" (2020).



**Figura 56: Vista de detalle de la estructura de toma y de la rejilla metálica**

En el corte B-B se puede observar otra vista de la estructura de toma, mientras que en el detalle de la rejilla metálica se puede indicar que su ancho mayor es de 0,73 m y un ancho menor de 0,40 m, con bisagras tipo pasador de diámetro de  $\frac{1}{2}$ ", cuyas barras de la rejilla son de acero liso de diámetro  $\frac{1}{2}$ " @ 1". Tomada del Expediente Técnico "Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac" (2020).



**Figura 57: Estructura de toma de agua finalizado**

Se observa la estructura de toma terminado. Fotografía tomada para el reporte semanal de avance de obra del proyecto "Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac"

Culminado las actividades de la etapa 6, se logró el cumplimiento de los objetivos específicos "b" donde se construyó las estructuras de toma y descarga de agua, así como el objetivo "c" donde se construyó un aliviadero de 20 m de longitud.

#### 4.2.7. Etapa 7: Actividades de mitigación ambiental en el Plan de Cierre

En esta etapa se realizó la restauración de aquellas zonas que sufrieron algún impacto debido a la ejecución del proyecto, y para entender el alcance de la restauración citamos lo siguiente:

"Restauración. Proceso de ayuda a la recuperación de un área, ecosistema, o paisaje degradado, dañado o destruido, con el propósito de retomar su trayectoria ecológica,

mantener la resiliencia, conservar la diversidad biológica, restablecer la funcionalidad de los ecosistemas y paisajes” (Ministerio de Agricultura y Riego, 2018).

de las cuales podemos mencionar:

- Restauración de canteras: En esta actividad se desarrolló la limpieza del área impactada una vez culminado los trabajos, para ello necesitó de personal obrero y herramientas. Aquí se incluyó al desmontaje de las instalaciones provisionales, como el almacén y letrinas, donde se procedió al recojo de todo este material, incluyendo a los residuos que se encontraron en el área impactada.



**Figura 58: Actividades de desmontaje de instalaciones provisionales**

Inicio del desmontaje del almacén; luego se desmanteló la letrina y se reconfirmó las zonas impactadas. Se precisa que no hubo mayores impactos debido a que las actividades realizadas fueron poco invasivas. Fotografía tomada para el reporte semanal de avance de obra del proyecto “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac”

- Limpieza y restauración morfológica de áreas intervenidas: Esta actividad desarrolló la restitución de la calidad y morfología de los suelos impactados. Aquí intervino la retroexcavadora para la reconfirmación de las canteras, cuya finalidad fue la de nivelar y suavizar las pendientes para que esté acorde al terreno natural. Luego mediante trabajos manuales se realizó la revegetación con plantas de la zona (*Stipa ichu*) en el área de cantera, aliviadero y obras de arte.



**Figura 59: Restauración de cantera de material de préstamo**

En la imagen de la izquierda se observa el movimiento de tierra realizado por la retroexcavadora luego de culminada sus actividades. Luego se realizó la reconfiguración del nivelado del terreno, tal como se observa en la imagen de la izquierda, dejando una armonía entre el terreno natural y el cierre de canteras (vista de arriba hacia abajo).

### **Taller de capacitación y mantenimiento**

Finalmente se realizó un taller de capacitación para los usuarios beneficiados con la construcción del dique Challwaqocha 2. Esta actividad estuvo a cargo del residente de obra, supervisor de obra y el apoyo del asistente técnico, donde se abordó los siguientes temas:

- Concepto y funcionamiento de una estructura hidráulica.
- Funciones del comité de regantes
- Como operar la estructura de toma y descarga.
- Mantenimiento de la estructura de toma y descarga, así como del aliviadero.
- Temas y/o consultas de interés de los usuarios

Antes del inicio del taller, se desarrolló una charla sobre el Covid-19 y medidas sanitarias que se debe tener presente al momento de asistir a reuniones sociales como la presente charla; se entregó un tríptico informativo titulado *La operación y mantenimiento de la Qocha*; este material fue elaborado por la Unidad Ejecutora Fondo Sierra Azul. (ver anexo 21)

La obra se entregó el 17 de julio cumpliendo así con los plazos establecidos al inicio del proyecto; asimismo, culminada esta última etapa, se dio por cumplido el objetivo específico “f” donde se brindó asistencia técnica y de supervisión, en la ejecución de las partidas que conforman el expediente técnico aprobado y con ello se alcanzó el objetivo general de la presente monografía, donde se evaluó la construcción del dique de tierra para el proyecto de irrigación Suytuqocha, en la microcuenca Challwaqocha 2, región Apurímac.



**Figura 60: Taller de capacitación y mantenimiento**

Representantes de la localidad de Huancabamba recibiendo el material elaborado por la Unidad Ejecutora Fondo Sierra Azul, sobre operación y mantenimiento de las qochas; asimismo, se observa las charlas de capacitación realizadas por los especialistas. Fotografía tomada para el reporte mensual de avance de obra del proyecto “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac”

### **4.3. Resultados**

Se dio cumplimiento a la construcción del dique de tierra Challwaqocha 2, un (01) aliviadero y obras de arte de toma y descarga, siguiendo los lineamientos que establece el Expediente Técnico aprobado. Se espera que el volumen de embalse ascienda a un total de 4 751.42 m<sup>3</sup> para el segundo año de operación, debido a que se programó un funcionamiento del 50% de su capacidad para el primer año. Con ello se espera potenciar la agricultura local beneficiando a 438 familias involucradas en el presente proyecto.

Con respecto a la evaluación de la etapa constructiva del presente proyecto, se precisa que no se encontró planos de encofrado, cálculos de pendiente para el aliviadero, así como el diseño de acero para las estructuras de toma y descarga, las cuales representaron un obstáculo al momento de realizar la revisión. Por otro lado, se encontró errores en las acotaciones y en el plano de vista de detalles del aliviadero, las cuales fueron nuevamente elaboradas con visto bueno del residente de obra.

Durante el proceso constructivo no se presentaron mayores inconvenientes, tampoco hubo requerimientos adicionales para la ejecución del proyecto, cumpliendo con todas las partidas y dentro del presupuesto aprobado.

En temas de seguridad y salud, no se presentaron accidentes ni contagios de Covid-19, enfatizando la importancia de las charlas diarias para concientizar al personal de obra.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones

- La labor del asistente técnico en la evaluación de las distintas etapas de la construcción de obra sirvió para corregir errores en el predimensionamiento, planos, para identificar zonas de riesgo y zonas seguras, las cuales son cruciales no solo para asegurar el cumplimiento de las metas físicas de la obra, sino también, para reducir el riesgo de desastres.
- En zonas altoandinas, las actividades de siembra y cosecha de agua son necesarias para incrementar la oferta hídrica; en el caso de la microcuenca Challwaqocha 2 se almacenará un volumen de 4 751,42 m<sup>3</sup> de agua con fines agrícolas para el distrito de José María Arguedas, la cual tiene 1 309,5 has de riego que beneficiará a 438 familias.
- La construcción del aliviadero y obras de arte de toma y descarga, asegurarán el correcto funcionamiento del dique de tierra, tanto para controlar el volumen de descarga como para evitar el reboce de agua en épocas de máximas avenidas.
- Siempre es necesario realizar una revisión a los diseños y planos aprobados del Expediente Técnico, debido a que se pueden filtrar errores en su contenido.
- Implementar los correctos lineamientos de seguridad y salud en el trabajo, prevención de riesgos laborales, así como protocolos de bioseguridad contra el Covid-19, aseguran una baja tasa de accidentes y contagios. En el presente proyecto no se presentaron accidentes de gravedad ni contagios de Covid-19.
- Involucrarse en actividades de residencia y supervisión de obra brinda al asistente técnico nuevas herramientas para el desenvolvimiento en campo, adquiriendo nuevos conocimientos con respecto a la ejecución de obra, manejo de personal de obra, toma de decisiones, entre otras obligaciones que aportan al cumplimiento de todas las metas del proyecto.

## 5.2. Recomendaciones

- Evaluar los diseños y planos, previo al inicio de los trabajos de campo, debido a que pueden contener errores relevantes.
- Realizar mantenimientos periódicos a las obras de infraestructura hidráulica para asegurar un buen funcionamiento de las estructuras de toma y descarga.
- Fomentar una cultura de higiene y protocolos de bioseguridad debe ser un compromiso de todos, por ello, se recomienda educar al personal de obra con el fin de transmitan estos conocimientos a sus familias y así estén más prevenidos contra emergencias sanitarias como el Covid-19.
- Las asignaturas del programa de la Facultad de Ingeniería Agrícola de la Universidad Agraria La Molina deben complementarse con actividades que desarrollen el juicio crítico del estudiante y su desenvolvimiento en campo, como evaluación de proyectos aprobados y/o ejecutados.
- Los docentes de la Facultad de Ingeniería Agrícola son la primera fuente de conocimientos para el estudiante de pregrado, por ello, se debe fomentar capacitaciones constantes a toda la plana docente.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Asociación Japonesa de Salud y Seguridad Industrial KOMATSU. (1994). No Title. En *Conocimientos Generales de Maquinaria de Construcción* (pp. 158-161).
- de Cusa, J. (1989). Lectura de Planos. En *Cómo interpretar un Plano* (1.ª ed., p. 43).
- Dominy, F. E. (1970). Presas de Tierra. En *Proyecto de Presas Pequeñas* (pp. 155-160).
- Floyd E., D. (1970a). Aliviaderos. En *Proyecto de Presas Pequeñas* (pp. 246-257).
- Floyd E., D. (1970b). E. Detalles de los terraplenes. En *Proyecto de Presas Pequeñas* (pp. 207-209).
- Floyd E., D. (1970c). Elección del tipo de presa. En *Proyecto de Presas Pequeñas* (1.ª ed., pp. 60-65).
- Geosistemas Pavco de Mexichem. (2009). Introducción a los Geosintéticos. En *Manual de Diseño con Geosintéticos* (8.ª ed., pp. 20-22).
- Jimenez Cleves, G. (2007). Aplicaciones en Construcción. En *Topografía para Ingenieros Civiles* (pp. 147-157).
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2018). Lineamientos para la restauración de Ecosistemas Forestales y otros Ecosistemas de Vegetación Silvestre. *R.D.E. N° 083-2018-MINAGRI-SERFOR-DE*, 1-48.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2015). *Documento Técnico - Soluciones Básicas en Carreteras no Pavimentadas*. <https://portal.mtc.gob.pe/>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). MTC E 117 - Ensayo para determinar la densidad y peso unitario del suelo insitu mediante el método del cono de arena. En *Manual de Ensayo de Materiales* (pp. 133-142).
- Ministerio de Vivienda, C. y S. (2006). Norma OS.010 Captación y conducción de agua para consumo humano. En *Reglamento Nacional de Edificaciones* (p. 4). [https://www3.vivienda.gob.pe/Direcciones/Documentos/RNE\\_Actualizado\\_Solo\\_Saneamiento.pdf](https://www3.vivienda.gob.pe/Direcciones/Documentos/RNE_Actualizado_Solo_Saneamiento.pdf)
- Organismo Supervisor de las Contrataciones del Estado. (2019). El expediente Técnico de obra. En *Contratación de Obras Públicas* (pp. 4-14). <https://portal.osce.gob.pe/>
- Organization Agriculture And Food and Agriculture of the United Nations. (2010). Detailed Design. En *Manual on small earth dams* (pp. 53-54).
- Sotelo Ávila, G. (1994). Orificios y compuertas. En *Hidráulica General* (10.ª ed., pp. 220-222).

## **VII. ANEXOS**

A continuación, se muestran los anexos correspondientes al proyecto “Construcción de dique de tierra para el Proyecto de Irrigación Suytuqocha, en la microcuenca Challwaqocha 2, región Apurímac”.

## Anexo 1: Presupuesto Challwaqocha 2

<b>Presupuesto</b>					
Presupuesto	<b>0102099</b>	<b>"CONSTRUCCION DE CAPTACION SUPERFICIAL DE AGUA; EN EL (LA) CANAL DE IRRIGACION DE SUYTUCOCHA DEL DISTRITO DE JOSE MARIA ARGUEDAS, PROVINCIA ANDAHUAYLAS, DEPARTAMENTO DE APURIMAC"</b>			
Subpresupuesto	<b>007</b>	<b>CHALWAQOCHA 2</b>			
Cliente	<b>UNIDAD EJECUTORA FONDO SIERRA AZUL</b>			Costo al	<b>16/07/2020</b>
Lugar	<b>APURIMAC - ANDAHUAYLAS - ANDAHUAYLAS</b>				
<b>Item</b>	<b>Descripción</b>	<b>Und.</b>	<b>Metrado</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
01	<b>CHALWAQOCHA 2</b>				<b>68,245.77</b>
01.01	<b>OBRAS PROVISIONALES Y PRELIMINARES</b>				<b>12,750.46</b>
01.01.01	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>				<b>8,203.25</b>
01.01.01.01	INSTALACION DE ALMACEN DE OBRA (9.30M x 3.20M)	und	1.00	3,478.54	3,478.54
01.01.01.02	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS	glb	1.00	4,000.00	4,000.00
01.01.01.03	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA ACTIVIDAD 2.40M x 3.60M	und	1.00	724.71	724.71
01.01.02	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>4,547.21</b>
01.01.02.01	LIMPIEZA Y DESBROCE DE TERRENO NATURAL C/MAQUINARIA	m2	882.50	1.44	1,270.80
01.01.02.02	TRAZO Y REPLANTEO	glb	1.00	936.27	936.27
01.01.02.03	FLETE TERRESTRE	glb	1,850.00	1.00	1,850.00
01.01.02.04	FLETE RURAL	glb	490.14	1.00	490.14
01.02	<b>CONFORMACION DE DIQUE</b>				<b>30,693.67</b>
01.02.01	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>21,120.53</b>
01.02.01.01	CONTROL PLANALTIMETRICO	glb	1.00	762.60	762.60
01.02.01.02	EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO C/MAQUINARIA	m3	165.60	5.80	960.48
01.02.01.03	EXCAVACION DE MATERIAL COMPACTADO MANUAL	m3	7.25	49.00	356.25
01.02.01.04	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO C/MAQUINARIA	m3	70.55	34.25	2,416.34
01.02.01.05	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PRESTAMO C/MAQUINARIA	m3	286.98	33.56	9,631.05
01.02.01.06	RELLENO CON MATERIAL PRESTAMO (GRAVA) P/DRENES.	m3	3.60	125.16	450.58
01.02.01.07	PERFILADO, REFINE Y COMPACTADO DE TALUD EN DIQUE C/MAQUINARIA	m2	151.16	3.55	536.62
01.02.01.08	CONFORMACION DE ESPALDON CON PIEDRA	m3	52.15	50.49	2,633.05
01.02.01.09	PROTECCION DE CORONA (CHAMPA U OTRO MATERIAL)	m2	79.80	16.88	1,347.02
01.02.01.10	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D < 500 M	m3	171.10	11.85	2,027.54
01.02.02	<b>MISCELANEO</b>				<b>9,573.14</b>
01.02.02.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOTEXTIL NO TEJIDO DE 300gr	m2	497.02	6.78	3,369.80
01.02.02.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOMEMBRANA DE HDPE e=1mm	m2	232.61	17.83	4,147.44
01.02.02.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA HDPE 160MM, SDR26 PN6, ISO 4427	m	22.00	93.45	2,055.90
01.03	<b>TOMA Y DESCARGA</b>				<b>8,600.70</b>
01.03.01	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>1,171.49</b>
01.03.01.01	EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO MANUAL	m3	6.61	84.00	555.24
01.03.01.02	PERFILADO, REFINE Y COMPACTADO DE RASANTE C/EQUIPO	m2	24.72	19.51	482.29
01.03.01.03	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO C/EQUIPO	m3	3.48	33.10	115.19
01.03.01.04	RELLENO CON MATERIAL PRESTAMO (GRAVA) P/DRENES.	m3	0.15	125.16	18.77
01.03.02	<b>CONCRETO</b>				<b>4,610.33</b>
01.03.02.01	ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2 GRADO 60	kg	102.98	6.24	642.60
01.03.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA	m2	25.39	101.01	2,564.64
01.03.02.03	CONCRETO F'c=100 KG/CM2 PARA SOLADO e=2"	m2	2.75	20.49	56.35
01.03.02.04	CONCRETO F'c=210 KG/CM2	m3	2.14	536.86	1,148.88
01.03.02.05	MAMPONERIA DE PIEDRA (f'c=210 kg/cm2+60%PM)	m3	0.81	244.27	197.86
01.03.03	<b>MISCELANEO</b>				<b>2,818.88</b>
01.03.03.01	JUNTA DE DILATACION CON SELLO ELASTOMERICO POLIURETANO e=1"	m	2.10	26.28	55.19
01.03.03.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS PARA TOMA	glb	1.00	469.50	469.50
01.03.03.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS PARA CÁMARA DE DESCARGA	glb	1.00	2,294.19	2,294.19
01.04	<b>ALIVIADERO DE DEMASIAS</b>				<b>5,268.74</b>
01.04.01	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>1,535.94</b>
01.04.01.01	EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO C/MAQUINARIA	m3	13.71	5.80	79.52
01.04.01.02	PERFILADO, REFINE Y COMPACTADO DE RASANTE C/EQUIPO	m2	63.90	19.51	1,246.69
01.04.01.03	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO C/EQUIPO	m3	0.78	33.10	25.82
01.04.01.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D < 500 M	m3	15.52	11.85	183.91
01.04.02	<b>CONCRETO</b>				<b>3,437.94</b>
01.04.02.01	ASENTADO DE PIEDRA EN CONCRETO F'c=210 KG/CM2 (E=0.20M)	m2	61.23	37.74	2,310.82

Fecha : 31/07/2020 13:03:24

**Fuente:** Expediente Técnico Aprobado “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac” (2020).

### Presupuesto

Presupuesto 0102099 "CONSTRUCCION DE CAPTACION SUPERFICIAL DE AGUA; EN EL (LA) CANAL DE IRRIGACION DE SUYTUCOCHA DEL DISTRITO DE JOSE MARIA ARGUEDAS, PROVINCIA ANDAHUAYLAS, DEPARTAMENTO DE APURIMAC"  
 Subpresupuesto 007 CHALWAQOCHA 2  
 Cliente UNIDAD EJECUTORA FONDO SIERRA AZUL Costo al 16/07/2020  
 Lugar APURIMAC - ANDAHUAYLAS - ANDAHUAYLAS

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01.04.02.02	EMBOQUILLADO CON MEZCLA C:A 1:4	m2	50.84	22.17	1,127.12
01.04.03	<b>MISCELANEO</b>				<b>294.86</b>
01.04.03.01	JUNTA DE DILATACION CON SELLO ELASTOMERICO POLIURETANO e=1"	m	11.22	26.28	294.86
01.05	<b>MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL</b>				<b>4,817.20</b>
01.05.01	<b>PROGRAMA DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN AMBIENTAL</b>				<b>1,063.60</b>
01.05.01.01	IMPLEMENTACIÓN DE SEÑALIZACIÓN AMBIENTAL PARA OBRA	und	4.00	84.60	338.40
01.05.01.02	RIEGO PARA MITIGACIÓN DE POLVOS EN ÁREAS DE TRABAJO	día	20.00	36.26	725.20
01.05.02	<b>PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS Y EFLUENTES</b>				<b>1,080.65</b>
01.05.02.01	HABILITACIÓN Y SELLADO DE LETRINAS	und	1.00	655.53	655.53
01.05.02.02	EQUIPAMIENTO DE PUNTO DE ACOPIO PRIMARIO DE RRSS	und	1.00	354.19	354.19
01.05.02.03	RECOLECCIÓN, TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN FINAL DE RRSS	glb	1.00	70.93	70.93
01.05.03	<b>PROGRAMA DE MEDIDAS DE CONTINGENCIA</b>				<b>339.00</b>
01.05.03.01	EQUIPAMIENTO PARA MEDIDAS ANTE CONTINGENCIAS	glb	1.00	339.00	339.00
01.05.04	<b>PLAN DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA Y RELACIONES COMUNITARIAS</b>				<b>142.30</b>
01.05.04.01	IMPLEMENTACIÓN DE BUZON DE SUGERENCIAS	und	1.00	142.30	142.30
01.05.05	<b>PLAN DE CIERRE DE OBRA</b>				<b>2,191.65</b>
01.05.05.01	RESTAURACIÓN DE ÁREAS DE CANTERA	m2	608.00	1.96	1,191.68
01.05.05.02	LIMPIEZA Y RESTAURACIÓN MORFOLÓGICA DE ÁREAS INTERVENIDAS	m2	413.21	2.42	999.97
01.06	<b>EQUIPOS DE SEGURIDAD Y SALUD</b>				<b>5,615.00</b>
01.06.01	EQUIPAMIENTO DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	glb	1.00	2,912.00	2,912.00
01.06.02	EQUIPO DE PROTECCIÓN COLECTIVA Y SEÑALIZACIÓN TEMPORAL DE SEGURIDAD	glb	1.00	265.00	265.00
01.06.03	EQUIPO PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD Y SALUD	glb	1.00	1,690.00	1,690.00
01.06.04	EQUIPO DE DESINFECCIÓN Y PREVENCIÓN DE COVID 19	glb	1.00	628.00	628.00
01.07	<b>TALLER DE CAPACITACION</b>				<b>600.00</b>
01.07.01	TALLER DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	día	1.00	600.00	600.00
	<b>Costo Directo</b>				<b>68,245.77</b>

**SON : SESENTIOCHO MIL DOSCIENTOS CUARENTICINCO Y 77/100 SOLES**

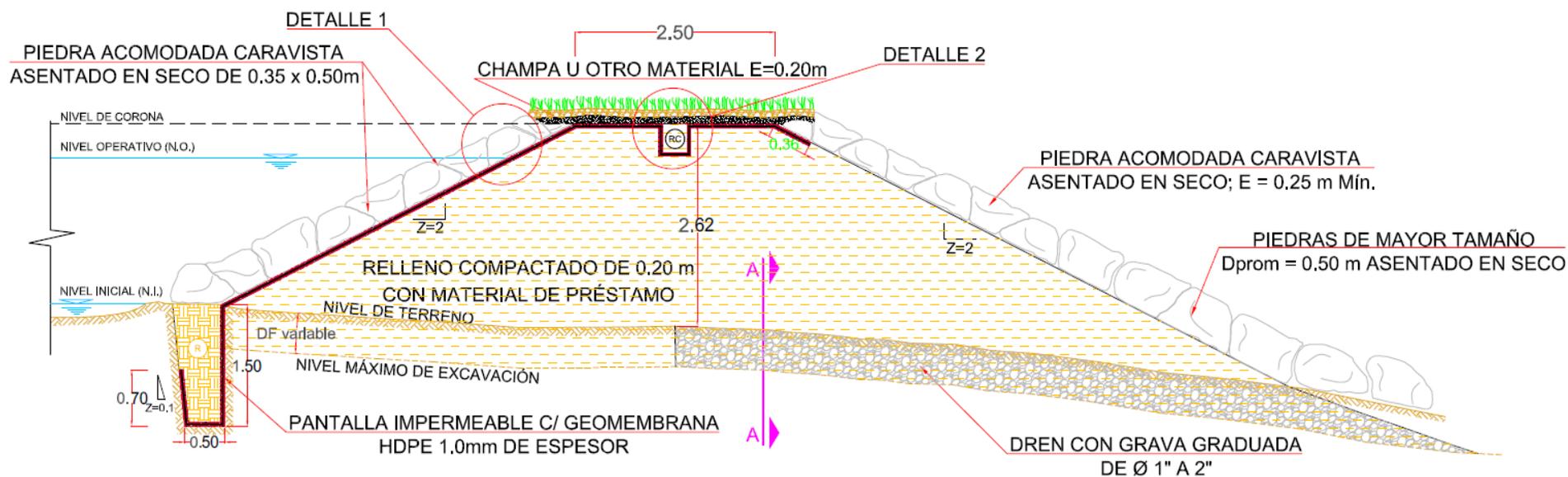
Fecha : 31/07/2020 13:03:24

**Fuente:** Expediente Técnico Aprobado "Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac" (2020).

Anexo 2: Sección típica del dique de tierra Challwaqocha 2

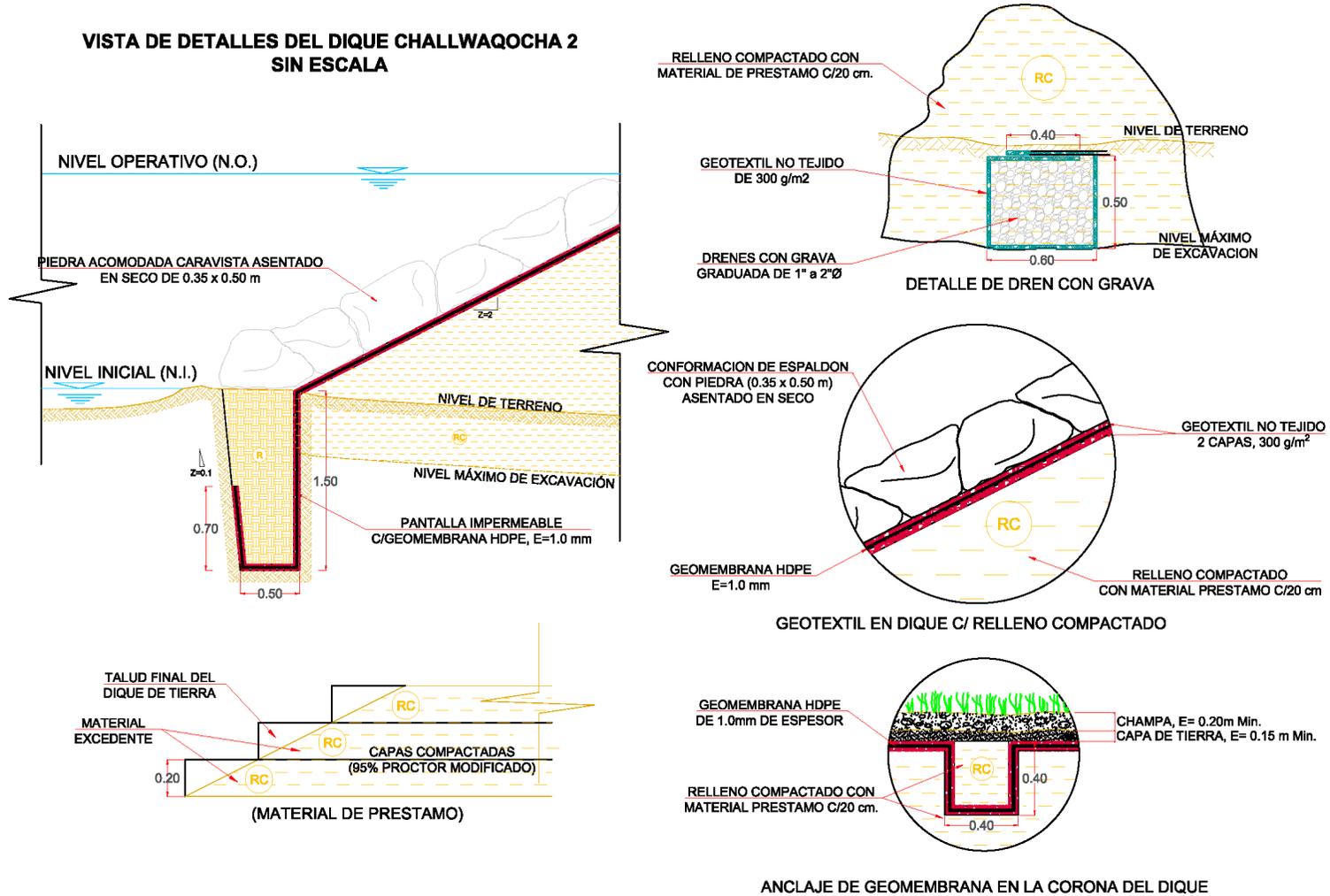
## SECCION TIPICA DE DIQUE DE TIERRA CHALLWAQOCHA 2

UNIDADES: METROS



**Fuente:** Plano final de la sección típica del dique de tierra tomado del proyecto “Construcción de captación de agua superficial; en el (1a) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac” (2020).

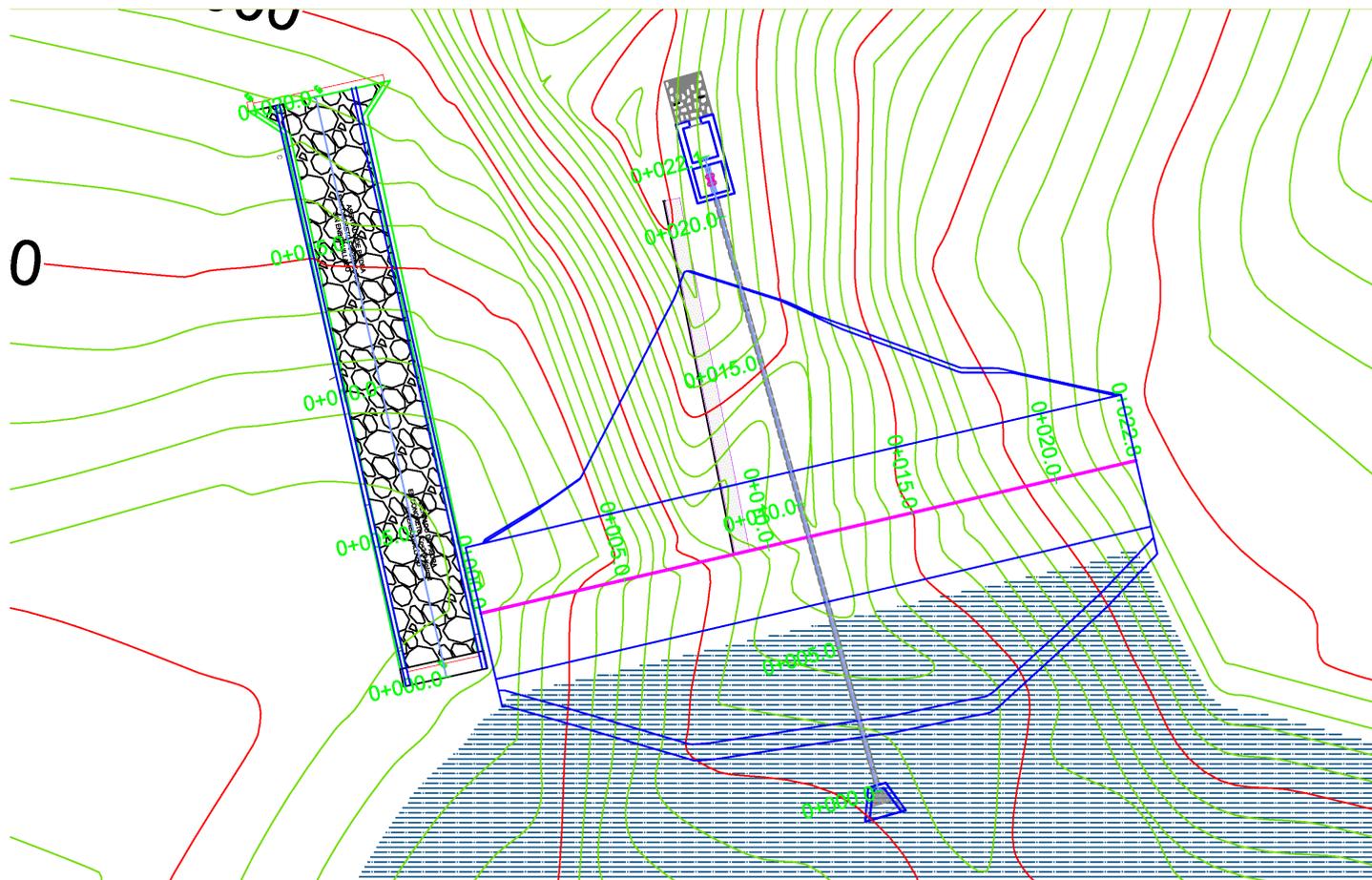
### Anexo 3: Vista de detalles del dique de tierra Challwaqocha 2



**Fuente:** Plano final de la sección típica del dique de tierra tomado del proyecto “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac” (2020).

## Anexo 4: Vista de en planta del proyecto Challwaqocha 2

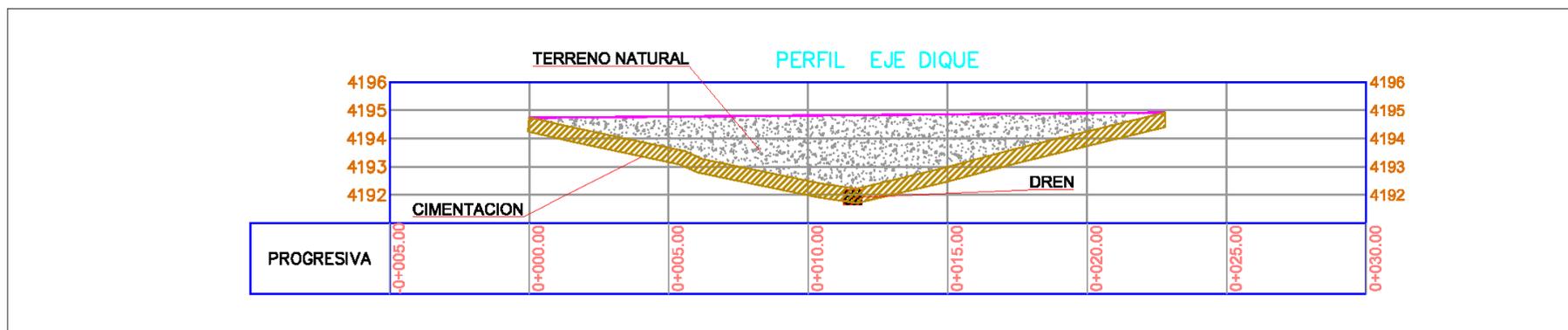
VISTA EN PLANTA DEL DIQUE CHALLWAQOCHA 2 Y OBRAS DE ARTE  
sin escala



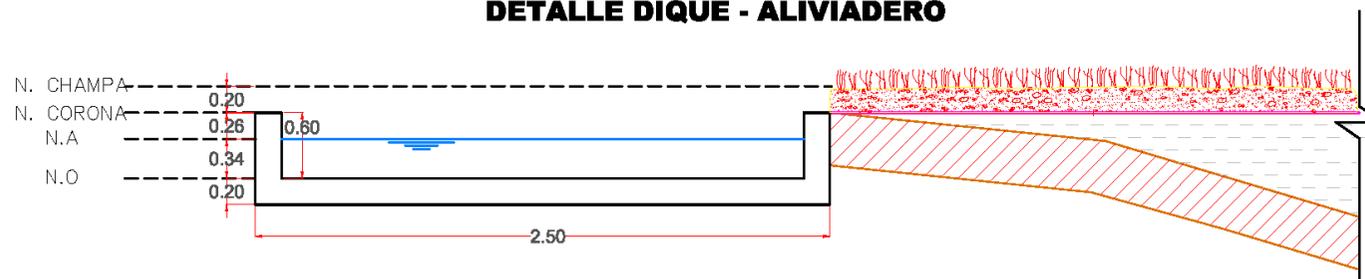
**Fuente:** Plano topográfico Challwaqocha 2, tomado del proyecto “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac” (2020).

**Anexo 5: Vista del perfil del dique Challwaqocha 2 y aliviadero**

**PERFIL DIQUE CHALLWAQOCHA 2**



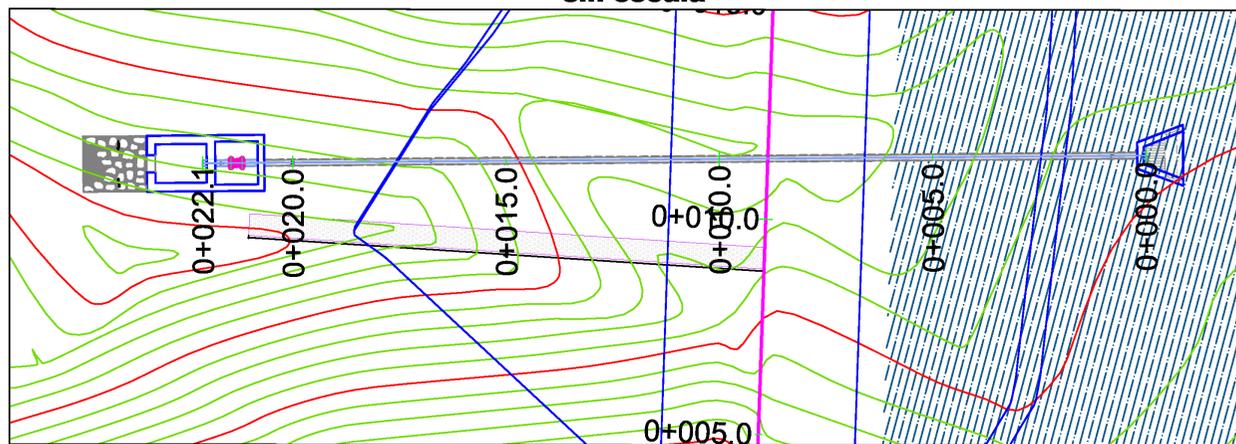
**DETALLE DIQUE - ALIVIADERO**



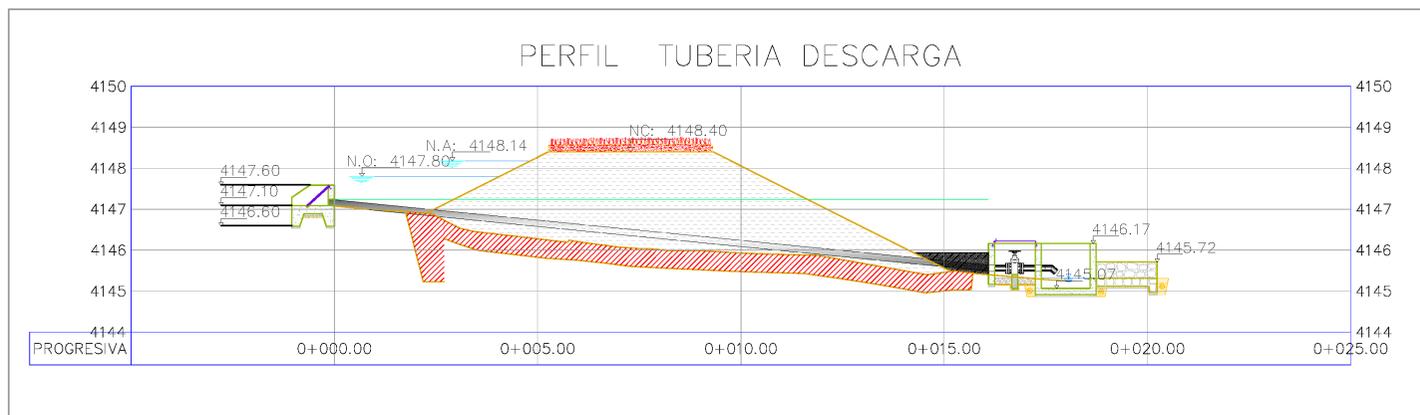
**Fuente:** Plano de perfil Challwaqocha 2, tomado del proyecto “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac” (2020).

Anexo 6: Vista de planta y perfil de la tubería de descarga – Challwaqocha 2

**PLANTA DESCARGA CHALLWAQOCHA 2**  
sin escala

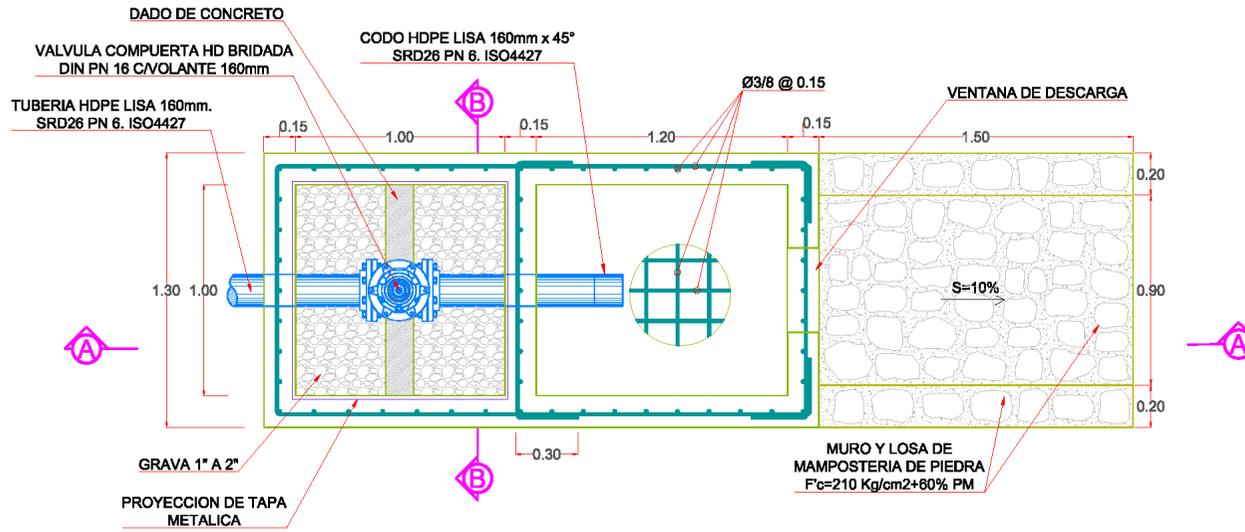


**VISTA DE PERFIL DESCARGA CHALLWAQOCHA 2**  
sin escala

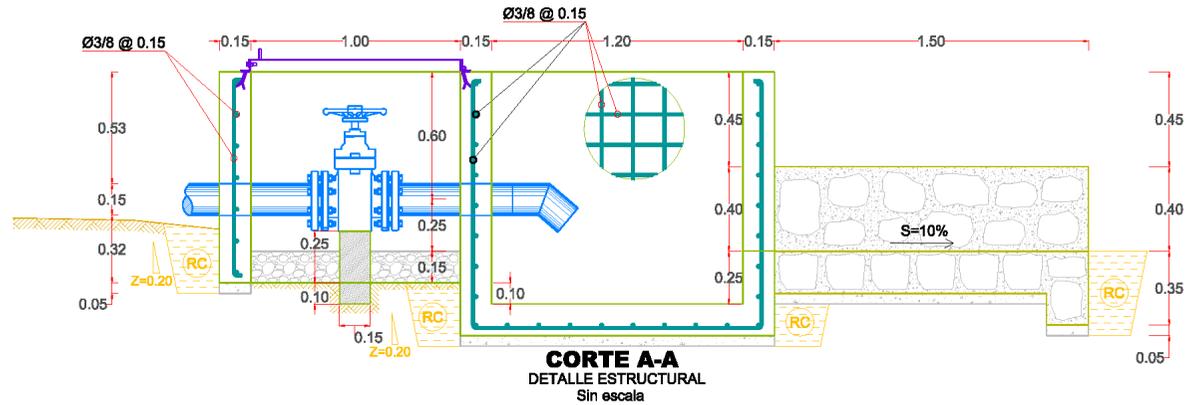


**Fuente:** Plano de descarga – planta – sección y detalle Challwaqocha 2, tomado del proyecto “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac” (2020).

**Anexo 7: Vista de detalle estructural de la poza de disipación – Challwaqocha 2**



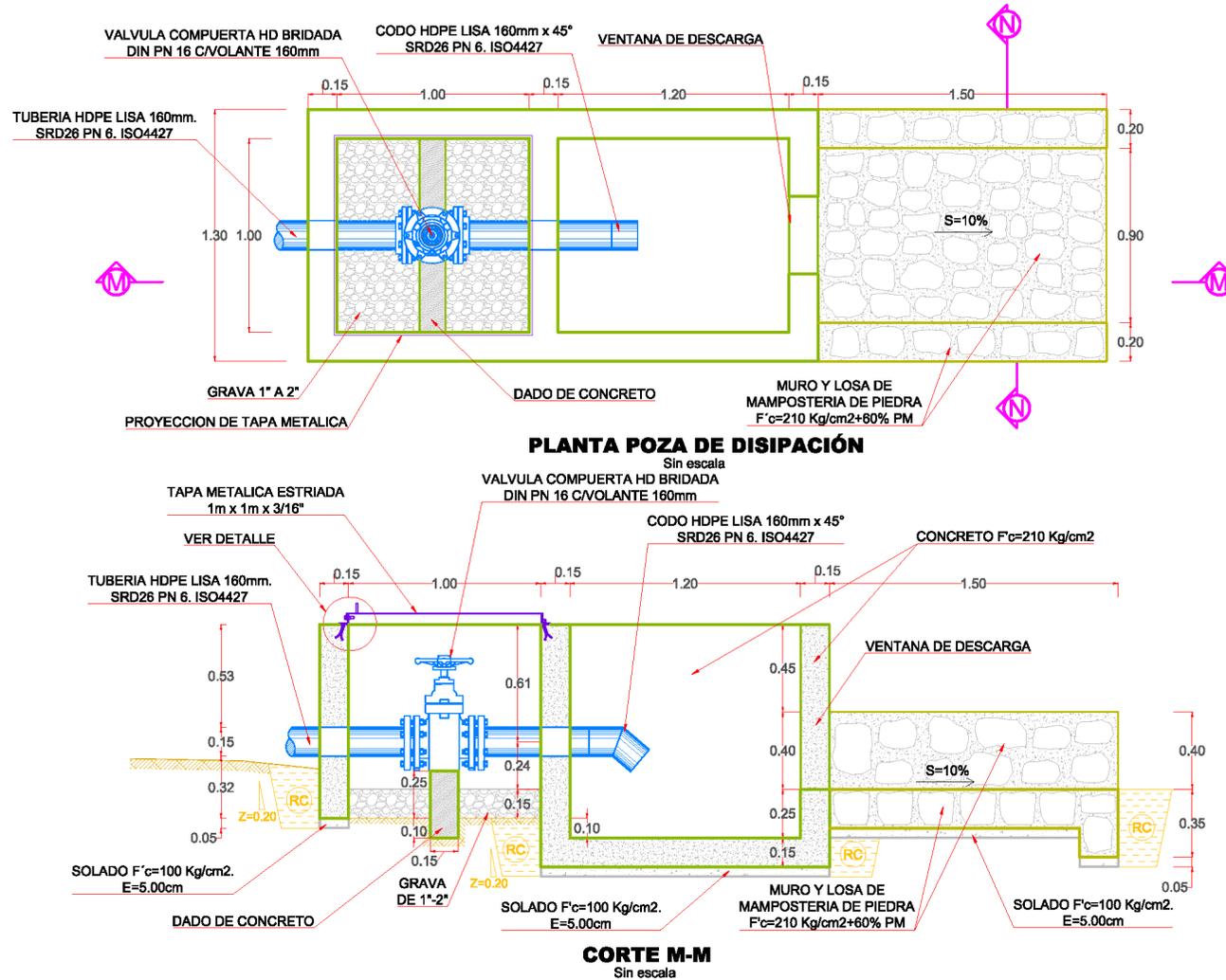
**PLANTA POZA DE DISIPACIÓN**  
DETALLE ESTRUCTURAL  
Sin escala



**CORTE A-A**  
DETALLE ESTRUCTURAL  
Sin escala

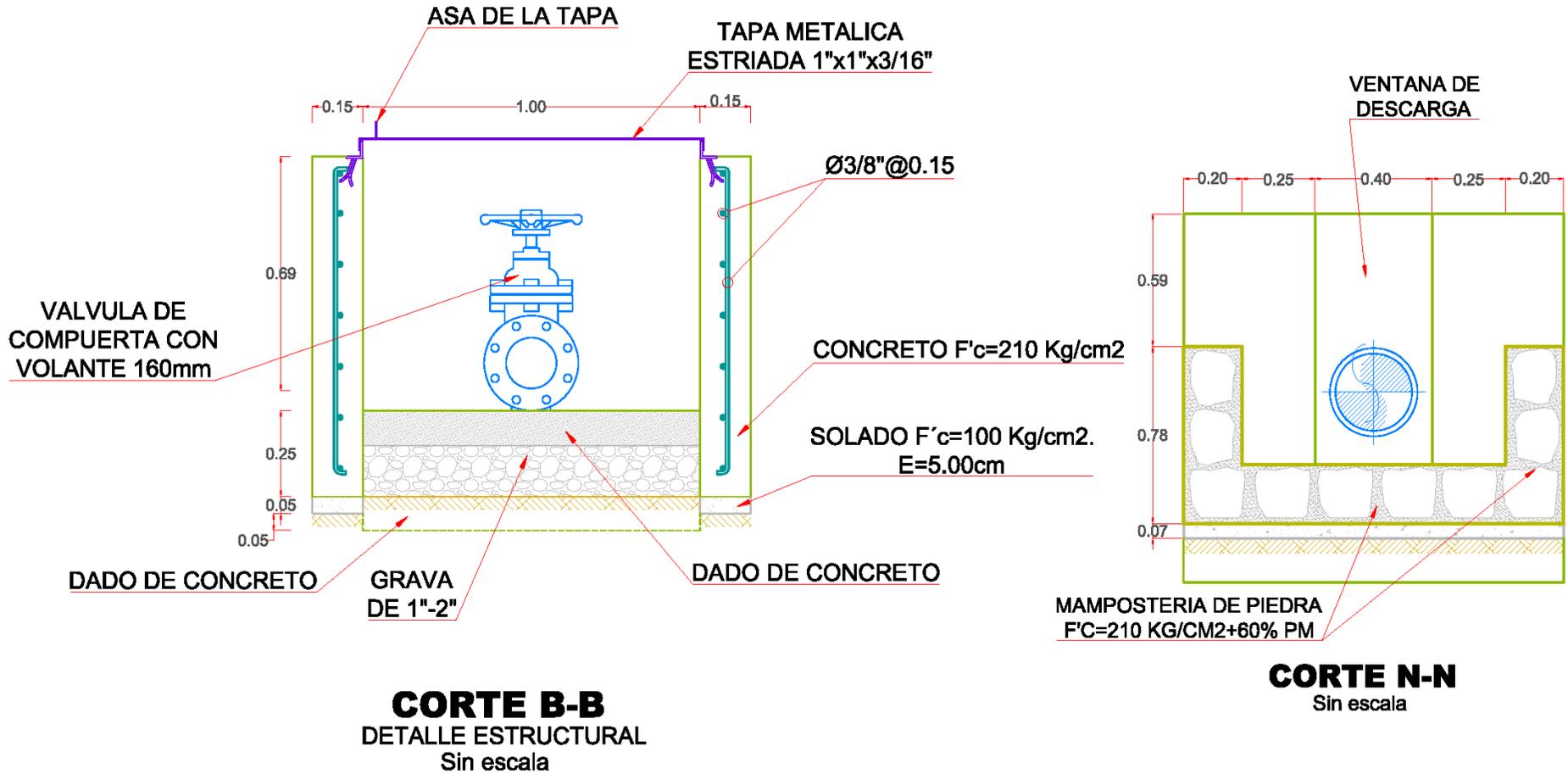
**Fuente:** Plano de descarga – planta – sección y detalle Challwaqocha 2, tomado del proyecto “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac” (2020).

**Anexo 8: Vista de detalles de la poza de disipación – Challwaqocha 2**



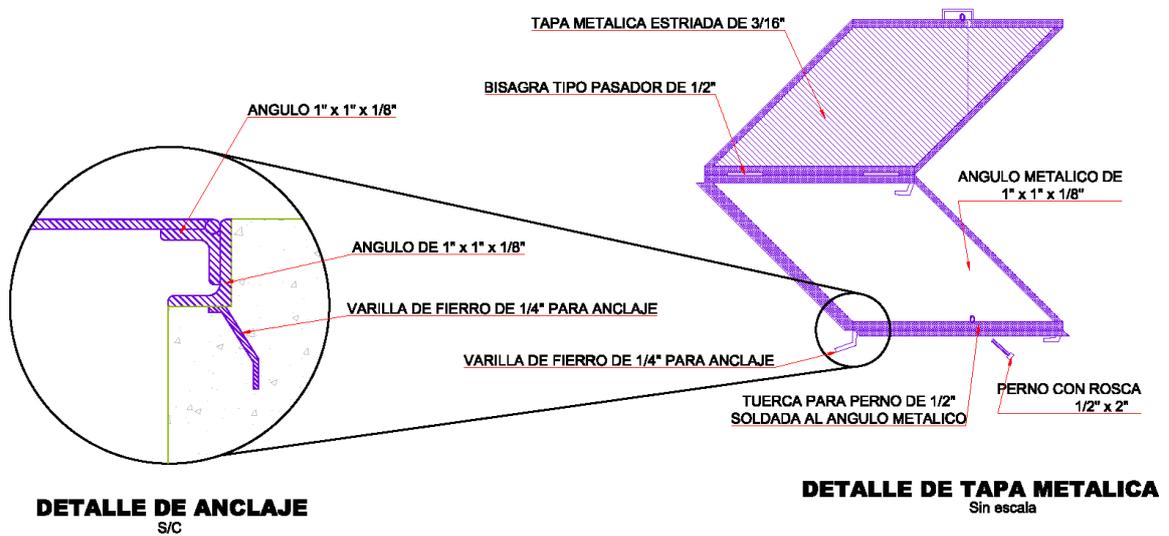
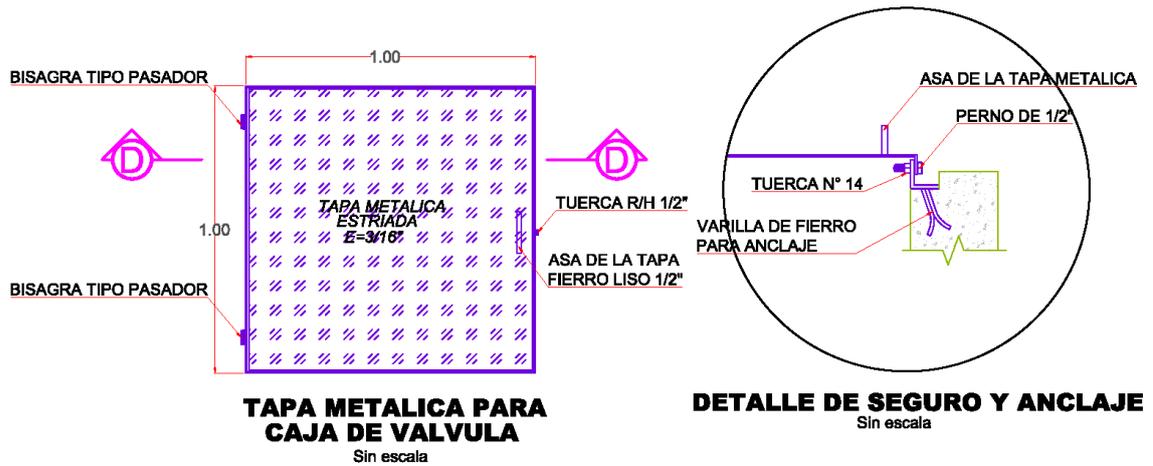
**Fuente:** Plano de descarga – planta – sección y detalle, Challwaqocha 2, tomado del proyecto “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac” (2020).

**Anexo 9: Vista de cortes B-B y N-N de la poza de disipación – Challwaqocha 2**



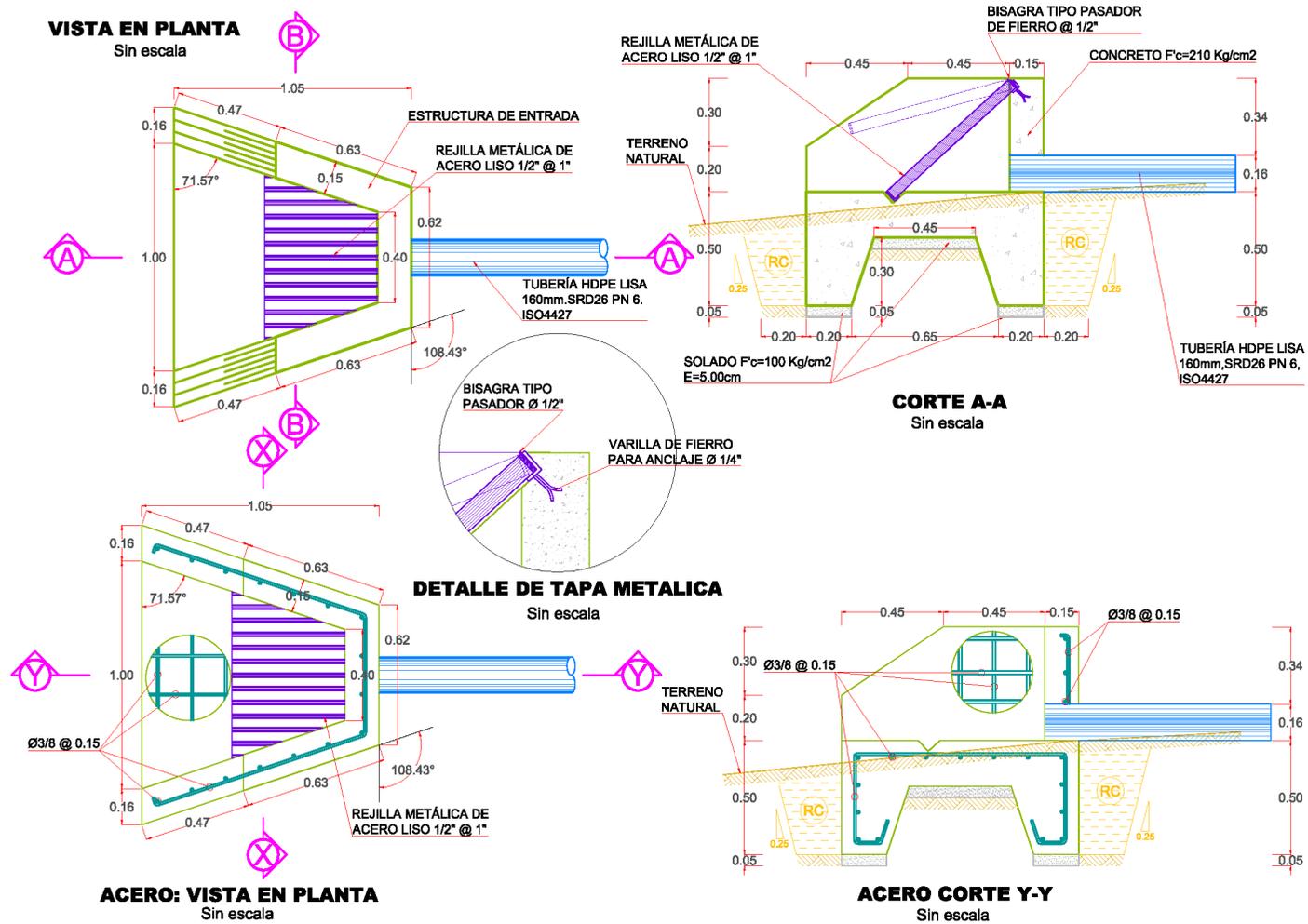
**Fuente:** Plano de descarga – planta – sección y detalle, Challwaqocha 2, tomado del proyecto “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac” (2020).

## Anexo 10: Detalle de la tapa metálica para la caja de válvula



*Fuente:* Plano de descarga – planta – sección y detalle, Challwaqocha 2, tomado del proyecto “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac” (2020).

**Anexo 11: Detalle de la toma – Challwaqocha 2**

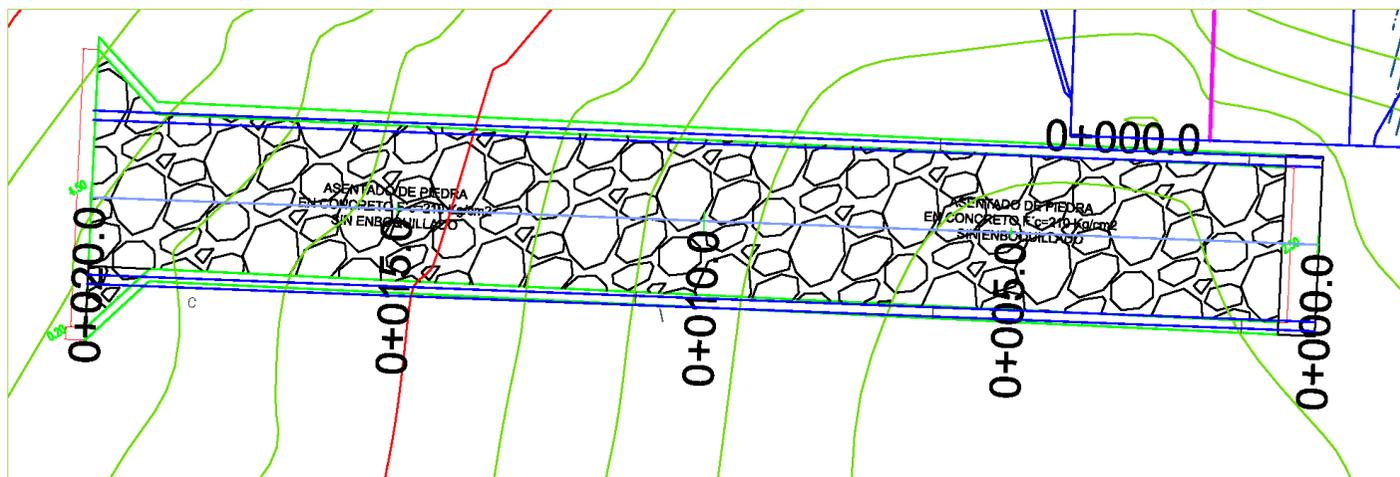


**Fuente:** Plano detalle de la estructura de toma, Challwaqocha 2, tomado del proyecto “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac” (2020).

## Anexo 12: Vista en planta y perfil del aliviadero – Challwaqocha 2

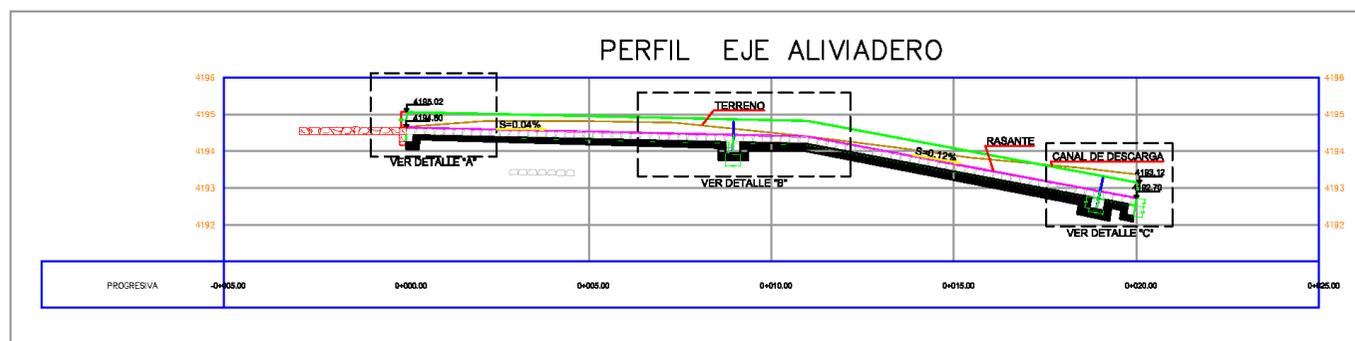
### VISTA EN PLANTA DEL ALIVIADERO

Sin escala



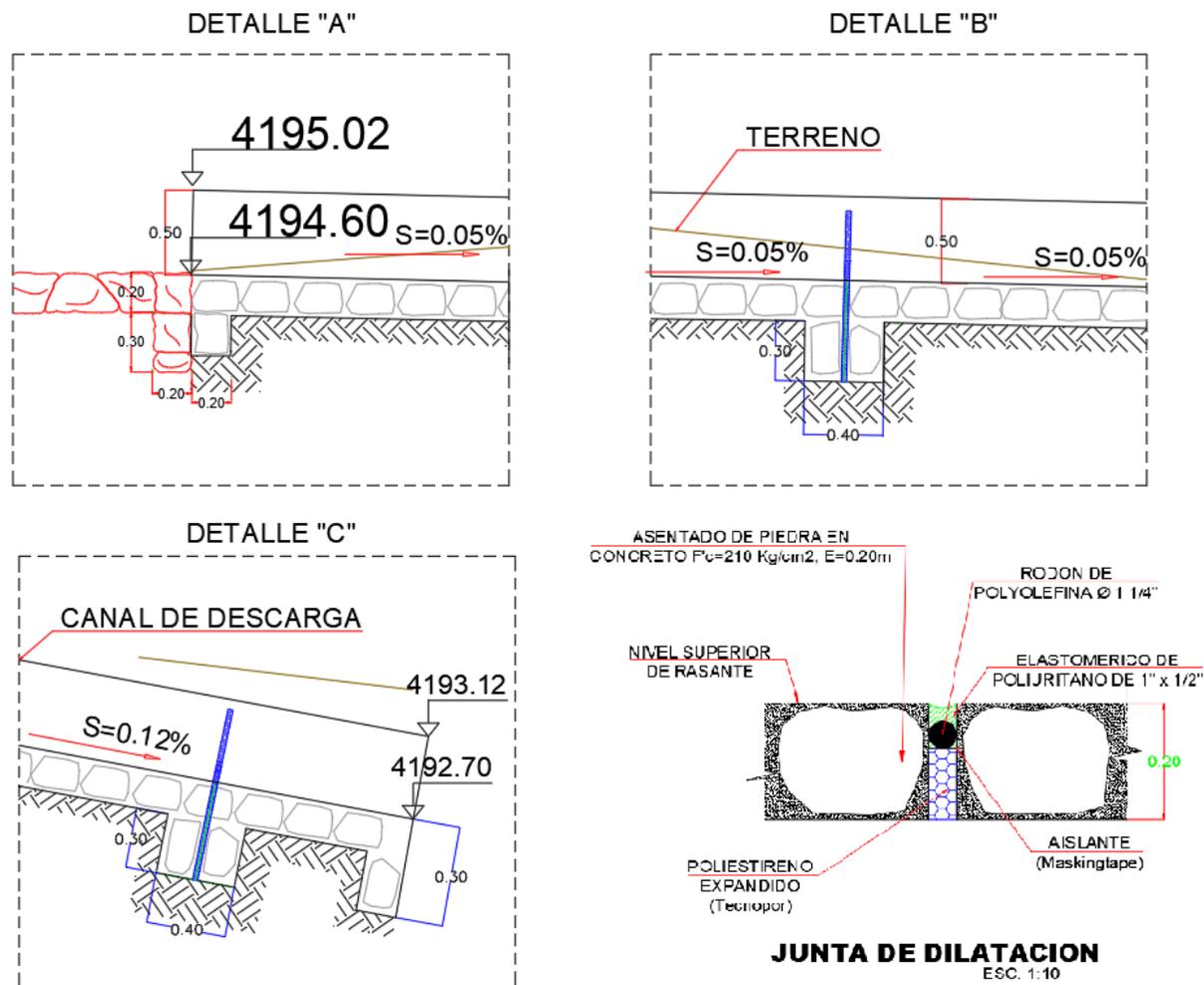
### PERFIL EJE ALIVIADERO

Sin escala



**Fuente:** Plano de aliviadero – planta – sección - Challwaqocha 2, tomado del proyecto “Construcción de captación de agua superficial; en el (1a) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac” (2020).

**Anexo 13: Vista de detalles del aliviadero Challwaqocha 2**



**Fuente:** Plano de aliviadero – planta – sección - Challwaqocha 2, tomado del proyecto “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac” (2020).

## Anexo 14: Afiche de protocolos contra el covid-19

PROYECTO CHALWAQOCHA 2

# PREVENCIÓN DEL COVID-19

EN OBRA

Elaborado por el Prevencionista  
Henry Sarmiento Mejía

Tras la pandemia del nuevo coronavirus de 2019 (COVID-2019), el Perú ha puesto en marcha una serie de protocolos y medidas, incluidas las que afectan a las ejecuciones de obras, para luchar contra la propagación de la enfermedad. Algunas medidas de seguridad para minimizar la exposición al COVID-19 en obras incluyen:

### 1 Uso de mascarilla

ES OBLIGATORIO EL USO DE LA MASCARILLA DURANTE TODA LA JORNADA DE TRABAJO.



### 2 Desinfecta tus manos

USA EL JABON LIQUIDO Y EL ALCOHOL PARA DESINFECTAR TUS MANOS ANTES DE REALIZAR OTRAS LABORES.



### 3 Control de Temperatura

ANTES DE INGRESAR A OBRA SE MEDIRA LA TEMPERATURA A TODO EL PERSONAL.



### 4 Distanciamiento Social

PROCURAR MANTENER UN DISTANCIAMIENTO MINIMO DE 1 METRO.



1 metro

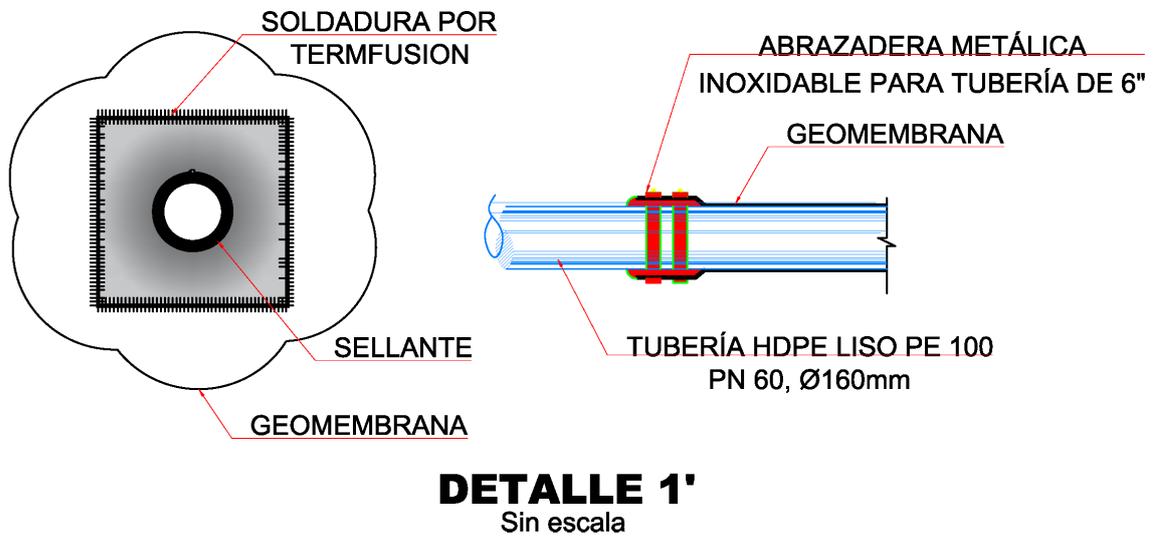
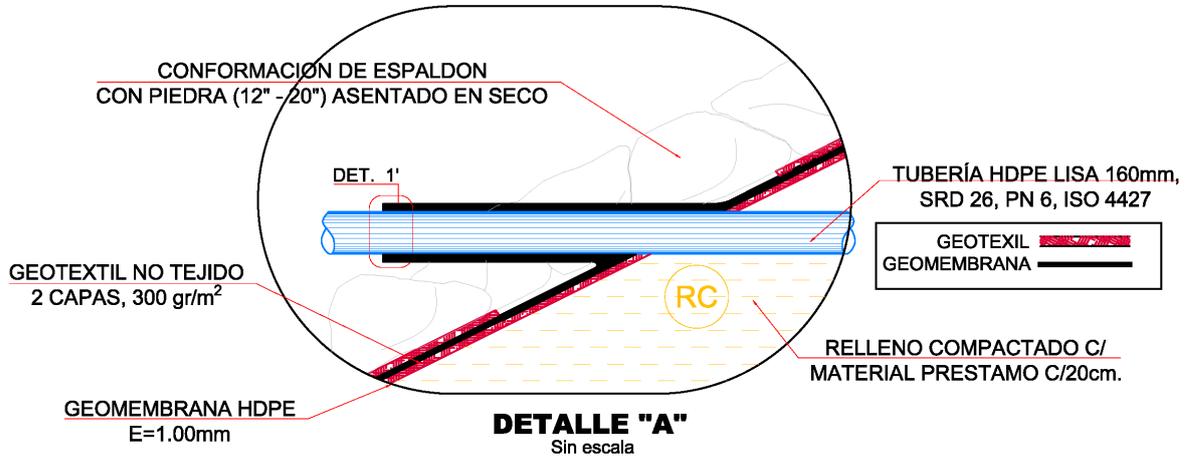


FUENTE: PROTOCOLO DE PREVENCIÓN Y SEGURIDAD, PARA LA EJECUCIÓN DE OBRAS POR LA MODALIDAD DE ADMINISTRACIÓN DIRECTA EN PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA PÚBLICA DE SIEMBRA Y COSECHA DE AGUA

## ¡Si tú te cuidas, cuidas a los demás!

Fuente: Afiche de prevención contra el covid-19, Challwaqocha 2, elaboración propia.

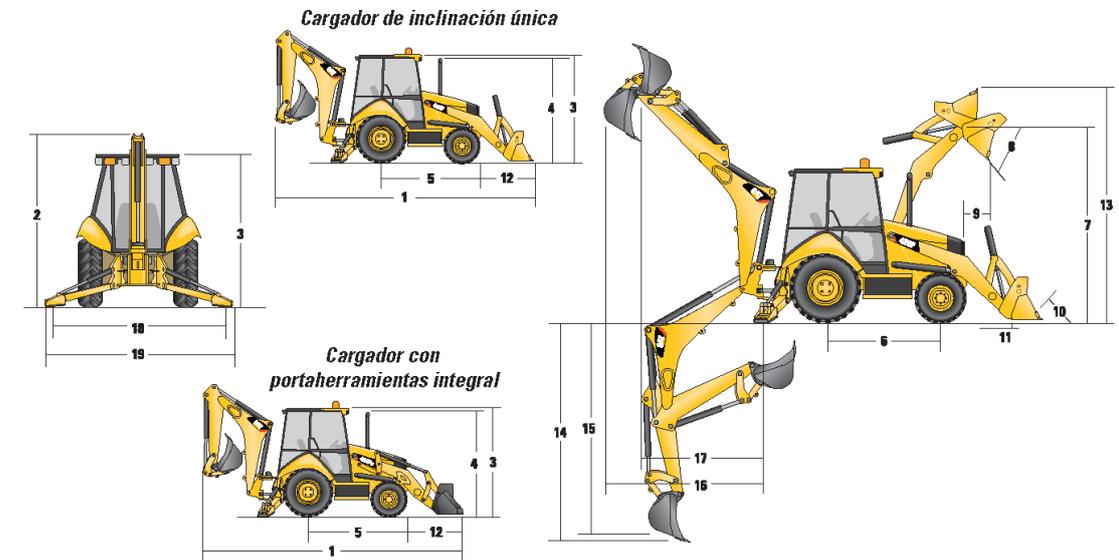
## Anexo 15: Detalle de la tubería de descarga y geomembrana



**Fuente:** Plano de descarga Challwaqocha 2, tomado del proyecto “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac” (2020).

## Anexo 16: Ficha retroexcavadora CAT 420F

### Dimensiones de la máquina



	Cargador de inclinación única									
	Uso general (0,96 m³/1,25 yd³)		Uso general (1,1 m³/1,4 yd³)		Uso general (1,15 m³/1,5 yd³)		Uso múltiple (1,0 m³/1,3 yd³)		Uso múltiple (1,1 m³/1,4 yd³)	
1 Longitud total para el transporte	7.169 mm	23' 6"	7.208 mm	23' 8"	7.208 mm	23' 8"	7.133 mm	23' 5"	7.133 mm	23' 5"
Longitud total (cargador en el suelo)	7.141 mm	23' 5"	7.161 mm	23' 6"	7.161 mm	23' 6"	7.059 mm	23' 2"	7.059 mm	23' 2"
2 Altura total para el transporte: brazo estándar	3.577 mm	11' 9"	3.577 mm	11' 9"	3.577 mm	11' 9"	3.577 mm	11' 9"	3.577 mm	11' 9"
Altura total para el transporte: brazo extensible	3.631 mm	11' 11"	3.631 mm	11' 11"	3.631 mm	11' 11"	3.631 mm	11' 11"	3.631 mm	11' 11"
Ancho total	2.322 mm	7' 7"	2.322 mm	7' 7"	2.322 mm	7' 7"	2.322 mm	7' 7"	2.322 mm	7' 7"
3 Altura hasta la parte superior de la cabina o techo	2.819 mm	9' 3"	2.819 mm	9' 3"	2.819 mm	9' 3"	2.819 mm	9' 3"	2.819 mm	9' 3"
4 Altura hasta la parte superior del tubo de escape vertical	2.744 mm	9' 0"	2.744 mm	9' 0"	2.744 mm	9' 0"	2.744 mm	9' 0"	2.744 mm	9' 0"
Altura hasta el pasador de articulación del cargador (transporte)	381 mm	1' 3"	428 mm	1' 5"	428 mm	1' 5"	432 mm	1' 5"	432 mm	1' 5"
Espacio libre sobre el suelo (mínimo)	320 mm	1' 1"	320 mm	1' 1"	320 mm	1' 1"	320 mm	1' 1"	320 mm	1' 1"
5 Línea de centro del eje trasero hasta la parrilla delantera	2.705 mm	8' 10"	2.705 mm	8' 10"	2.705 mm	8' 10"	2.705 mm	8' 10"	2.705 mm	8' 10"
Entrevía de ruedas delanteras	1.895 mm	6' 3"	1.895 mm	6' 3"	1.895 mm	6' 3"	1.895 mm	6' 3"	1.895 mm	6' 3"
Entrevía de ruedas traseras	1.714 mm	5' 7"	1.714 mm	5' 7"	1.714 mm	5' 7"	1.714 mm	5' 7"	1.714 mm	5' 7"
6 Distancia entre ejes, tracción en 2 ruedas/tracción en todas las ruedas	2.200 mm	7' 3"	2.200 mm	7' 3"	2.200 mm	7' 3"	2.200 mm	7' 3"	2.200 mm	7' 3"

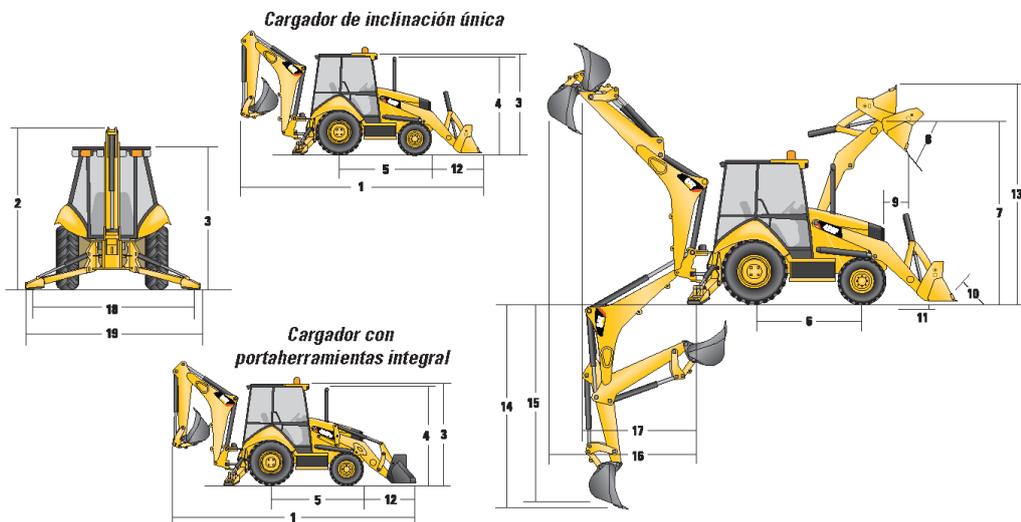
Las dimensiones y especificaciones de rendimiento mostradas son para máquinas equipadas con neumáticos delanteros 12.5/80-18 SGL, neumáticos traseros 19.5L-24 IT525, techo ROPS, brazo estándar con cucharón de servicio estándar de 610 mm (24"), cucharón cargador de 0,96 m³ (1,25 yd³) y equipos estándar a menos que se especifique lo contrario.

**Fuente:** Retroexcavadoras cargadoras 420F/420F IT

<https://static.unimaq.com.pe/fcsaprduunimaq01/2019/07/420F.pdf>

## Especificaciones del modelo 420F/420F IT

### Dimensiones de la máquina



	Cargador con portaherramientas integral y acoplador rápido					
	Uso general (1,0 m³/1,3 yd³)		Uso general (1,15 m³/1,5 yd³)		Uso múltiple (1,1 m³/1,4 yd³)	
1 Longitud total para el transporte	7.250 mm	23' 9"	7.279 mm	23' 11"	7.211 mm	23' 8"
Longitud total (cargador en el suelo)	7.244 mm	23' 9"	7.287 mm	23' 11"	7.197 mm	23' 7"
2 Altura total para el transporte: brazo estándar	3.577 mm	11' 9"	3.577 mm	11' 9"	3.577 mm	11' 9"
Altura total para el transporte: brazo extensible	3.631 mm	11' 11"	3.631 mm	11' 11"	3.631 mm	11' 11"
Ancho total	2.322 mm	7' 7"	2.322 mm	7' 7"	2.322 mm	7' 7"
3 Altura hasta la parte superior de la cabina o techo	2.819 mm	9' 3"	2.819 mm	9' 3"	2.819 mm	9' 3"
4 Altura hasta la parte superior del tubo de escape vertical	2.744 mm	9' 0"	2.744 mm	9' 0"	2.744 mm	9' 0"
Altura hasta el pasador de articulación del cargador (transporte)	396 mm	1' 4"	391 mm	1' 3"	386 mm	1' 3"
Espacio libre sobre el suelo (mínimo)	320 mm	1' 1"	320 mm	1' 1"	320 mm	1' 1"
5 Línea de centro del eje trasero hasta la parrilla delantera	2.705 mm	8' 10"	2.705 mm	8' 10"	2.705 mm	8' 10"
Entrevía de ruedas delanteras	1.895 mm	6' 3"	1.895 mm	6' 3"	1.895 mm	6' 3"
Entrevía de ruedas traseras	1.714 mm	5' 7"	1.714 mm	5' 7"	1.714 mm	5' 7"
6 Distancia entre ejes, tracción en 2 ruedas/tracción en todas las ruedas	2.200 mm	7' 3"	2.200 mm	7' 3"	2.200 mm	7' 3"

Las dimensiones y especificaciones de rendimiento mostradas son para máquinas equipadas con neumáticos delanteros 12,5/80-18 SGL, neumáticos traseros 19,5L-24 IT625, techo ROPS, brazo estándar con cucharón de servicio estándar de 610 mm (24"), cucharón cargador de 0,96 m³ (1,25 yd³) y equipos estándar a menos que se especifique lo contrario.

## Dimensiones y rendimiento del cucharón cargador

	Cargador de inclinación única									
	Uso general (0,96 m³/1,25 yd³)		Uso general (1,1 m³/1,4 yd³)		Uso general (1,15 m³/1,5 yd³)		Uso múltiple (1,0 m³/1,3 yd³)		Uso múltiple (1,1 m³/1,4 yd³)	
Capacidad nominal (SAE)	0,96 m³	1,25 yd³	1,1 m³	1,4 yd³	1,15 m³	1,5 yd³	1,0 m³	1,3 yd³	1,1 m³	1,4 yd³
Ancho total del cucharón	2.262 mm	89"	2.262 mm	89"	2.406 mm	95"	2.279 mm	90"	2.425 mm	95"
Capacidad de levantamiento a altura máxima	3.283 kg	7.237 lb	3.216 kg	7.090 lb	3.196 kg	7.046 lb	3.097 kg	6.828 lb	3.068 kg	6.764 lb
Fuerza de desprendimiento de levantamiento	49.809 N	11.197 lb	49.275 N	11.077 lb	49.099 N	11.037 lb	49.019 N	11.020 lb	48.771 N	10.964 lb
Fuerza de desprendimiento de inclinación	50.190 N	11.283 lb	51.236 N	11.518 lb	51.128 N	11.494 lb	57.555 N	12.938 lb	57.408 N	12.905 lb
7 Altura máxima de pasador de articulación	3.474 mm	11' 5"	3.474 mm	11' 5"	3.474 mm	11' 5"	3.474 mm	11' 5"	3.474 mm	11' 5"
8 Ángulo de descarga a altura máxima	44°		44°		44°		44°		44°	
Altura de descarga a ángulo máximo	2.746 mm	9' 0"	2.723 mm	8' 11"	2.723 mm	8' 11"	2.798 mm	9' 2"	2.798 mm	9' 2"
9 Alcance de descarga a ángulo máximo	808 mm	2' 8"	773 mm	2' 6"	773 mm	2' 6"	716 mm	2' 4"	716 mm	2' 4"
10 Inclinación hacia atrás máxima del cucharón a nivel del suelo	37°		38°		38°		38°		38°	
11 Profundidad de excavación	83 mm	3"	123 mm	5"	123 mm	5"	110 mm	4"	110 mm	4"
Ángulo máximo de nivelación	112°		113°		113°		116°		116°	
Ancho de la cuchilla del tractor topador	N/C		N/C		N/C		2.262 mm	7' 5"	2.406 mm	7' 11"
12 Distancia de la parrilla a la cuchilla del cucharón, en posición de acarreo	1.487 mm	4' 11"	1.525 mm	5' 1"	1.525 mm	5' 1"	1.451 mm	4' 9"	1.451 mm	4' 9"
13 Altura de operación máxima	4.355 mm	14' 3"	4.395 mm	14' 5"	4.395 mm	14' 5"	4.404 mm	14' 5"	4.404 mm	14' 5"
Abertura máxima de las mandíbulas	N/C		N/C		N/C		790 mm	2' 7"	790 mm	2' 7"
Fuerza de sujeción de la mandíbula del cucharón	N/C		N/C		N/C		55.700 N	12.521 lb	55.700 N	12.521 lb
Peso (no incluye dientes ni horquillas)	451 kg	994 lb	473 kg	1.043 lb	493 kg	1.087 lb	745 kg	1.642 lb	774 kg	1.706 lb

	Cargador con portaherramientas integral y acoplador rápido					
	Uso general (1,0 m³/1,3 yd³)		Uso general (1,15 m³/1,5 yd³)		Uso múltiple (1,1 m³/1,4 yd³)	
Capacidad nominal (SAE)	1,0 m³	1,3 yd³	1,15 m³	1,5 yd³	1,1 m³	1,4 yd³
Ancho total del cucharón	2.406 mm	95"	2.406 mm	95"	2.425 mm	95"
Capacidad de levantamiento a altura máxima	3.707 kg	8.173 lb	3.682 kg	8.117 lb	3.419 kg	7.537 lb
Fuerza de desprendimiento de levantamiento	51.492 N	11.575 lb	50.778 N	11.415 lb	49.413 N	11.108 lb
Fuerza de desprendimiento de inclinación	48.927 N	10.999 lb	46.134 N	10.371 lb	50.214 N	11.288 lb
7 Altura máxima de pasador de articulación	3.490 mm	11' 5"	3.490 mm	11' 5"	3.490 mm	11' 5"
8 Ángulo de descarga a altura máxima	44°		44°		44°	
Altura de descarga a ángulo máximo	2.710 mm	8' 11"	2.680 mm	8' 10"	2.745 mm	9' 0"
9 Alcance de descarga a ángulo máximo	836 mm	2' 9"	868 mm	2' 10"	814 mm	2' 8"
10 Inclinación hacia atrás máxima del cucharón a nivel del suelo	40°		40°		40°	
11 Profundidad de excavación	105 mm	4"	105 mm	4"	95 mm	4"
Ángulo máximo de nivelación	111°		110°		112°	
Ancho de la cuchilla del tractor topador	N/C		N/C		2.406 mm	7' 11"
12 Distancia de la parrilla a la cuchilla del cucharón, en posición de acarreo	1.568 mm	5' 2"	1.597 mm	5' 3"	1.529 mm	5' 0"
13 Altura de operación máxima	4.407 mm	14' 6"	4.477 mm	14' 8"	4.480 mm	14' 8"
Abertura máxima de las mandíbulas	N/C		N/C		790 mm	2' 7"
Fuerza de sujeción de la mandíbula del cucharón	N/C		N/C		55.700 N	12.521 lb
Peso (no incluye dientes ni horquillas)	457 kg	1.008 lb	481 kg	1.060 lb	753 kg	1.660 lb

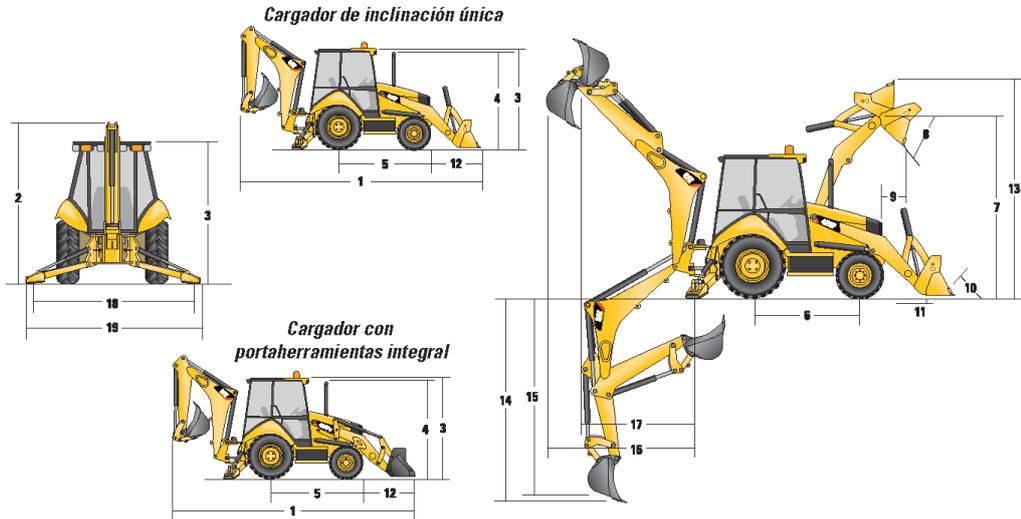
Las dimensiones y especificaciones de rendimiento mostradas son para máquinas equipadas con neumáticos delanteros 12,5/80-18 SGL, neumáticos traseros 19,5L-24 IT525, techo ROPS, brazo estándar con cucharón de servicio estándar de 610 mm (24"), cucharón cargador de 0,96 m³ (1,25 yd³) y equipos estándar a menos que se especifique lo contrario.

**Fuente:** Retroexcavadoras cargadoras 420F/420F IT

<https://static.unimaq.com.pe/fcsaprduunimaq01/2019/07/420F.pdf>

## Especificaciones del modelo 420F/420F IT

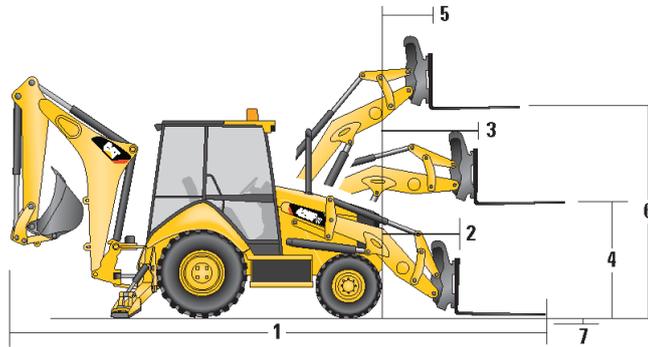
### Dimensiones y rendimiento de la retroexcavadora



	Brazo estándar		Brazo extensible retraído		Brazo extensible extendido	
14 Profundidad de excavación, SAE (máxima)	4.360 mm	14' 4"	4.390 mm	14' 5"	5.442 mm	17' 11"
15 Profundidad de excavación, fondo plano de 610 mm (2')	4.311 mm	14' 2"	4.351 mm	14' 4"	5.405 mm	17' 9"
Alcance desde la línea de centro del eje trasero a la línea a nivel del suelo	6.702 mm	22' 1"	6.737 mm	22' 2"	7.742 mm	25' 6"
16 Alcance desde el pivote de rotación a la línea a nivel del suelo	5.612 mm	18' 5"	5.647 mm	18' 7"	6.652 mm	21' 10"
Altura de operación máxima	5.522 mm	18' 1"	5.546 mm	18' 3"	6.282 mm	20' 8"
Altura de carga	3.642 mm	11' 11"	3.599 mm	11' 10"	4.169 mm	13' 8"
17 Alcance de carga	1.842 mm	6' 1"	1.929 mm	6' 4"	2.844 mm	9' 4"
Arco de rotación	180°		180°		180°	
Rotación del cucharón	205°		205°		205°	
18 Distancia entre estabilizadores, posición de operación (centro)	3.310 mm	10' 10"	3.310 mm	10' 10"	3.310 mm	10' 10"
Distancia entre estabilizadores, posición de operación (borde exterior)	3.770 mm	12' 4"	3.770 mm	12' 4"	3.770 mm	12' 4"
Distancia entre estabilizadores, posición de transporte	2.322 mm	7' 7"	2.322 mm	7' 7"	2.322 mm	7' 7"
Fuerza de excavación del cucharón	62.659 N	14.086 lb	61.780 N	13.889 lb	61.780 N	13.889 lb
Fuerza de excavación del brazo	43.510 N	9.781 lb	43.402 N	9.757 lb	31.682 N	7.122 lb

Las dimensiones y especificaciones de rendimiento mostradas son para máquinas equipadas con neumáticos delanteros 12.5/80-18 SGL, neumáticos traseros 19.5L-24 IT525, techo ROPS, brazo estándar con cucharón de servicio estándar de 610 mm (24"), cucharón cargador de 0,96 m³ (1,25 yd³) y equipos estándar a menos que se especifique lo contrario.

## Dimensiones con horquillas



Longitud del diente de la horquilla	1.070 mm/3' 6"		1.220 mm/4' 0"		1.370 mm/4' 10"	
Carga en orden de trabajo (SAE J1197)	2.642 kg	5.824 lb	2.556 kg	5.635 lb	2.392 kg	5.273 lb
Centro de carga SAE	535 mm	1' 9"	610 mm	2' 0"	685 mm	2' 3"
Carga en orden de trabajo (CEN 474-4)	2.774 kg	6.116 lb	2.752 kg	6.067 lb	2.728 kg	6.014 lb
Centro de carga CEN	500 mm	1' 8"	500 mm	1' 8"	500 mm	1' 8"
1 Longitud total (horquillas en el suelo)	7.681 mm	25' 2"	7.832 mm	25' 8"	7.980 mm	26' 2"
2 Alcance a nivel del suelo (desde la parrilla hasta el talón de la horquilla)†	938 mm	3' 1"	939 mm	3' 1"	937 mm	3' 1"
3 Alcance máximo (desde la parrilla hasta el talón de la horquilla)†	1.475 mm	4' 10"	1.475 mm	4' 10"	1.475 mm	4' 10"
4 Altura de la horquilla a alcance máximo	1.588 mm	5' 3"	1.588 mm	5' 3"	1.587 mm	5' 2"
5 Alcance a altura máxima (desde la parrilla hasta el talón de la horquilla)†	696 mm	2' 3"	696 mm	2' 3"	696 mm	2' 3"
6 Altura máxima de la horquilla	3.410 mm	11' 2"	3.409 mm	11' 2"	3.408 mm	11' 2"
7 Profundidad máxima de la horquilla (bajo el nivel del suelo)	-6 mm	-0,24"	-5 mm	-0,20"	-8 mm	-0,31"

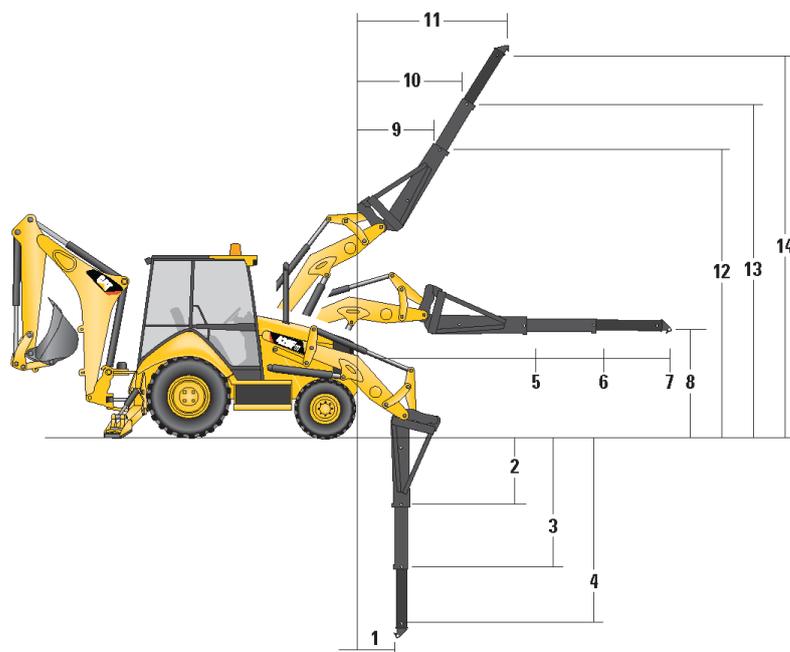
Las dimensiones y especificaciones de rendimiento mostradas son para máquinas equipadas con neumáticos delanteros 12.5/80-18 SGL, neumáticos traseros 19.5L-24 IT525, techo ROPS, brazo estándar con cucharón de servicio estándar de 610 mm (24"), cucharón cargador de 0,96 m<sup>3</sup> (1,25 yd<sup>3</sup>) y equipos estándar a menos que se especifique lo contrario.

**Fuente:** Retroexcavadoras cargadoras 420F/420F IT

<https://static.unimaq.com.pe/fcsaprduunimaq01/2019/07/420F.pdf>

## Especificaciones del modelo 420F/420F IT

### Dimensiones con brazo de manipulación de materiales



Posición del brazo de manipulación de materiales	Retraído		Posición media		Extendido	
Carga en orden de trabajo (SAE J1197 y CEN 474-4)*	1.058 kg	2.333 lb	674 kg	1.487 lb	495 kg	1.092 lb
Longitud total, máxima	8.867 mm	29' 1"	9.864 mm	32' 4"	10.864 mm	35' 8"
1 Alcance en la profundidad máxima (desde la parte delantera de la máquina)	589 mm	1' 11"	592 mm	1' 11"	595 mm	1' 11"
2, 3, 4 Profundidad máxima	2.532 mm	8' 4"	3.530 mm	11' 7"	4.530 mm	14' 10"
5, 6, 7 Alcance máximo (desde la parte delantera de la máquina)	3.184 mm	10' 5"	4.182 mm	13' 9"	5.182 mm	17' 0"
8 Altura a alcance máximo	1.101 mm	3' 7"	1.103 mm	3' 7"	1.106 mm	3' 8"
9, 10, 11 Alcance en la altura máxima (desde la parte delantera de la máquina)	1.577 mm	5' 2"	2.164 mm	7' 1"	2.755 mm	9' 0"
12, 13, 14 Altura máxima	4.570 mm	15' 0"	5.377 mm	17' 8"	6.183 mm	20' 3"

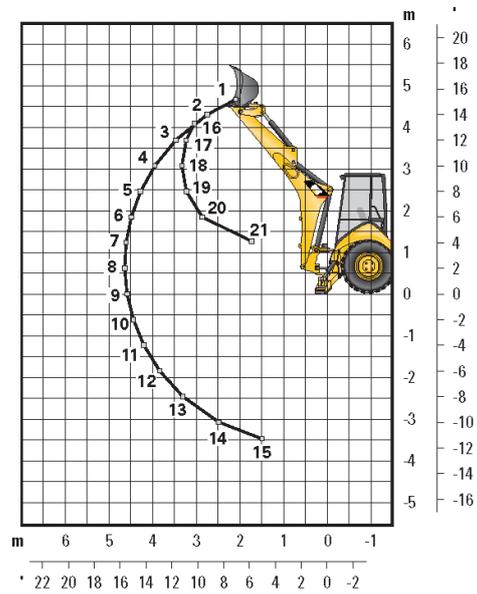
\*Limitado hidráulicamente.

Las dimensiones y especificaciones de rendimiento mostradas son para máquinas equipadas con neumáticos delanteros 12,5/80-18 SGL, neumáticos traseros 19,5L-24 IT525, techo ROPS, brazo estándar con cucharón de servicio estándar de 610 mm (24"), cucharón cargador de 0,96 m<sup>3</sup> (1,25 yd<sup>3</sup>) y equipos estándar a menos que se especifique lo contrario.

## Capacidad de levantamiento de la retroexcavadora

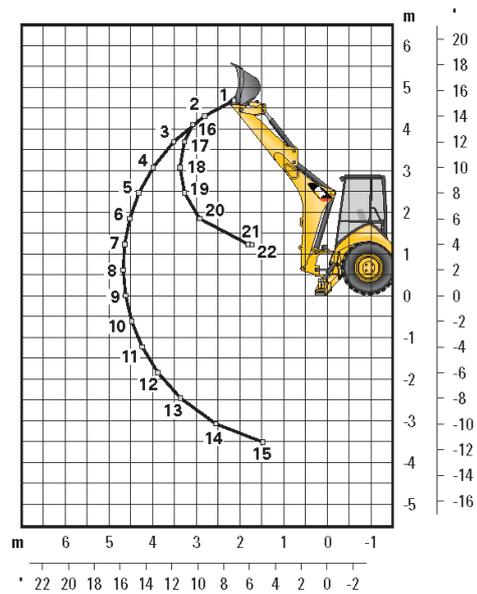
### Brazo estándar Cat 420F/420F IT

Levantamiento de la pluma		
	kg	lb
1	1.619	3.570
2	1.764	3.890
3	1.783	3.931
4	1.737	3.829
5	1.675	3.694
6	1.611	3.552
7	1.548	3.413
8	1.489	3.282
9	1.434	3.161
10	1.384	3.050
11	1.339	2.951
12	1.300	2.867
13	1.274	2.808
14	1.280	2.821
15	1.420	3.131
Levantamiento del brazo		
	kg	lb
16	1.830	4.035
17	2.556	5.636
18	2.605	5.744
19	2.701	5.956
20	3.136	6.915
21	6.227	13.728



### Brazo extensible Cat 420F/420F IT: retraído

Levantamiento de la pluma		
	kg	lb
1	1.439	3.172
2	1.573	3.469
3	1.583	3.490
4	1.535	3.384
5	1.472	3.246
6	1.407	3.103
7	1.344	2.963
8	1.284	2.830
9	1.227	2.706
10	1.175	2.591
11	1.128	2.487
12	1.087	2.396
13	1.054	2.324
14	1.046	2.306
15	1.159	2.555
Levantamiento del brazo		
	kg	lb
16	1.676	3.695
17	2.386	5.259
18	2.405	5.302
19	2.492	5.493
20	2.886	6.362
21	5.630	12.412
22	6.026	13.284



Las capacidades de levantamiento son valores sobre el extremo de la máquina, equipada con tracción en 4 ruedas, OROPS (estructura abierta de protección antivuelco), cucharón de uso general de 0,96 m<sup>3</sup> (1,25 yd<sup>3</sup>) y sin contrapeso. El brazo extensible incluye un contrapeso de 460 kg (1.015 lb).

**Fuente:** Retroexcavadoras cargadoras 420F/420F IT

<https://static.unimaq.com.pe/fcsaprduunimaq01/2019/07/420F.pdf>

## Anexo 17: Ficha retroexcavadora John Deere 710J

### Maquinaria de construcción. Retroexcavadora - John Deere 710J

Transmisión	
■ Tipo de transmisión	transmisión con cambio de fuerza de velocidades
■ Número de marchas adelante	4
■ Número de marchas atrás	3
■ Velocidad máxima hacia adelante	39.6 km/h
■ Velocidad máxima marcha atrás	27.2 km/h

Retroexcavadora	
■ Profundidad de excavación en estado plegado	5440 mm
■ Profundidad de excavación en estado desplegado	6810 mm
■ Alcance desde el codo articulado en estado plegado	6860 mm
■ Alcance desde el codo articulado en estado desplegado	8190 mm
■ Fuerza de la pala en estado plegado	7711.1 kg
■ Altura de cargas en estado plegado	4340 mm
■ Altura de carga en estado desplegado	5180 mm

*Fuente:* Máquina de construcción. Retroexcavadoras John Deere 710J

<http://maquqam.com/tecnicas/construccion-5828/john-deere/710j.html>

## Motor

■ Fabricante	John Deere
■ Modelo	6068T
■ Potencia efectiva	92 kW
■ Cilindrada	6.8 l.
■ Potencia medida en	2000 RPM.
■ Momento de fuerza tomado en	1300 RPM.
■ Aumento de momento de fuerza neto	41 %
■ Momento de fuerza máximo neto	537 Nm
■ Aspiración	Turboalimentación

## Hidráulica

■ Tipo de bomba	Bomba de pistón axial
■ Capacidad de la bomba	197 l/min
■ Presión de la válvula de regulación	24993 kPa

## Explotación

■ Peso útil 4wd	11794 kg
■ Volumen de combustible	261 l.
■ Volumen del fluido del sistema hidráulico	151 l.

**Fuente:** Máquina de construcción. Retroexcavadoras John Deere 710J

<http://maquqam.com/tecnicas/construccion-5828/john-deere/710j.html>

■ Volumen del fluido del sistema lubricante	20 l.
■ Volumen del fluido del sistema refrigerante	26 l.
■ Volumen del fluido del sistema de transmisión	15.1 l.
■ Volumen del fluido del eje delantero	9 l.
■ Volumen de fluido del eje trasero	16 l.
■ Radio de giro	4535 mm
■ Tamaño de los neumáticos delanteros 2wd / 4wd	14.5/75-16 10PR/15-19.5 8PR
■ Tamaño de los neumáticos traseros 2wd / 4wd	21L-28 14 PR
■ Tensión de funcionamiento	12 V
■ Amperaje del generador	90 amperios
■ Peso útil 2wd	10433 kg

### Dimensiones

■ Longitud de transporte	8150 mm
■ Ancho del transporte	2410 mm
■ Altura del transporte	4170 mm
■ Altura hasta la parte superior de la cabina	2971.8 mm

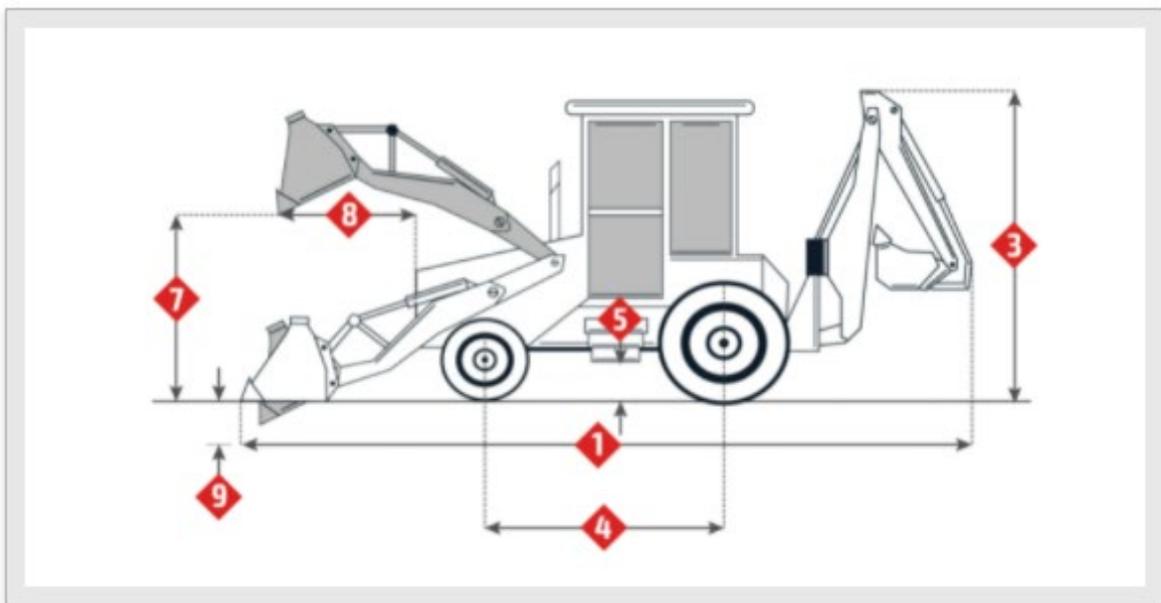
**Fuente:** Máquina de construcción. Retroexcavadoras John Deere 710J

<http://maquqam.com/tecnicas/construccion-5828/john-deere/710j.html>

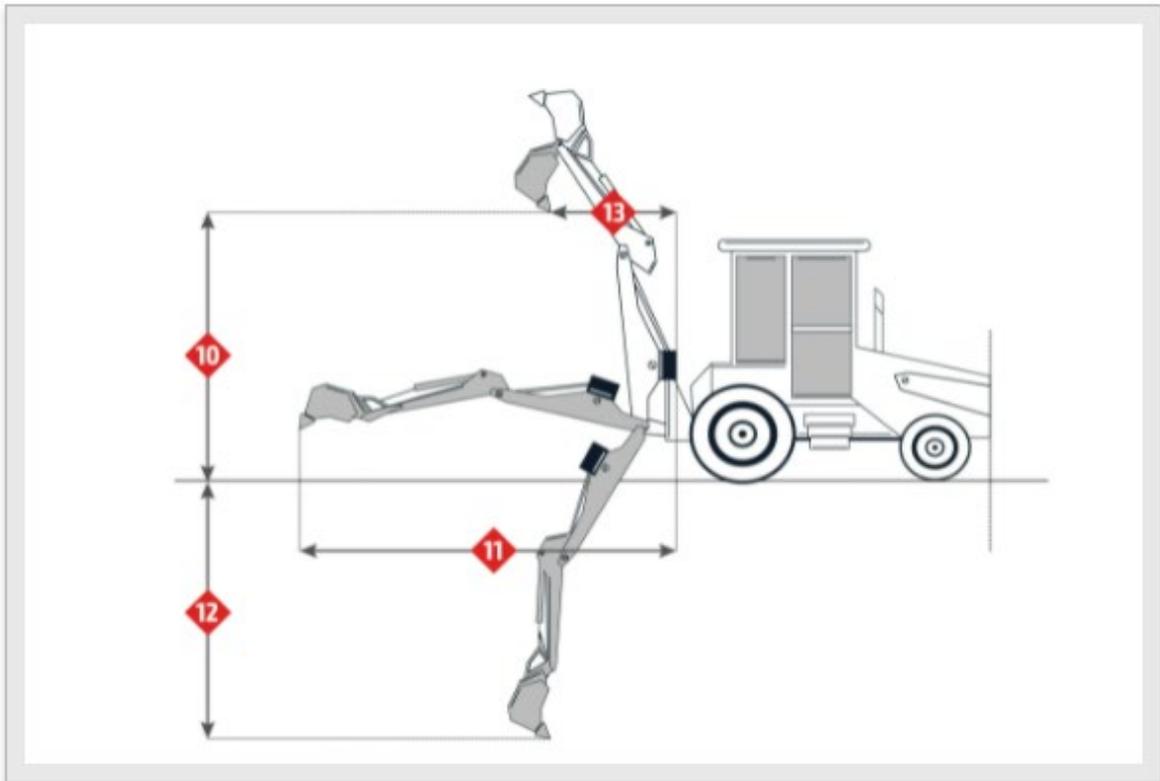
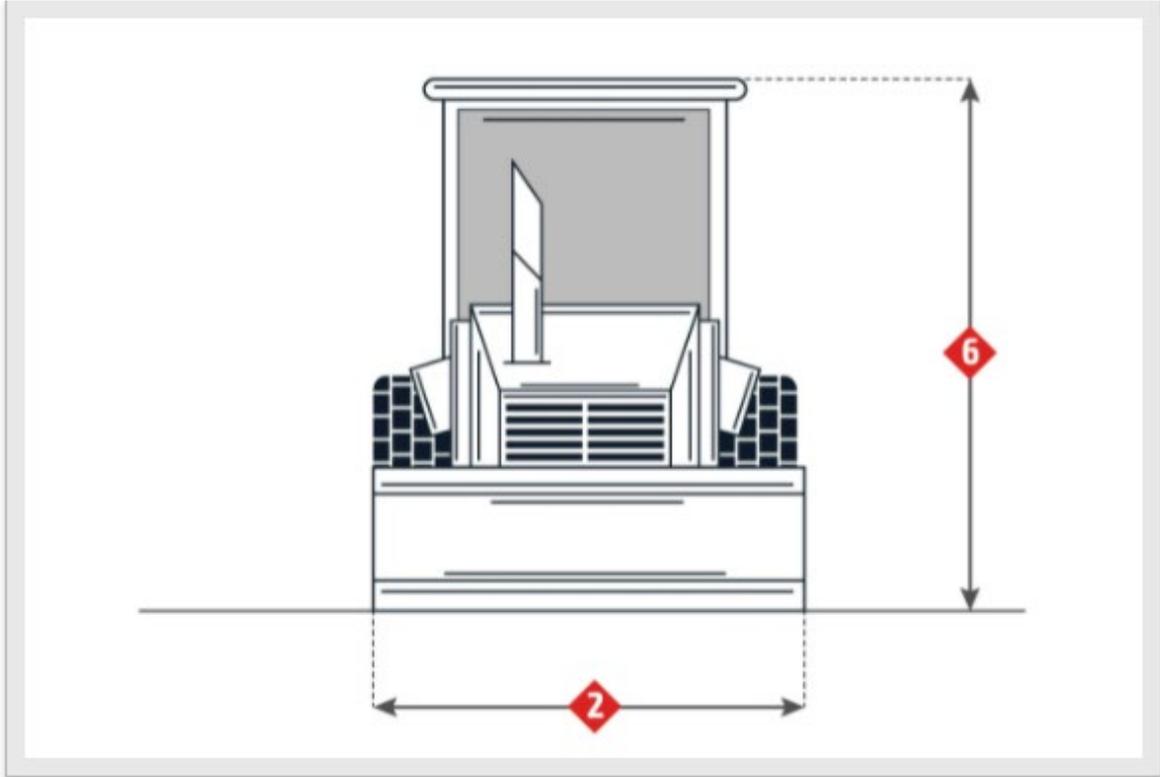
■ Eje de ruedas	2520 mm
■ Despeje sobre el suelo	356 mm

### Cargador

■ Volumen de la pala	1.2 m <sup>3</sup>
■ Ancho de la pala	2464 mm
■ Fuerza de arranque de la pala	69.1 kN
■ Capacidad de carga a plena altura	4212 kg
■ Despeje sobre el suelo a máxima elevación de descargas	2920 mm
■ Alcance en máxima elevación de descarga	690 mm
■ Profundidad de excavación	104 mm



**Fuente:** Máquina de construcción. Retroexcavadoras John Deere 710J  
<http://maqam.com/tecnicas/construccion-5828/john-deere/710j.html>



**Fuente:** Máquina de construcción. Retroexcavadoras John Deere 710J  
<http://maquqam.com/tecnicas/construccion-5828/john-deere/710j.html>

## Retroexcavadora

■ 10. Altura de cargas en estado plegado	4340 mm
■ 11. Alcance desde el codo articulado en estado plegado	6860 mm
■ 12. Profundidad de excavación en estado plegado	5440 mm

## Dimensiones

■ 1. Longitud de transporte	8150 mm
■ 2. Ancho del transporte	2410 mm
■ 3. Altura del transporte	4170 mm
■ 4. Eje de ruedas	2520 mm
■ 5. Despeje sobre el suelo	356 mm
■ 6. Altura hasta la parte superior de la cabina	2971.8 mm

## Cargador

■ 8. Alcance en máxima elevación de descarga	690 mm
■ 9. Profundidad de excavación	104 mm
■ 7. Despeje sobre el suelo a máxima elevación de descargas	2920 mm

**Fuente:** Máquina de construcción. Retroexcavadoras John Deere 710J  
<http://maquqam.com/tecnicas/construccion-5828/john-deere/710j.html>

## Anexo 18: Ficha técnica del rodillo Wacker RD27



**WACKER  
NEUSON**

### **RD 27-120** **Rodillo hidrostático vibratorio** Código de artículo 0620038

#### **Los rodillos brindan total versatilidad y excepcional productividad**

La serie de rodillos RD 27 de Wacker Neuson suministra máxima versatilidad en la compactación. Cada modelo ofrece fuerzas de compactación altas o bajas a elección para adecuarse a todo tipo de condiciones y aplicaciones. La palanca de acelerador controla ambas frecuencias en los dos tambores para un armonización precisa del rodillo con respecto a las tareas a llevar a cabo. La fuerza de compactación baja es ideal para aplicaciones en capas de asfalto, mientras que la alta es la más adecuada para la compactación de capas base de materiales de estructura granular.



#### **Ficha técnica**

<b>Descripción</b>	<b>Métrico</b>	<b>Imperial</b>
Peso (en seco)	2.592 kg	5,714 lb
Peso de servicio (con operario (79 kg) y medio tanque con agua)	2.750 kg	6,063 lb
Diámetro tambores adelante/atrás	700 mm	27.6 in
Ancho tambores adelante/atrás	1.200 mm	47.2 in
Largo x ancho x alto (l x a x h)	2.430 x 1.300 x 2.590 mm	96.6 x 51.2 x 102 in
Altura vertical libre (der./izq.)	510 mm	20 in

**Fuente:** RD27 – 120, Rodillo hidrostático vibratorio

<https://lemaqperu.com/wp-content/uploads/2020/09/752034a1f1c84b9c5535c1bbca598f60.pdf>

Saliente lateral (der./izq.)	50/50 mm	2/2 in
Contenido tanque de agua	150 l	39.6 US gal
Peso de transporte (con embalaje)	2.770 kg	6,107 lb
Dimensiones de transporte	2.430 x 1.300 x 2.065 mm	95.6 x 51.2 x 81.3 in
Tipo de motor	Motor diesel, tres cilindros, refrigerado a líquido, Perkins, 403-15	
Cilindrada	1.500 cm <sup>3</sup>	91.5 in <sup>3</sup>
Máxima potencia según norma DIN- ISO 3046	25,1 kW	33.7 hp
con	2.800 1/min	2,800 rpm
Potencia de trabajo según norma DIN- ISO 3046	23,3 / 25,1 kW	31.25 / 33.7 hp
con	2.450 / 3.000 1/min	2,450 / 3,000 rpm
Consumo de combustible	7,7 / 7,1 l/h	1.9 / 2.0 US gal/h
Capacidad tanque de combustible	46,5 l	12.3 US gal
Sistema eléctrico	12 V	12 V
Número de tambores vibrantes	2/1	
Fuerza centrífuga por tambor	28,8 / 41,4 kN	6,474 / 9,307 lb
Frecuencia	55 / 66 Hz	3,300 / 3,960 Hz
con	2.450 / 3.000 1/min	2,450 / 3,000 rpm
Velocidad de avance y retroceso (infinitamente variable)	0-8,1 / 0-10 km/h	0-5 / 0-6.2 mph
Velocidad de avance y retroceso (infinitamente variable)	0-135 / 0-167 m/min	0-440 / 0-546 ft/min
Presión lineal dinámica por tambor	240 / 345 N/mm	137 / 197 lb/in

**Fuente:** RD27 – 120, Rodillo hidrostático vibratorio

<https://lemaqperu.com/wp-content/uploads/2020/09/752034a1f1c84b9c5535c1bbca598f60.pdf>

Profundidad de compactación (según suelo)	61 cm	24 in
Profundidad de compactación de asfalto	15 cm	6 in
Capacidad de ascenso	35 %	35 %
Radio de giro exterior	3,6 m	11.8 ft
Máximo rendimiento superficial	9.700 / 12.200 m <sup>2</sup> /h	103,900 / 129,000 ft <sup>2</sup> /h

Las especificaciones pueden variar debido al continuo desarrollo de los productos.

## Características y ventajas

- Sistema de filtrado de aire con filtro ciclónico de dos etapas y un control de filtro fácil de leer para una larga vida.
- Gran cubierta de motor gira hacia adelante y arriba para facilitar el acceso a todos los componentes internos y para permitir un servicio mejor.
- Sistema de riego intermitente por aspersión con filtro de tres etapas para mayor confiabilidad más tanque de agua desmontable con abertura de drenaje grande para una descarga eficiente.
- Plataforma de trabajo para el operario de diseño ergonómico con excelente visibilidad.
- Máximo confort para el operario gracias a los robustos elementos amortiguadores para la reducción de las vibraciones al sistema mano/brazo.
- Todos los modelos están equipados con un ROPS (Roll Over Protection System: sistema de protección por vuelcos) abatible.
- Los equipos vienen equipados con un fiable motor diesel Perkins refrigerado por líquido, de excelente potencia para una alta productividad.

## Contenido de entrega

- Incluye manual de operación y lista de repuestos.

**Fuente:** RD27 – 120, Rodillo hidrostático vibratorio

<https://lemaqperu.com/wp-content/uploads/2020/09/752034a1f1c84b9c5535c1bbca598f60.pdf>

## Anexo 19: Control de compactación del material afirmado N° 212-2021-CCA

**CONCHIPA E.I.R.L.**

RUC 20601715431  
JR. ARICA 720 - ABANCAY



### CONTROL DE COMPACTACION DEL MATERIAL DE AFIRMADO

INFORME TÉCNICO  
N°212-2021 - CCA

PROYECTO:

"CONSTRUCCIÓN DE CAPTACIÓN SUPERFICIAL DE AGUA EN EL (LA)  
CANAL DE IRRIGACIÓN DE SUYTUCCOCHA DEL DISTRITO DE JOSÉ MARÍA  
ARGUEDAS, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, DEPARTAMENTO DE  
APURÍMAC".



**SOLICITANTE** : FONDO SIERRA AZUL.

**RESPONSABLE** : SAUL J. CHIPA CAHUANA  
INGENIERO CIVIL  
CIP 193001

**UBICACIÓN** : Sector : Apu4-2020-Q7-Challwaqocha 2  
Distrito : José María Arguedas  
Provincia : Andahuaylas  
Departamento : Apurímac

JUNIO DEL 2021

1 Laboratorio de suelos, agregados y concreto "CONCHIPA E.I.R.L."  
Oficina – Jr. Arica N°720 – Abancay – Abancay  
[conchipa.eirl@gmail.com](mailto:conchipa.eirl@gmail.com) / Cel. Claro: 986829921 / Cel. Bitel: 927415829

**Fuente:** Informe Técnico N° 212—2021-CCA del proyecto “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac” (2020).

**DENSIDAD IN SITU METODO CONO DE ARENA**  
(MTC E 117, ASTM D 1556)

**OBRA :** " CONSTRUCCION DE CAPTACION SUPERFICIAL DE AGUA EN EL (LA) CANAL DE IRRIGACIÓN DE SUYTUCOCHA DEL DISTRITO DE JOSÉ MARÍA ARGUEDAS, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, DEPARTAMENTO DE APURÍMAC"

**UBICACIÓN :** APU4-2020-Q7-CHALLWAQOCHA 2      **CAPA :** AFIRMADO ESTABILIZADO  
**DISTRITO :** JOSÉ MARÍA ARGUEDAS      **FECHA :** JUNIO, 2021  
**PROVINCIA :** ANDAHUAYLAS      **SOLICITA :** FONDO SIERRA AZUL  
**DEPARTAMENTO :** APURIMAC

PRUEBA N°	1	2	3	4	5
LADO	EXTR. DER	MEDIO	EXTR. IZQ	EXTR. DER	EXTR. IZQ
PROFUNDIDAD m.	0.8	0.8	0.8	1.2	1.2

**DENSIDAD IN SITU**

1	Peso del frasco + arena	gr	6070	5905	5700	5600	5526
2	Peso del frasco + arena restante	gr	3585	3480	3089	2980	2810
3	Peso de la arena empleada (1) - (2)	gr	2485	2425	2611	2620	2716
4	Peso de la arena del cono	gr	1720	1720	1720	1720	1720
5	Peso de la arena del hueco (3) - (4)	gr	765	705	891	900	996
6	Densidad de la arena	gr/cm3	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48
7	Volumen del hueco (5) / (6)	cm3	517	476	602	608	673
8	Peso del recipiente + suelo + grava	gr	1718	1585	1808	1905	1996
9	Peso del recipiente	gr	614	614	614	614	614
10	Peso neto del suelo + grava (8) - (9)	gr	1104	971	1194	1291	1382
11	Densidad del suelo humedo (10) / (7)	gr/cm3	2.14	2.04	1.98	2.12	2.05

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Ensayo N°	1	2	3	4	8		
12	Contenido de humedad (Speedy)	%	3.00	3.00	3.00	4.00	5.00
13	Densidad de muestra seca (11)/(1+(12)/100)	gr/cm3	2.07	1.98	1.93	2.04	1.96

**% DE GRAVA**

14	Peso total de la muestra seca (10) - (15)/(1+(12)/100)+(15)	gr	1077	946	1163	1255	1327
15	Peso de la grava, retenido en el tamiz 3/4"	gr	188	120	115	342	220
16	% Retenido en el tamiz 3/4" (15)/(14)*100	%	17	13	10	3	17
17	Peso específico de la grava	gr/cm3	2.58	2.58	2.58	2.58	2.58

**CORRECCION DE LA DENSIDAD POR CONTENIDO DE GRAVA**

18	Volumen de la grava (15)/(17)	cm3	73	47	45	133	85
19	Peso seco de los finos (14) - (15)	gr	889	826	1048	913	1107
20	volumen de los finos (07) - (18)	cm3	444	430	557	476	588
21	Densidad seca de los finos (19)/(20)	gr/cm3	2.00	1.92	1.88	1.92	1.88
22	Maxima densidad del proctbr	gr/cm3	1.97	1.97	1.97	1.97	1.97
23	Óptimo contenido de humedad	%	12	12	12	1.97	1.97
24	Porcentaje de compactacion	%	101.67	97.57	95.39	97.40	95.59

**Fuente:** Informe Técnico N° 212—2021-CCA del proyecto "Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac" (2020).

DENSIDAD IN SITU METODO CONO DE ARENA (MTC E 117 , ASTM D 1556)							
<b>OBRA</b>	: " CONSTRUCCION DE CAPTACION SUPERFICIAL DE AGUA EN EL (LA) CANAL DE IRRIGACIÓN DE						
<b>UBICACIÓN</b>	: APU4-2020-Q7-CHALLWAQOCHA 2	<b>CAPA</b>	: AFIRMADO ESTABILIZADO				
<b>DISTRITO</b>	: JOSÉ MARÍA ARGUEDAS	<b>FECHA</b>	: JUNIO, 2021				
<b>PROVINCIA</b>	: ANDAHUAYLAS	<b>SOLICITA</b>	: FONDO SIERRA AZUL				
<b>DEPARTAMENTO</b>	: APURIMAC						
<b>PRUEBA N°</b>	6	7	8	9	10		
<b>LADO</b>	EXTR. DER	MEDIO	EXTR. IZQ	EXTR. DER	EXTR. IZQ		
<b>PROFUNDIDAD m.</b>	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0		
DENSIDAD IN SITU							
1	Peso del frasco + arena	gr	6050	5896	5705	5598	5532
2	Peso del frasco + arena restante	gr	3540	3480	3090	2992	2850
3	Peso de la arena empleada (1) - (2)	gr	2510	2416	2615	2606	2682
4	Peso de la arena del cono	gr	1720	1720	1720	1720	1720
5	Peso de la arena del hueco (3) - (4)	gr	790	696	895	886	962
6	Densidad de la arena	gr/cm3	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48
7	Volumen del hueco (5) / (6)	cm3	534	470	605	599	650
8	Peso del recipiente + suelo + grava	gr	1722	1580	1812	1915	1999
9	Peso del recipiente	gr	614	614	614	614	614
10	Peso neto del suelo + grava (8) - (9)	gr	1108	966	1198	1301	1385
11	Densidad del suelo humedo (10) / (7)	gr/cm3	2.08	2.05	1.98	2.17	2.13
CONTENIDO DE HUMEDAD							
<b>Ensayo N°</b>		6	7	8	9	8	
12	Contenido de humedad (Speedy)	%	3.00	4.00	3.00	4.00	5.00
13	Densidad de muestra seca (11)/(1+(12)/100)	gr/cm3	2.02	1.98	1.92	2.09	2.03
% DE GRAVA							
14	Peso total de la muestra seca (10) - (15)/(1+(12)/100)+(15)	gr	1080	933	1166	1261	1331
15	Peso de la grava, retenido en el tamiz 3/4"	gr	150	105	109	250	250
16	% Retenido en el tamiz 3/4" (15)/(14)*100	%	14	11	9	3	19
17	Peso específico de la grava	gr/cm3	2.58	2.58	2.58	2.58	2.58
CORRECCION DE LA DENSIDAD POR CONTENIDO DE GRAVA							
18	Volumen de la grava (15)/(17)	cm3	58	41	42	97	97
19	Peso seco de los finos (14) - (15)	gr	930	828	1057	1011	1081
20	volumen de los finos (07) - (18)	cm3	476	430	562	502	553
21	Densidad seca de los finos (19)/(20)	gr/cm3	1.96	1.93	1.88	2.01	1.95
22	Maxima densidad del proctor	gr/cm3	1.97	1.97	1.97	1.97	1.97
23	Optimo contenido de humedad	%	12	12	12	1.97	1.97
24	Porcentaje de compactacion	%	99.26	97.83	95.41	102.24	99.21

**Fuente:** Informe Técnico N° 212—2021-CCA del proyecto “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac” (2020).

## CONCLUSIONES

- I. El valor de la Máxima Densidad del Proctor ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ) y el Contenido Optimo de Agua (COA) del Material empleado, es el siguiente:

CANTERA	UBICACIÓN: PROGRESIVA	USO	DENSIDAD MAXIMA SECA	HUMEDAD OPTIMA (%)
N° 1	APU -2020-Q7 CHALLWAQOCHA 2, DIQUE.	Afirmado	1.97	12.00

- II. El contenido de Humedad del material empleado se encuentra próximo a la humedad optima obtenida en laboratorio.
- III. El grado de compactación in situ del material empleado como base granular se encuentra próximo con la máxima densidad seca del Proctor
- IV. El material para afirmado cumple con las especificaciones técnicas de compactación (soluciones básicas en carreteras no pavimentadas, MTC-2015), en donde indica que el grado de compactación de material de afirmado, será como mínimo del 95 % de la Máxima Densidad Seca obtenida en el ensayo Proctor Modificado. por tal razón, se concluye que se ha logrado la compactación deseada.

**NOTA:** Las conclusiones, solo se aplica a los puntos donde se han realizado los ensayos correspondientes al presente informe técnico, no pudiendo aplicarse para otros fines o a otros sectores.

**Fuente:** Informe Técnico N° 212—2021-CCA del proyecto “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac” (2020).

## PANEL FOTOGRÁFICO 10 DE JUNIO DEL 2021



*Imagen 01. Ensayo de Densidad in situ Apu4 -2020-Q7 Challwaqocha 2, punto 01.*



*Imagen 02. Ensayo de Densidad in Apu4 - 2020-Q7 Challwaqocha 2, punto 01.*

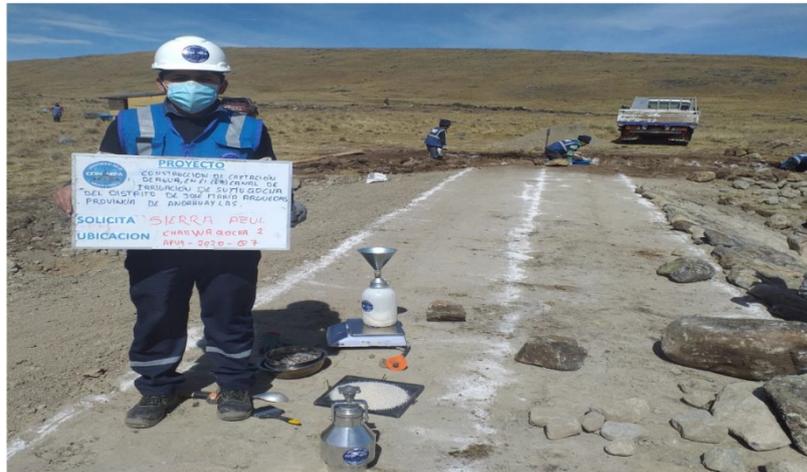


*Imagen 03. Ensayo de Densidad in situ y ensayo de determinación de humedad con Speedy Apu4 - 2020-Q7 Challwaqocha 2, punto 02.*

5

Laboratorio de suelos, agregados y concreto "CONCHIPA E.I.R.L."  
Oficina – Jr. Arica N°720 – Abancay – Abancay  
[conchipa.earl@gmail.com](mailto:conchipa.earl@gmail.com) / Cel. Claro: 986829921 / Cel. Bitel: 927415829

**Fuente:** Informe Técnico N° 212—2021-CCA del proyecto “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac” (2020).



**Imagen 04.** Ensayo de Densidad in situ y ensayo de determinación de humedad con Speedy Apu4 -2020-Q Challwaqocha 2, punto 03.

### PANEL FOTOGRÁFICO 16 DE JUNIO DEL 2021



**Imagen 05.** Ensayo de Densidad in situ Apu4 -2020-Q7 Challwaqocha 2, punto 01.



**Imagen 06.** Ensayo de determinación de la humedad con Speedy Apu4 -2020-Q7 Challwaqocha 2, punto 01.

**Fuente:** Informe Técnico N° 212—2021-CCA del proyecto “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac” (2020).



*Imagen 07. Ensayo de Densidad in situ y ensayo de determinación de la humedad con Speedy Apu4 -2020-Q7 Challwaqocha 2, punto 02.*



*Imagen 08. Ensayo de Densidad in situ y ensayo de determinación de la humedad con Speedy Apu4 -2020-Q7 Challwaqocha 2, punto 03.*

**Fuente:** Informe Técnico N° 212—2021-CCA del proyecto “Construcción de captación de agua superficial; en el (la) canal de irrigación Suytuqocha del distrito de José María Arguedas, provincia Andahuaylas, región Apurímac” (2020).

## Anexo 20: MTC E 117, método del cono de arena



### ANEXOS

#### (Información Recomendable)

#### **A1 CALIBRACION DEL APARATO DE CONO DE ARENA**

##### A1.1 ALCANCES

A1.1.1 Este anexo describe el procedimiento para determinar la masa de la arena contenida en el embudo y en el plato base del aparato de cono de arena.

A1.1.2 La masa de arena contenida en el aparato y en plato base depende de la densidad y volumen de la arena. En consecuencia, este procedimiento de realizarse por cada aparato en cualquier momento que haya cambios en la densidad volumétrica de la arena.

##### A1.2 PROCEDIMIENTOS DE CALIBRACIÓN

A1.2.1 La calibración del aparato puede cumplirse mediante cualquiera de estos dos métodos:

A1.2.1.1 Método A. – Determinado la masa de la arena calibrada que puede estar contenida en cada conjunto de embudo y plato base, o

A1.2.1.2 Método B. – Determinando el volumen de la arena que se necesita para llenar cada conjunto de embudo y plato base y aplicando este volumen constante en el momento que se calcule la densidad y volumen de la arena nueva.

A1.2.1.3 Debido a que la masa de la arena contenida en el aparato de embudo y plato base depende de la densidad y volumen de la arena, cuando se utilice el Método A, debe repetirse dicho método al momento que haya cambios en la densidad volumétrica de la arena.

A1.2.2 Todas las determinaciones de la masa serán lo más cercano posible a 5 g.

##### A1.2.3 **Método A:**

A1.2.3.1 Llene el aparato con la arena que está seca y condicionada al mismo estado anterior, durante el uso en la prueba.

A1.2.3.2 Determine la masa del aparato lleno con arena, g.

A1.2.3.3 Coloque el plato base en una superficie plana, nivelada y limpia. Inserte el contenedor/aparato y coloque el embudo en el orificio central rebordado en el plato base. Marque e identifique el aparato y el plato base de tal manera que ambos puedan identificarse y reubicarse en la misma posición durante la prueba.

A1.2.3.4 Abra completamente la válvula hasta que la arena deje de fluir, asegurándose de que el aparato, el plato base o la superficie plana no se agite o vibre antes de que se cierre la válvula.

A1.2.3.5 Cierre bien la válvula, saque el aparato y determine la masa del aparato y la arena restante. Calcule la masa de la arena utilizada para llenar el embudo y el plato base como la diferencia entre la masa inicial y final.

A1.2.3.6 Repita el procedimiento por lo menos tres veces. La variación máxima entre cualquiera de las determinaciones y el promedio no debe exceder el 1%. Utilice el promedio de las tres determinaciones para este valor en los cálculos del ensayo.

##### A1.2.4 **Método B (Opcional):**

A1.2.4.1 Cuando se anticipa un gran número de pruebas y lotes de arena, puede ser ventajoso determinar el volumen de cada aparato y plato base. Si se tiene cuidado con el aparato o se maneja adecuadamente los platos base, este volumen se mantendrá constante y evitará la necesidad de repetir el Método A cuando cambie la densidad volumétrica de la arena (véase Nota A1.1). Si se elige esta alternativa, se debe alterar los cálculos en la prueba de campo para determinar el volumen total de la arena en el orificio de ensayo de campo y el aparato. Luego se sustrae el volumen del aparato para determinar el volumen de orificio de prueba.



- A1.2.4.2 Determine la masa de la arena requerida para llenar el embudo del aparato y el plato base de acuerdo al anexo A.1.2.3, siguiendo los pasos A.1.2.3.1 hasta el A1.2.3.6 para cada lote de arena.
- A1.2.4.3 Calcule el volumen del embudo y del plato base dividiendo la densidad volumétrica de la arena (tal como se determina en el Anexo A2) entre la masa de la arena encontrada en A1.2.3.6. Realice un mínimo de tres determinaciones y calcule el valor promedio. La variación máxima del volumen entre cualquiera de las determinaciones y el promedio no debe exceder el 1%. Utilice el promedio de los valores cuando realice cálculos de prueba.

**Nota A1.1.** El aparato de cono de arena debe tener una inspección rutinaria, pues cualquier daño podría afectar el volumen del cono. Guiñaduras, golpes externos o cualquier otro daño afectara el volumen y necesitara volver a determinar el volumen (si es que se puede).

## **A2. CALIBRACION DE LA DENSIDAD DE LA ARENA**

### **A2.1 ALCANCES**

- A2.1.1 Este anexo se utiliza para determinar la densidad volumétrica (calibración) de la arena que se va a utilizar en este método de prueba.
- A2.1.2 La calibración determina la densidad promedio de la arena que se va a utilizar para calcular el volumen del orificio de prueba.

### **A2.2 EQUIPO REQUERIDO**

- A2.2.1 Contenedor.- Seleccione un contenedor de volumen conocido que sea aproximadamente de la misma medida y permite que la arena caiga aproximadamente la misma distancia que el orificio excavado durante la prueba de campo. Se recomienda utilizar los moldes de 1/30 pies<sup>3</sup> (944 cm<sup>3</sup>) y de 1/13,33 pies<sup>3</sup> (2 124 cm<sup>3</sup>) que se especifican en el Método de Ensayo MTC E 115 y MTC E 116, o el molde de 0,1 pie<sup>3</sup> (2 830 cm<sup>3</sup>) especificado en el Método de Ensayo NTP 339.137. De manera alterna pueden duplicarse los orificios de ensayo mediante moldes vaciados con yeso sobre un amplio rango de volúmenes y utilizándolos como formas para los moldes concretos de cemento Pórtland. Estos deben moldearse contra una superficie plana y lisa, y después de que se haya removido el agua sellada y el volumen determinado, tal como se indica en el procedimiento del Método de ensayo NTP 339.137.
- A2.2.2 Aparto de Cono de Arena. – Utilice un aparato de cono de arena del mismo tamaño y diseño como el que se utilizará durante la prueba de campo.
- A2.2.2.1 Las características de flujo se han mostrado a través del ensamblaje de valores diferentes para causar valores de densidad volumétrica diferentes. La determinación de la densidad volumétrica será requerida para cada aparato o menos que se determine que otros aparatos dan los mismos resultados.
- A2.2.3 Balanza.- Una balanza que tenga una capacidad suficiente como para determinar la masa del contenedor de calibración llenada con arena. Para contenedores de 0,500 pies<sup>3</sup> (14 200 cm<sup>3</sup>), se requiere una balanza que tenga una capacidad mínima de 50 lb (20kg) y reúna los requerimientos de la Especificación ASTM D 4753, para una lectura de 0,01 lb (5 g).
- A2.2.4 Regla recta metálica. – de alrededor de 2 pulg (50 mm) de ancho, al menos 1/8 pulg (3mm) de espesor y un largo de aproximadamente 1,5 veces más del diámetro del contenedor de calibración.
- ### **A2.3 DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD VOLUMÉTRICA**
- A2.3.1 Llene el aparato ensamblado con arena. La arena debe secarse y acondicionarse al mismo estado anterior durante el uso.
- A2.3.2 Determine y anote la masa del contenedor de calibración cuando esté vacío.

**A2.3.3 Método A (Preferible):**

- A2.3.3.1 Cuando el contenedor de calibración tenga el mismo diámetro que el orificio central rebordado en el plato base, invierta y centre el aparato llenado de arena y el plato base en el contenedor de calibración.
- A2.3.3.2 Abra la válvula completamente y deje que la arena llene el contenedor. Cuando la arena deje de fluir, cierre la válvula.
- A2.3.3.3 Determine la masa del aparato y de la arena restante. Calcule la masa neta de la arena en el contenedor de calibración sustrayendo la masa de la arena contenida en el cono y en el plato base (tal como se determina en el Anexo A1) y anótelas.

**A2.3.4 Método B (Alternativo):**

- A2.3.4.1 Voltee y apoye el aparato sobre el contenedor de calibración de tal manera que la arena caiga aproximadamente en la misma distancia y ubicación como en la prueba de campo, y luego abra la válvula completamente.
- A2.3.4.2 Llene el contenedor hasta que rebalse y cierre la válvula. Utilizando un número mínimo de lotes y teniendo cuidado de no hacer vibrar o densificar una superficie nivelada suave. Cualquier vibración o movimiento durante la determinación de la densidad volumétrica tendrá como consecuencia el asentamiento y la densificación de la arena, llevando a resultados erróneos.
- A2.3.4.3 Limpie cualquier arena que se encuentre fuera del contenedor de calibración. Determine la masa del contenedor y de la arena. Registre la masa neta de la arena sustrayendo la masa del contenedor de vacío.
- A2.3.5 Realice por lo menos tres determinaciones de densidad volumétrica y calcule el promedio. La variación máxima entre cualquiera de las determinaciones y el promedio no debe exceder el 1%. Las determinaciones repetidas que no reúnan estos requerimientos indican una densidad de la arena no-uniforme, y la fuente de la arena debe volver a evaluarse para que los resultados sean adecuados. El valor promedio obtenido se utilizará en los cálculos de la prueba.

**A2.4 CÁLCULO.**

- A2.4.1 Calcule la densidad volumétrica de la arena de la siguiente manera.

$$\rho_1 = M_5 / V_1$$

Donde:

- $\rho_1$  = volumen del contenedor de calibración,  $\text{cm}^3$  (multiplique por 9,807 para  $\text{kN/m}^3$ ).
- $M_5$  = masa de la arena para llenar el contenedor de calibración, g (de A2.3.4.3.), y
- $V_1$  = volumen del contenedor de calibración,  $\text{cm}^3$  (de A2.2.1.1).

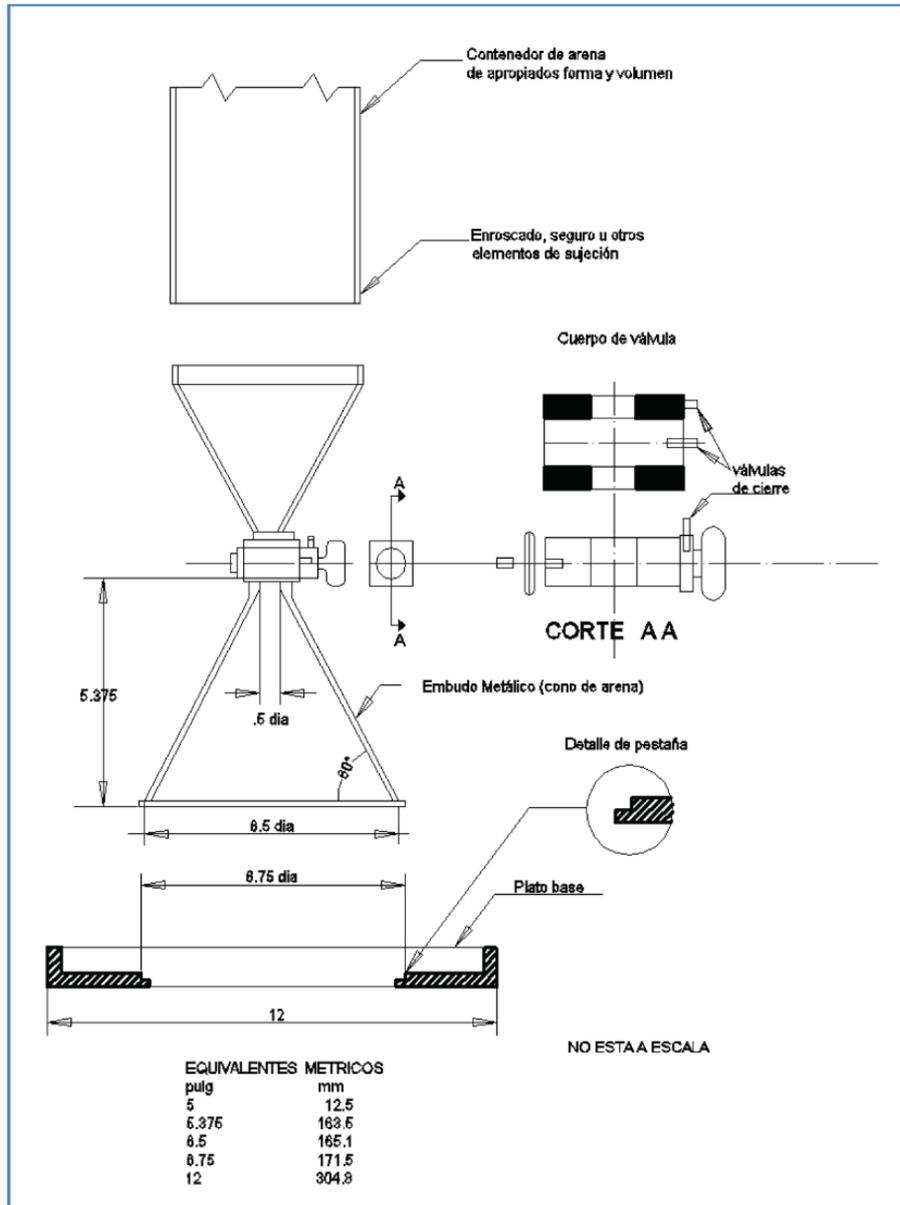


Figura 1. Aparato de densidad

## Anexo 21: Tríptico sobre la operación y mantenimiento de la Qocha



PERÚ Ministerio de Agricultura y Riego



„Cómo debemos organizarnos para la operación y mantenimiento?...“



### ORGANIZACIÓN DE LOS BENEFICIARIOS PARA LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL DIQUE

Culminada la obra, el dique deberá estar bajo la responsabilidad del solicitante y la comunidad, con la finalidad de llevar a cabo el mantenimiento constante del dique, elaborando un plan de actividades con los beneficiarios directos del proyecto.

Soy el "Secretario" Javier

¡Felicitaciones Sofia y Marcos, junto con el Presidente son un equipo a conservar en buen estado el dique

Y yo soy la tesorera, me siento feliz y contenta



Los representantes de la organización se encargarán de organizar a los beneficiarios para las actividades de operación y de mantenimiento.

Nos vemos Marcos en el Mantenimiento de la qocha

Claro que sí Javier, ahí estamos, saludame a la familia



**Cuidando nuestra qocha....¡Tareas a realizar!**

Unidad Ejecutora Fondo Sierra Azul,  
Jirón Pumacahua 1158, Jesús María, Lima  
Teléfono 01-3998077  
[www.sierraazulqochas.org](http://www.sierraazulqochas.org)  
[SierraAzulPeru](#) @SierraAzulPeru



PERÚ Ministerio de Agricultura y Riego



## UNIDAD EJECUTORA FONDO SIERRA AZUL LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA QOCHA



**LAS QOCHAS** ¿Qué son?... y todo lo que debemos aprender su operación y mantenimiento.  
**Un compromiso asumido**



Fuente: Ministerio de Agricultura y Riego – Fondo Sierra Azul.



es una Qocha?

## LA QOCHA



Las qochas son pequeños vasos de almacenamiento de agua naturales que retiene temporal o permanentemente el agua de las lluvias.



Se construyen en hoyadas naturales del terreno, usando materiales de la zona como piedras y tierra para almacenar y luego infiltrar el agua.

### LA OPERACIÓN

**TIPOS DE QOCHAS:**

1. De cocha de agua o de almacenamiento: en terreno que no filtra agua.
2. De cocha de agua o de recarga de acuífero: en terreno que filtra agua.
3. Muro de piedras y cocha: aireada y recarga.

**ELEMENTOS DE UN DIQUE DE QOCHA:**

- Dique.
- Tubo de captación.
- Caja de válvula.
- Aliviadero.

Culinada la construcción del dique debemos seguir los siguientes pasos:

Terminado la construcción del dique es necesario organizar a los usuarios para la Operación y Mantenimiento a fin de dar sostenibilidad técnica social del proyecto.

Es importante que, durante el primer año, la Qocha sea llenada solamente el 50% de su capacidad.

¿Por qué dejar abierta la válvula y cuando lo cierra?

Para apoyar la descarga del aliviadero y luego cerrar semanas antes de la finalización del periodo de lluvias.



Después del año de operatividad, si la qocha se llega a embalsar y rebosa, se recomienda que se mantenga abierta la válvula durante los primeros meses de la temporada de lluvias.

En épocas de lluvias, el nivel del vaso se hace descender al notarse tormentas para dejar espacio al agua de las avenidas.

Se sugiere construir barrajes de contención de sedimentos piedras, palos, champones de tierra, etc, en la parte externa del vaso de la qocha para evitar el amasre del sedimento que se produce cuando el agua ingresa al depósito.



## EL MANTENIMIENTO

El mantenimiento se realiza en dos etapas:  
 Mantenimiento Preventivo y  
 Mantenimiento de Reposición.



### 1.- MANTENIMIENTO PREVENTIVO

#### a) MANTENIMIENTO EN LA CAJA DE VÁLVULAS

Se debe tener un control de la caja de válvula detectando elementos extraños (óxido) dentro y fuera de la estructura, realizando la limpieza y desalojo de sedimentos en el fondo de la caja,



#### b) REVISIÓN DEL ESTADO DEL DIQUE

Cuando el talud está mojado y descienda el nivel del agua del vaso se debe visualizar si presenta agujero o daños del talud producto de la erosión.

En la época seca, cuando la qocha está sin agua, se debe realizar la limpieza de la trampa de sedimentos revisando la cara interna del dique (empedrado en el talud) y rellenar con tierra arcillosa los espacios erosionados



#### c) LIMPIEZA DEL ALIVIADERO

Revisar mensualmente el aliviadero, debe realizar la limpieza de acumulación de sedimentos u objetos extraños que obstruyan el paso del agua.



### 2.- MANTENIMIENTO DE REPOSICIÓN

Por la naturaleza del comportamiento del suelo, estabilidad y funcionamiento después de un evento extraordinario como: temblores, terremotos, lluvias y granizadas extremas de manera que, si presenta daños inmediatamente se realiza una inspección el especialista para solicitar el apoyo presupuestal y si es factible su reparación.

## Anexo 22: Panel fotográfico



**Fotografía N° 01:** Operación del Nivel de ingeniero, para las actividades de trazo y replanteo.



**Fotografía N° 02:** Inicio de las actividades de trazo y replanteo del dique de tierra y sus obras de arte.



**Fotografía N° 03:** Marcado de las progresivas inicial y final del eje de la corona del dique.



**Fotografía N° 04:** Delimitación del eje de la corona del dique con yeso.



**Fotografía N° 05:** Descarga de materiales de madera y otros insumos. Se identifica un correcto uso de los EPPs.



**Fotografía N° 06:** Trabajos de carpintería para la construcción del almacén de obra.

**Fuente:** Elaborado a partir de los entregables 1 y 2: INFORME N° 001-2021/ APU4-2020 - (Q5;Q7)/PREVENCIONISTA; INFORME N° 002-2021/ APU4-2020 - (Q5;Q7)/PREVENCIONISTA.



**Fotografía N° 07:** Proyección del dique de tierra Challwaqocha 2, actividad de trazo y replanteo.



**Fotografía N° 08:** Instalación del cartel de identificación del proyecto.



**Fotografía N° 09:** Letrina Challwaqocha 2 terminado.



**Fotografía N° 10:** Almacén de obra Challwaqocha 2 terminado.



**Fotografía N° 11:** Posicionamiento de la Retroexcavadora para iniciar la limpieza del área del dique. Para ello, se desocupó las zonas aledañas para evitar accidentes.



**Fotografía N° 12:** Luego de la limpieza del área del dique, se volvió a remarcar con yeso las líneas principales del dique de tierra.

**Fuente:** Elaborado a partir de los entregables 1 y 2: INFORME N° 001-2021/ APU4-2020 - (Q5;Q7) /PREVENCIONISTA; INFORME N° 002-2021/ APU4-2020 - (Q5;Q7)/PREVENCIONISTA.



**Fotografía N° 13:** Instalación del dren para Challwaqocha 2. Las zonas aledañas fueron previamente fijadas por la retroexcavadora asegurar que no se produzca ningún tipo de deslizamientos.



**Fotografía N° 14:** Para la conformación del dique Challwaqocha 2 se utilizó la retroexcavadora y el rodillo, tomando todas las medidas de seguridad.



**Fotografía N° 15:** Se dio comienzo a la reconformación de las canteras, refinando los desniveles con la finalidad de que se asemeje al terreno natural.



**Fotografía N° 16:** Se dio comienzo al enrocado de la pantalla seca. Se precisa la utilización de los guantes de cuero, las cuales, debido a su desgaste por la abrasión, fueron renovadas.



**Fotografía N° 17:** Ingreso de agregado al proyecto Challwaqocha 2. Su ubicación fue en un área estratégica con la finalidad de asegurar su traslado a la hora de preparar la mezcla para el aliviadero.



**Fotografía N° 18:** Se realizó la excavación para la construcción del aliviadero; se utilizó la retroexcavadora y trabajos manuales.

**Fuente:** Elaborado a partir de los entregables 1 y 2: INFORME N° 001-2021/ APU4-2020 - (Q5;Q7) /PREVENCIONISTA; INFORME N° 002-2021/ APU4-2020 - (Q5;Q7)/PREVENCIONISTA.



**Fotografía N° 19:** Utilización del lava manos y jabón líquido, mantenido la distancia reglamentaria.



**Fotografía N° 20:** Preparación de la mezcla para el vaciado del aliviadero en Challwaqocha 2.



**Fotografía N° 21:** Traslado de agregado al área de dique con ayuda de la retroexcavadora .



**Fotografía N° 22:** Recolección de rocas para los trabajos de enrocado del cuerpo del dique y aliviadero.



**Fotografía N° 23:** Traslado de rocas con ayuda de la retroexcavadora.



**Fotografía N° 24:** Instalación de la Geomembrana en Challwaqocha 2.

**Fuente:** Elaborado a partir de los entregables 1 y 2: INFORME N° 001-2021/ APU4-2020 - (Q5;Q7) /PREVENCIONISTA; INFORME N° 002-2021/ APU4-2020 - (Q5;Q7)/PREVENCIONISTA.



**Fotografía N° 25:** Dificultad en los trabajos debido a la presencia de nieve y heladas, el cual derivó en un retraso en el avance de obra.



**Fotografía N° 26:** Cierre de canteras en Challwaqocha 2, nivelando para dar uniformidad con el terreno natural.



**Fotografía N° 27:** Culminación de la caja de descarga, con enrocado a sus laterales para un mejor confinamiento.



**Fotografía N° 28:** Culminación del dique de tierra Challwaqocha 2. Se aprecia el enchampado en la corona del dique de tierra.



**Fotografía N° 29:** Foto del aliviadero en Challwaqocha 2 luego del curado.



**Fotografía N° 30:** Culminación de la caja de toma.

**Fuente:** Elaborado a partir de los entregables 1 y 2: INFORME N° 001-2021/ APU4-2020 - (Q5;Q7) /PREVENCIONISTA; INFORME N° 002-2021/ APU4-2020 - (Q5;Q7)/PREVENCIONISTA.