

ANEXO 1

ANEXO 1: Matriz de consistencia.

Título del Proyecto: "Evaluación de la susceptibilidad a la tubificación de las arcillas de las canteras de Curayllo para construir la presa de tierra Chaqa-Qarqa, Azángaro, Puno 2023".

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA	METODLOGÍA
<p>Problema General</p> <p>P.G: ¿Cómo se evaluará la susceptibilidad a la tubificación de las arcillas de las canteras de Curayllo para construir la presa de tierra Chaqa-Qarqa, Azángaro, Puno 2023?</p>	<p>Objetivo General</p> <p>O.G: Evaluar la susceptibilidad a la tubificación de las arcillas de las canteras de Curayllo para construir la presa de tierra Chaqa-Qarqa, Azángaro, Puno 2023.</p>	<p>Hipótesis General</p> <p>H.G: Las arcillas de las canteras de Curayllo tienen elevada susceptibilidad a la tubificación para construir la presa de tierra Chaqa-Qarqa, Azángaro, Puno 2023.</p>	<p>VARIABLE</p> <p>Variable a describir: Tubificación en arcillas</p>	<p>Granulometría</p> <p>Contenido de humedad</p> <p>Límites de consistencia</p> <p>Proctor Modificado</p> <p>Gravedad Específica</p>	<p>%</p> <p>%</p> <p>%</p> <p>gr/cc, %</p> <p>A/D</p>	<p>Razón</p> <p>Razón</p> <p>Razón</p> <p>Razón</p> <p>Razón</p>	<p>TIPO Y DISEÑO Tipo de Investigación: Básica. Enfoque de Investigación: Cuantitativo. Nivel de Investigación: Descriptivo. Diseño de Investigación: No Experimental.</p> <p>POBLACIÓN Y MUESTRA Población: Las arcillas de las 3 canteras de Curayllo. Muestra: 105 Kg de arcilla por cantera para los ensayos que se realizarán, en total 315 Kg de arcilla.</p>
<p>Problema Específicos</p> <p>P.E1: ¿Cuáles son las características de las arcillas de las canteras de Curayllo que podrían ser perjudiciales para construir la presa de tierra Chaqa-Qarqa, Azángaro, Puno 2023?</p>	<p>Objetivo Específicos</p> <p>O.E1: Determinar las características de las arcillas de las canteras de Curayllo para construir la presa de tierra Chaqa-Qarqa, Azángaro, Puno 2023.</p>	<p>Hipótesis Específicos</p> <p>H.E1: Las características de las arcillas de las canteras de Curayllo no son permisibles para construir la presa de tierra Chaqa-Qarqa, Azángaro, Puno 2023.</p>		<p>TÉCNICA E INSTRUMENTO Técnica de recolección de datos: Revisión bibliográfica. Observación directa. Análisis y procesamiento de datos. Instrumento de recolección de datos: Ficha de recolección de datos.</p>	<p>Ensayo de Pinhole</p> <p>Grado de dispersión</p> <p>Coeficiente de Erosión</p> <p>Índice de tasa de erosión</p>	<p>A/D</p> <p>A/D</p> <p>A/D</p>	
<p>P.E2: ¿Cuál es el grado de dispersión que tienen las arcillas de las canteras de Curayllo para construir la presa de tierra Chaqa-Qarqa, Azángaro, Puno 2023?</p>	<p>O.E2: Determinar el grado de dispersión de las arcillas de las canteras de Curayllo para construir la presa de tierra Chaqa-Qarqa, Azángaro, Puno 2023.</p>	<p>H.E2: El grado de dispersión en las arcillas de las canteras de Curayllo son dispersivas para construir la presa de tierra Chaqa-Qarqa, Azángaro, Puno 2023.</p>	<p>Progresión a la erosión interna</p>		<p>A/D</p>	<p>Razón</p>	
<p>P.E3: ¿Cuánto es el índice de tasa de erosión en las arcillas de las canteras de Curayllo para construir la presa de tierra Chaqa-Qarqa, Azángaro, Puno 2023?</p>	<p>O.E3: Determinar el índice de tasa de erosión en las arcillas de las canteras de Curayllo para construir la presa de tierra Chaqa-Qarqa, Azángaro, Puno 2023.</p>	<p>H.E3: El índice de tasa de erosión es menor a 4 en las arcillas de las canteras de Curayllo para construir la presa de tierra Chaqa-Qarqa, Azángaro, Puno 2023.</p>					

ANEXO 2



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES



N° 005-2024-LMSM-EPIC-FICA/UNAP.

**CONSTANCIA DE USO DE EQUIPOS DE
LABORATORIO**

EL QUE SUSCRIBE JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES DE LA FICA.

Hace constar:

Que el tesista, **Bach. RONALD MAMANI ANAHUA**, hizo uso de los equipos del Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales - FICA, para realizar los ensayos requeridos para su proyecto de Tesis: **"EVALUACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD A LA TUBIFICACIÓN DE LAS ARCILLAS DE LAS CANTERAS DE CURAYLLO PARA CONSTRUIR LA PRESA DE TIERRA CHAQA-QARQA, AZÁNGARO, PUNO 2023"**, Conducente a la obtención del Título profesional de Ingeniero Civil.

Los ensayos que realizaron son los siguientes:

ENSAYOS DE LABORATORIO REALIZADOS

ÍTEM	ENSAYOS	NORMA	CANTIDAD	U.M.
01	Contenido de humedad	ASTM D-2216	03	Und
02	Análisis Granulométrico por Lavado.	ASTM D-6913	03	Und.
03	Análisis Granulométrico por Hidrómetro.	ASTM D-422	03	Und
04	Límites de consistencia (L.L.; L.P.).	ASTM D-4318	03	Und.
05	Gravedad Especifica de Suelos Finos.	ASTM D-854	03	Und
06	Densidad de los Suelos Cohesivos	NTP-339.139	03	
07	Proctor Modificado.	ASTM D1557-12	03	Und.

Los resultados obtenidos, de los ensayos, no son responsabilidad del Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales.

Se le expide la presente constancia a solicitud escrita del interesado, para adjuntar en su proyecto de Tesis.

Puno, C. U. 22 de enero del 2024.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES
[Firma]
Ing. Fausto Ponciano Mamani Mamani
JEFE DEL LABORATORIO

C.c.
Arch./LMSyM.
Adj solicitud(08folios)

ANEXO 3

Expediente	20590		
Solicitante	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PUNO		Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
Dirección	AV. EL SOL NRO. 329 BARRIO BELLAVISTA PUNO - PUNO – PUNO		
Instrumento de Medición	MOLDE DE COMPACTACION DE PROCTOR MODIFICADO		Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.
Marca (o Fabricante)	NO INDICA		
Modelo	NO	INDICA	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.
Número de Serie	NO INDICA		
Procedencia	NO	INDICA	
Código	NO INDICA		Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.
Ubicación del Equipo	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES		
Lugar de Calibración	AV. JORGE BASADRE 640 – PUNO		
Fecha de Calibración	2023-08-31		

Método de Calibración

La calibración se realizó por comparación directa utilizando como referencia la Norma ASTM D-698.

Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	15,0	15,1
Humedad %.H.R.	37,0	37,0

Sello



Fecha de emisión

2023-09-05

Jefe del laboratorio de calibración

CEM INDUSTRIAL
JESÚS QUINTO C.
JEFE DE LABORATORIO

Trazabilidad

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP)

Patrones de referencia

Código / Serie	Instrumento patrón	Certificado de calibración
2604131681	Pie de rey	1AD-1488-2022

Dimensiones Norma ASTM D-698 – Molde Proctor Estandar

Descripción	Diámetro Interno	Altura Promedio	Volumen Calculado
	mm	mm	cm ³
	101,2 – 102,0	115,9 – 116,9	930 – 958

Resultado de Medición

Descripción	Diámetro Interno	Altura Promedio	Volumen Calculado
	mm	mm	cm ³
	101,5	116,5	943,5
Incertidumbre de Medición en mm	0,04	0,05	0,10

Dimensión de placa base

Espesor: 12,97 mm

Longitud: 152,36 mm

Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$ para una distribución normal de aproximadamente 95 %.

Fin del documento.

Expediente	20590
Solicitante	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PUNO
Dirección	AV. EL SOL NRO. 329 BARRIO BELLAVISTA PUNO - PUNO – PUNO
Instrumento de medición	MARTILLO DE COMPACTACION DE PROCTOR MODIFICADO
Marca (o Fabricante)	ELE INTERNATIONAL
Modelo	NO INDICA
Número de Serie	NO INDICA
Procedencia	USA
Código	44-2602 (*)
Fecha de Calibración	2023-08-31
Ubicación del Equipo	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES
Lugar de Calibración	AV. JORGE BASADRE 640 – PUNO

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

Método de Calibración

La calibración se realizó por comparación directa utilizando como referencia la Norma ASTM D – 1557.

Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura °C	13,5	13,5
Humedad % H.R.	45,0	45,0

Sello



Fecha de emisión

2023-09-05

Jefe del laboratorio de calibración

CEM INDUSTRIAL
JESUS QUINTO C.
JEFE DE LABORATORIO

Trazabilidad

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI).

Código / Serie	Instrumento patrón	Certificado de calibración
2604131681	Pie de rey	1AD-1488-2022

Dimensiones Norma Norma ASTM D – 1557.

Descripción	Cara de la base	Altura de Caída	Masa del Pisón
	mm	mm	Kg
	50,55 – 51,05	455,6 – 458,8	4,53 – 4,55

Resultado de Medición

Descripción	Cara de la base	Altura de Caída	Masa del Pisón
	mm	mm	Kg
	50,79	457,00	4,54
Incertidumbre de Medición en mm	0,02	0,03	0,03

Observaciones:

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$ para una distribución normal de aproximadamente 95 %.
- (*) Es el código de inventario.

Fin del documento.

Solicitante: UNIVERSIDAD NACIONAL DE ALTIPLANO

Dirección: AV. EL SOL NRO. 329 BARRIO BELLAVISTA PUNO-PUNO-PUNO

Laboratorio CEM Industrial

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados del presente certificado son válidos sólo para el instrumento calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito de Cem Industrial.

Certificados sin firma y sello carecen de validez.

Cem Industrial no se responsabiliza de los perjuicios del uso inadecuado de este instrumento, ni de la incorrecta interpretación de los resultados aquí presentados.

Equipo HIDRÓMETRO

Marca / Fabricante: FORNEY

Modelo: ASTM 152H-05

Serie: 954164

Identificación: NO INDICA

Procedencia: USA

Fecha de calibración: 2023-08-31

Rango -5 a 60 g/l

División 1 g/l

Ubicación del equipo: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

Lugar de calibración: AV. JORGE BASADRE 640 – PUNO

Método de Calibración:

La calibración se realizó por comparación directa usando patrones calibrado.

Patrones utilizados:

Trazabilidad	Instrumento Patrón	Número de Certificado
INACAL	PESAS PATRÓN	LM-C-163-2023

Sello



Fecha de emisión

2023-09-05

Jefe del laboratorio de calibración

CEM INDUSTRIAL
JESÚS QUINTO C.
JEFE DE LABORATORIO

Condiciones de Calibración:

Temperatura promedio (°C):	15,1
Humedad Relativa promedio (%):	30

Observaciones

- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$ para una distribución normal de aproximadamente 95%.

Resultados de calibración:

Nro. de serie	Densidad Equipo	Densidad Promedio	Error	Incertidumbre de medición
954164	10,000 g/l	10,002 g/l	0,002 g/l	0,001 g/l

Fin de documento

Solicitante: UNIVERSIDAD NACIONAL DE ALTIPLANO

Dirección: AV. EL SOL NRO. 329 BARRIO BELLAVISTA PUNO-PUNO-PUNO

Laboratorio CEM Industrial

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados del presente certificado son válidos sólo para el instrumento calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito de Cem Industrial.

Certificados sin firma y sello carecen de validez.

Cem Industrial no se responsabiliza de los perjuicios del uso inadecuado de este instrumento, ni de la incorrecta interpretación de los resultados aquí presentados.

Equipo HIDRÓMETRO

Marca / Fabricante: ELE INTERNATIONAL

Modelo: ASTM 151H

Serie: 220383

Identificación: NO INDICA

Procedencia: USA

Fecha de calibración: 2023-08-31

Rango 0,995 a 1,038

División 0,001

Ubicación del equipo: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

Lugar de calibración: AV. JORGE BASADRE 640 – PUNO

Método de Calibración:

La calibración se realizó por comparación directa usando patrones calibrado.

Patrones utilizados:

Trazabilidad	Instrumento Patrón	Número de Certificado
INACAL	PESAS PATRÓN	LM-C-163-2023

Sello



Fecha de emisión

2023-09-05

Jefe del laboratorio de calibración

CEM INDUSTRIAL
JESÚS QUINTO C.
JEFE DE LABORATORIO

Condiciones de Calibración:

Temperatura promedio (°C):	15,1
Humedad Relativa promedio (%):	30

Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva color verde con la indicación de "CALIBRADO".
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$ para una distribución normal de aproximadamente 95%.

Resultados de calibración:

Nro. de serie	Densidad Equipo	Densidad Promedio	Error	Incertidumbre de medición
220383	1,002	1,001	0,001	0,001

Fin de documento

Solicitante **UNIVERSIDAD NACIONAL DE ALTIPLANO**Dirección **AV. EL SOL NRO. 329 BARRIO BELLAVISTA PUNO-PUNO-PUNO****Laboratorio de Masa**

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados del presente certificado son válidos sólo para el instrumento calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito de Cem Industrial.

Certificados sin firma y sello carecen de validez.

Cem Industrial no se responsabiliza de los perjuicios del uso inadecuado de este instrumento, ni de la incorrecta interpretación de los resultados aquí presentados.

Instrumento de Medición	BALANZA ELECTRÓNICA	
Marca / Fabricante	OHAUS	
Modelo	NV622ZH	
Serie	8341286347	
Identificación	NO INDICA	
Alcance de indicación	620	g
División de escala / resolución (d)	0,01	g
División de verificación de escala (e)	0,1	g
Procedencia	NO INDICA	
Tipo	ELECTRÓNICA	
Clasificación	NO AUTOMÁTICA	
Capacidad mínima	0,2	g
Clase de exactitud	III	

Ubicación del equipo **LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**Lugar de calibración **AV. JORGE BASADRE 640 – PUNO**Fecha de calibración **2023-08-29**

Sello



Fecha de emisión

2023-09-04

Jefe del laboratorio de calibración

CEM INDUSTRIAL
JESÚS QUINTO C.
JEFE DE LABORATORIO

Método de Calibración:

La calibración de balanzas se basa en la comparación de las indicaciones de la balanza contra cargas aplicadas de valor conocido (pesas patrón) utilizando como referencia el PC-011 "Procedimiento de calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y II" – Cuarta edición, abril 2010.

Condiciones de calibración:

	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	14,1 °C	14,1 °C
HUMEDAD RELATIVA	41 %	41 %

Patrones utilizados:

TRAZABILIDAD	PESAS PATRÓN USADAS	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
INACAL	Juego de Pesas patrón Clase E2 (1mg – 1 kg)	LM-C-163-2023

Observaciones:

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, para una distribución normal de aproximadamente 95%.
- El equipo tenía una diferencia de 0,69 gramos con los patrones por lo que se ajustó.

Resultados de Calibración:

El resultado de la incertidumbre expandida es:

$$U(R) = 2 \sqrt{2,53E-05 + 8,33E-07 R^2}$$
$$U(620) = 1,13 \text{ g}$$

El resultado del Error corregido es:

$$R_{\text{corregido}} = R - (9,13E-04)R$$
$$R_{\text{corregido}} = 619,99 \text{ g}$$

INSPECCIÓN VISUAL

SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBE	TIENE	AJUSTE DE CERO	TIENE	CURSOR	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE				

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

TEMPERATURA	Inicial 14,1 °C	Final 14,1 °C	HUMEDAD RELATIVA	Inicial 41 %	Final 41 %
-------------	--------------------	------------------	------------------	-----------------	---------------

Medición N.º	Carga L1 = 300,00 g			Carga L2 = 600,00 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	300,01	0,004	0,011	600,00	0,007	-0,002
2	300,01	0,004	0,011	600,00	0,006	-0,001
3	300,01	0,005	0,010	600,01	0,006	0,009
4	300,01	0,004	0,011	600,00	0,006	-0,001
5	300,01	0,005	0,010	600,01	0,007	0,008
6	300,01	0,004	0,011	600,00	0,006	-0,001
7	300,01	0,005	0,010	600,00	0,005	0,000
8	300,01	0,005	0,010	600,01	0,006	0,009
9	300,01	0,004	0,011	600,00	0,007	-0,002
10	300,01	0,005	0,010	600,01	0,006	0,009
	EMP = 0,3 g			EMP = 0,3 g		

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

posición de cargas

3	1	4
2		5

TEMPERATURA	Inicial 14,1 °C	Final 14,1 °C
HUMEDAD RELATIVA	41 %	41 %

Posición	Carga Mínima*	Determinación de Eo			Carga L (g)	Determinación de Ec			
		I (g)	ΔL (g)	E0 (g)		I (g)	ΔL (g)	E0 (g)	Ec (g)
1	0,10 g	0,10	0,004	0,001	200	200,01	0,005	0,010	0,009
2		0,10	0,003	0,002		200,01	0,004	0,011	0,009
3		0,10	0,003	0,002		200,00	0,005	0,000	-0,002
4		0,10	0,004	0,001		200,00	0,004	0,001	0,000
5		0,10	0,003	0,002		200,01	0,005	0,010	0,008
		EMP = 0,2 g							

* valor entre 0 y 10e

ENSAYO DE PESAJE

TEMPERATURA	Inicial 14,1 °C	Final 14,1 °C	HUMEDAD RELATIVA	Inicial 41 %	Final 41 %
-------------	--------------------	------------------	------------------	-----------------	---------------

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				EMP (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
0,10	0,10	0,004	0,001						
0,20	0,20	0,004	0,001	0,000	0,20	0,004	0,001	0,000	0,1
1,00	1,00	0,005	0,000	-0,001	1,00	0,005	0,000	-0,001	0,1
10,00	10,00	0,005	0,000	-0,001	10,00	0,005	0,000	-0,001	0,1
50,00	50,00	0,004	0,001	0,000	50,00	0,004	0,001	0,000	0,1
100,00	100,00	0,006	-0,001	-0,002	100,00	0,006	-0,001	-0,002	0,2
150,00	150,01	0,006	0,009	0,008	150,00	0,006	-0,001	-0,002	0,2
200,00	200,00	0,005	0,000	-0,001	199,99	0,005	-0,010	-0,011	0,2
400,00	400,01	0,006	0,009	0,008	400,01	0,006	0,009	0,008	0,3
600,00	600,00	0,006	-0,001	-0,002	600,01	0,007	0,008	0,007	0,3
620,00	620,01	0,007	0,008	0,007	620,01	0,007	0,008	0,007	0,3

* Valor de la carga mínima

FIN DEL DOCUMENTO

Solicitante **UNIVERSIDAD NACIONAL DE ALTIPLANO**Dirección **AV. EL SOL NRO. 329 BARRIO BELLAVISTA PUNO-PUNO-PUNO****Laboratorio de Masa**

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados del presente certificado son válidos sólo para el instrumento calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito de Cem Industrial.

Certificados sin firma y sello carecen de validez.

Cem Industrial no se responsabiliza de los perjuicios del uso inadecuado de este instrumento, ni de la incorrecta interpretación de los resultados aquí presentados.

Instrumento de Medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Marca / Fabricante	OHAUS
Modelo	R21PE30ZH
Serie	B845372655
Identificación	NO INDICA
Alcance de indicación	30000 g
División de escala / resolución (d)	1 g
División de verificación de escala (e)	10 g
Procedencia	NO INDICA
Tipo	ELECTRÓNICA
Clasificación	NO AUTOMÁTICA
Capacidad mínima	20 g
Clase de exactitud	III

Ubicación del equipo **LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**Lugar de calibración **AV. JORGE BASADRE 640 – PUNO**Fecha de calibración **2023-08-29**

Sello



Fecha de emisión

2023-09-04

Jefe del laboratorio de calibración

CEM INDUSTRIAL
JESUS QUINTO C.
JEFE DE LABORATORIO

Método de Calibración:

La calibración de balanzas se basa en la comparación de las indicaciones de la balanza contra cargas aplicadas de valor conocido (pesas patrón) utilizando como referencia el PC-001 "Procedimiento de calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase III y IIII" – Primera edición, mayo 2019.

Condiciones de calibración:

	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	14,0 °C	14,1 °C
HUMEDAD RELATIVA	42 %	42 %

Patrones utilizados:

TRAZABILIDAD	PESAS PATRÓN USADAS	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
INACAL	Juego de Pesas patrón Clase E2 (1mg – 1 kg)	LM-C-163-2023
METROIL	Pesa patrón Clase M1 (2kg)	1AM-0545-2023
METROIL	Pesa patrón Clase M1 (5kg)	1AM-0516-2023
CEM	Pesa patrón Clase M2 (5 kg)	LM-050-2023

Observaciones:

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, para una distribución normal de aproximadamente 95%.
- El equipo tenía una diferencia de 4 gramos con los patrones por lo que se ajustó.

Resultados de Calibración:

El resultado de la incertidumbre expandida es:

$$U(R) = 2 \sqrt{2,72E-01 + 1,37E-09 R^2}$$
$$U(30000) = 2,5 \text{ g}$$

El resultado del Error corregido es:

$$R_{\text{corregido}} = R - (-1,39E-05)R$$

$$R_{\text{corregido}} = 30000,4 \text{ g}$$

INSPECCIÓN VISUAL

SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBE	TIENE	AJUSTE DE CERO	TIENE	CURSOR	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE				

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

TEMPERATURA	Inicial	Final	HUMEDAD RELATIVA	Inicial	Final
	14,0 °C	14,0 °C		42 %	42 %

Medición N.º	Carga L1 = 15000 g			Carga L2 = 30000 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15000	0,4	0,1	29999	0,6	-1,1
2	15000	0,5	0,0	29999	0,5	-1,0
3	15000	0,4	0,1	29999	0,6	-1,1
4	15000	0,4	0,1	29999	0,6	-1,1
5	15000	0,5	0,0	29999	0,6	-1,1
6	15000	0,5	0,0	29999	0,6	-1,1
7	15000	0,3	0,2	29999	0,5	-1,0
8	15000	0,4	0,1	29999	0,5	-1,0
9	15000	0,4	0,1	29999	0,5	-1,0
10	15000	0,5	0,0	29999	0,5	-1,0
	EMP = 20 g			EMP = 30 g		

ENSAYO DE EXCENRICIDAD

posición de cargas

3	4
1	
2	5

TEMPERATURA	Inicial	Final
HUMEDAD RELATIVA	42 %	42 %
	14,0 °C	14,0 °C

Posición	Carga Mínima*	Determinación de Eo			Carga L (g)	Determinación de Ec			
		I (g)	ΔL (g)	E0 (g)		I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1	10 g	10	0,3	0,2	10000	10000	0,4	0,1	-0,1
2		10	0,3	0,2		9999	0,5	-1,0	-1,2
3		10	0,3	0,2		10000	0,5	0,0	-0,2
4		10	0,3	0,2		10001	0,5	1,0	0,8
5		10	0,3	0,2		10000	0,4	0,1	-0,1
		EMP = 20 g							

* valor entre 0 y 10e

ENSAYO DE PESAJE

TEMPERATURA	Inicial	Final	HUMEDAD RELATIVA	Inicial	Final
	14,1 °C	14,1 °C		42 %	42 %

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				EMP (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
* 10	10	0,3	0,2						
20	20	0,4	0,1	-0,1	20	0,3	0,2	0,0	10
100	100	0,4	0,1	-0,1	100	0,4	0,1	-0,1	10
1000	1000	0,5	0,0	-0,2	1000	0,4	0,1	-0,1	10
2000	2000	0,4	0,1	-0,1	2000	0,5	0,0	-0,2	10
5000	5000	0,5	0,0	-0,2	5000	0,4	0,1	-0,1	10
10000	10000	0,6	-0,1	-0,3	10000	0,5	0,0	-0,2	20
15000	15000	0,6	-0,1	-0,3	15000	0,5	0,0	-0,2	20
20000	20000	0,5	0,0	-0,2	19999	0,6	-1,1	-1,3	20
25000	25000	0,5	0,0	-0,2	24999	0,6	-1,1	-1,3	30
30000	30000	0,5	0,0	-0,2	30000	0,5	0,0	-0,2	30

*Valor de la carga mínima

FIN DEL DOCUMENTO

Solicitante UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

Dirección AV. EL SOL N.º 329 – BARRIO BELLAVISTA – PUNO – PUNO – PUNO

Laboratorio de temperatura

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados del presente certificado son válidos sólo para el instrumento calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito de Cem Industrial.

Certificados sin firma y sello carecen de validez.

Cem Industrial no se responsabiliza de los perjuicios del uso inadecuado de este instrumento, ni de la incorrecta interpretación de los resultados aquí presentados.

Equipo	HORNO ELÉCTRICO
Marca / Fabricante	BINDER
Modelo	ED240
Serie	09-07448
Identificación	44-1753 (*)
Procedencia	GERMANY
Instrumento de medición	TERMÓMETRO CON INDICACIÓN DIGITAL
Marca / Fabricante	BINDER
Modelo	NO INDICA
Alcance / Resolución	300 °C
Resolución	1 °C
Identificación	NO INDICA
Selector	DIGITAL
Marca / Fabricante	BINDER
Modelo	NO INDICA
Alcance	300 °C
Resolución	1 °C

Ubicación del equipo LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES.

Lugar de calibración AV. JORGE BASADRE N.º 640 – PUNO

Fecha de calibración 2023-08-31

Sello



Fecha de emisión

2023-09-06

Jefe del laboratorio de calibración

CEM INDUSTRIAL
JESÚS QUINTO C.
JEFE DE LABORATORIO

Método de calibración

Se determina la temperatura de distintos puntos internos del Medio Isotermo siguiendo el "Procedimiento para la calibración o caracterización de Medios Isotermos con aire como medio termostático" INDECOPI-SNM PC-018

Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	14,7 °C	14,9 °C
HUMEDAD RELATIVA	49 %	47 %

Patrones usados

TRAZABILIDAD	INSTRUMENTO PATRÓN UTILIZADO	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
INACAL	Termómetro digital	LT-075-2023
METROIL	Termohigrómetro	1AT-0120-2023

Puntos de calibración

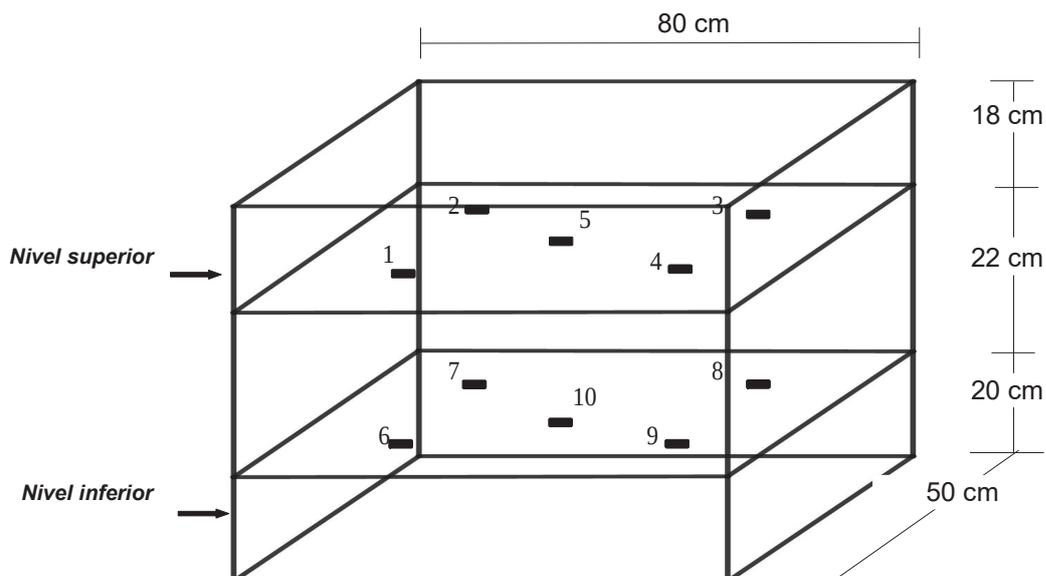
Los termopares 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivas parrillas.

Los termopares del 1 al 5 están ubicados a 2 cm por encima de la parrilla superior.

Los termopares del 6 al 10 están ubicados a 2 cm por debajo de la parrilla inferior.

Los termopares del 1 al 4 y del 6 al 9 están ubicados a 20 cm de las paredes y 14 cm del frente y fondo del horno respectivamente.

Los escalones indican las posiciones de las parrillas.



Resultados de Medición

PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C:

Periodo = 2 minutos

Tiempo (min)	T ind. (°C) (Termómetro estufa)	TEMPERATURA EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T. prom. (°C)	Difer. de Temp. (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		Sensor 1	Sensor 2	Sensor 3	Sensor 4	Sensor 5	Sensor 6	Sensor 7	Sensor 8	Sensor 9	Sensor 10		
0	110	103,1	103,6	103,9	103,7	103,1	103,8	104,5	104,7	103,9	104,5	103,9	1,6
2	110	103,2	103,9	104,2	103,9	103,7	103,4	104,6	105,1	104,2	104,7	104,1	1,9
4	110	103,3	103,9	104,4	103,8	103,8	103,6	105,0	105,0	104,4	105,0	104,2	1,7
6	110	103,7	104,2	104,5	104,2	103,9	104,0	105,1	105,4	104,7	105,1	104,5	1,7
8	110	103,8	104,4	104,8	104,3	104,1	104,3	105,2	105,6	104,9	105,4	104,7	1,8
10	110	103,9	104,6	104,9	104,5	104,3	104,5	105,5	105,8	105,2	105,6	104,9	1,9
12	110	104,0	104,8	105,0	104,6	104,9	104,8	105,8	105,9	105,3	105,7	105,1	1,9
14	110	104,2	105,0	105,3	104,7	104,9	105,1	105,9	106,3	105,6	105,9	105,3	2,1
16	110	104,6	105,3	105,4	104,8	105,0	105,4	106,3	106,3	105,8	106,0	105,5	1,7
18	110	104,5	105,5	105,7	105,1	105,2	105,7	106,7	106,6	106,0	106,3	105,7	2,2
20	110	104,8	105,6	105,7	105,1	105,2	105,9	106,6	106,6	106,2	106,4	105,8	1,8
22	110	104,9	105,8	105,8	105,3	105,4	106,0	106,9	107,1	106,4	106,6	106,0	2,2
24	110	105,1	105,9	106,4	105,3	105,5	106,4	106,9	107,0	106,6	106,8	106,2	1,9
26	110	105,2	106,1	106,3	105,5	105,7	106,8	107,2	107,4	106,8	107,0	106,4	2,2
28	110	105,2	106,2	106,4	105,5	105,9	106,9	107,2	107,7	106,9	107,3	106,5	2,5
30	110	105,4	106,4	106,5	105,7	106,0	106,9	107,3	107,4	107,1	107,3	106,6	2,0
32	110	105,5	106,5	106,6	105,9	106,1	107,0	107,6	108,0	107,1	107,4	106,8	2,5
34	110	105,5	106,6	106,7	105,9	106,4	107,3	107,2	108,1	107,2	107,6	106,9	2,6
36	110	105,6	106,7	106,8	106,1	106,2	107,6	107,7	108,1	107,5	107,7	107,0	2,5
38	110	106,0	106,8	106,9	106,2	106,4	107,7	107,7	108,1	107,5	107,8	107,1	2,1
40	110	105,9	106,8	107,0	106,2	106,5	107,6	107,7	108,1	107,6	107,9	107,1	2,2
42	110	105,9	107,0	107,2	106,3	106,6	107,8	107,7	108,0	107,7	107,9	107,2	2,1
44	110	106,0	107,1	107,3	106,4	106,7	108,0	107,9	108,0	107,8	108,0	107,3	2,0
46	110	106,2	107,2	107,3	106,5	106,7	107,9	108,2	108,3	108,0	108,1	107,4	2,1
48	110	106,3	107,4	107,5	106,6	107,0	108,1	108,2	108,6	108,1	108,2	107,6	2,3
50	110	106,3	107,4	107,5	106,7	107,0	108,1	108,1	108,4	108,1	108,2	107,6	2,1
52	110	106,4	107,5	107,6	106,8	107,1	108,3	108,4	108,7	108,1	108,3	107,7	2,3
54	110	106,4	107,7	107,6	106,7	107,2	108,3	108,3	108,6	108,2	108,3	107,7	2,2
56	110	106,3	107,4	107,5	106,7	107,0	108,1	108,1	108,4	108,1	108,2	107,6	2,1
58	110	106,4	107,5	107,6	106,8	107,1	108,3	108,4	108,7	108,1	108,3	107,7	2,3
60	110	106,4	107,7	107,6	106,7	107,2	108,3	108,3	108,6	108,2	108,3	107,7	2,2
T. PROM	110,0	105,2	106,1	106,3	105,6	105,7	106,5	107,0	107,2	106,7	107,0	106,3	2,1
T. MAX	110,0	106,4	107,7	107,6	106,8	107,2	108,3	108,4	108,7	108,2	108,3		
T. MIN	110,0	103,1	103,6	103,9	103,7	103,1	103,4	104,5	104,7	103,9	104,5		
DTT	110,0	3,3	4,1	3,7	3,1	4,1	4,9	3,9	4,0	4,3	3,8		

Resultados de Medición

PARÁMETROS	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima temperatura medida	108,7	0,3
Mínima temperatura medida	103,1	0,3
Desviación de temperatura en el tiempo	4,9	0,1
Desviación de temperatura en el espacio	2,1	0,3
Estabilidad medida (\pm)	2,45	0,04
Uniformidad medida	2,6	0,3

T. PROM: Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.

T. prom: Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante dado.

T. MAX: Temperatura máxima.

T.MIN: Temperatura mínima.

DTT: Desviación de Temperatura en el tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT esta dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedio de temperaturas registradas en ambas posiciones.

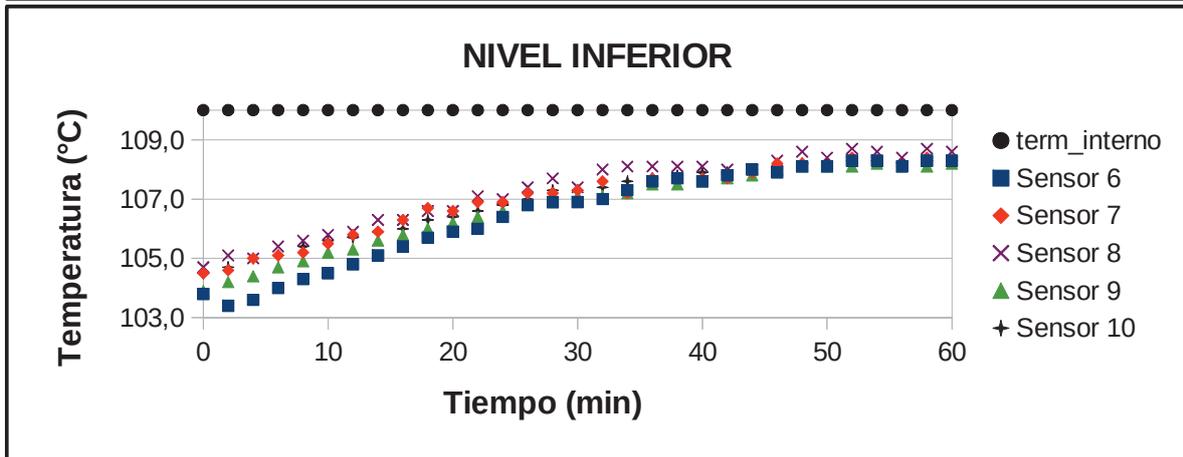
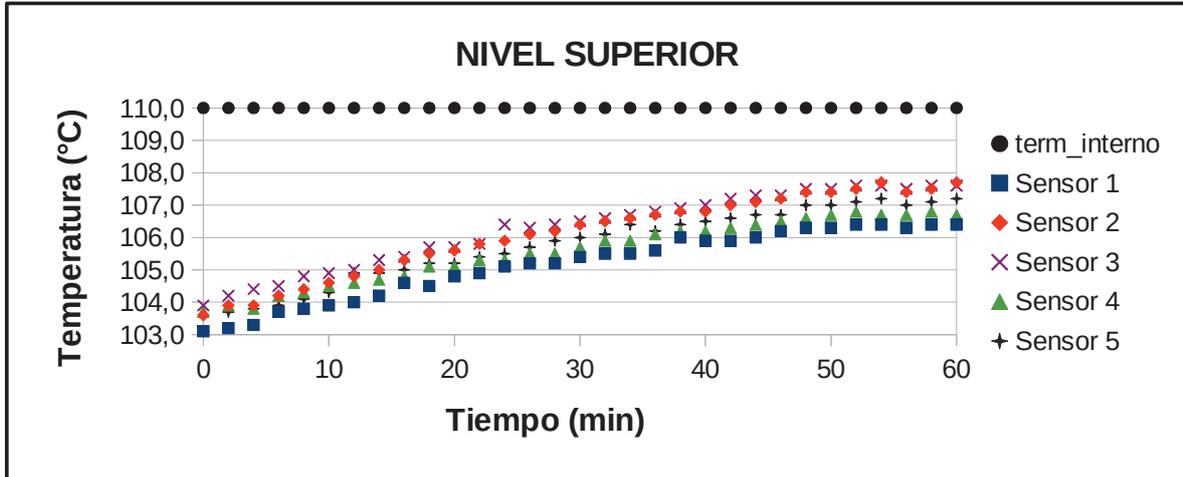
La estabilidad es considerada igual a $\pm \frac{1}{2}$ máx. DTT.

Durante la calibración y bajo las condiciones en que esta ha sido hecha, el medio isoterma cumple con los límites especificados de temperatura.

Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, para una distribución normal de aproximadamente 95%.
- Los resultados obtenidos corresponde al promedio de 31 lecturas por punto de medición, luego del tiempo de estabilización
- La calibración se efectuó después de un precalentamiento de noventa minutos y treinta minutos de estabilización del medio isoterma.
- (*) Es el código de inventario.

Temperatura de trabajo: 110 °C



Fotografía mostrando la ubicación de los sensores de temperatura en el medio isoterma.



Fin del documento.

Solicitante: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PUNO

Dirección: AV. EL SOL NRO. 329 BARRIO BELLAVISTA PUNO - PUNO – PUNO

Laboratorio de temperatura

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados del presente certificado son válidos sólo para el instrumento calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito de Cem Industrial.

Certificados sin firma y sello carecen de validez.

Cem Industrial no se responsabiliza de los perjuicios del uso inadecuado de este instrumento, ni de la incorrecta interpretación de los resultados aquí presentados.

Instrumento de medición	TERMÓMETRO DIGITAL
Marca / Fabricante	NO INDICA
Modelo	NO INDICA
Tipo	DIGITAL
Serie	NO INDICA
Identificación	NO INDICA
Alcance	-50 °C A 300 °C
Resolución	0,1 °C
Procedencia	NO INDICA
Fecha de calibración	2023-08-31

Método de calibración

El método usado para la calibración es por comparación directa según el INDECOPI-SNM PC-017, "Procedimiento para la calibración de termómetros digitales" (2da edición – Diciembre, 2012)

Ubicación del equipo LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

Lugar de calibración AV. JORGE BASADRE 640 – PUNO

Sello



Fecha de emisión

2023-09-06

Jefe del laboratorio de calibración

CEM INDUSTRIAL
JESÚS QUINTO C.
JEFE DE LABORATORIO

Condiciones de calibración

	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	15,9 °C	15,9 °C
HUMEDAD RELATIVA	30 %	30 %

Tiempo de estabilización no menor a
Profundidad de inmersión del sensor

10 minutos
13 cm

Patrones utilizados

TRAZABILIDAD	INSTRUMENTO PATRÓN UTILIZADO	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
INACAL	Termómetro digital	LT-075-2023
METROIL	Termohigrómetro	1AT-0120-2023

Resultados

INDICACIÓN DEL TERMÓMETRO (°C)	TEMPERATURA CONVENCIONALMENTE VERDADERA (°C)	CORRECCIÓN (°C)	INCERTIDUMBRE (°C)
24,9	24,93	0,03	0,06
109,9	109,83	-0,08	0,06
169,9	170,73	0,83	0,06

La temperatura convencionalmente verdadera (TCV) resulta de la relación:
TCV = Indicación del termómetro + Corrección

Observaciones:

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva color verde con la indicación de "CALIBRADO".
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$ para una distribución normal de aproximadamente 95%.

Fin del documento

ANEXO 4



CONTENIDO DE HUMEDAD

PROYECTO	Evaluación de la susceptibilidad a la tubificación de las arcillas de las canteras de Curayllo para construir la presa de tierra Chaqa-Qarqa, Azángaro, Puno 2023.		
MUESTRA	CANTERA 1, 2 y 3	TESISTA	Bach. Ronald Mamani Anahua
PROFUNDIDAD	1.50 m.	ASESOR	Ing. Roberto Mariano García Loayza
		FECHA	27/06/2023

Cantera 01

Codigo del recipiente	S-58	S-23	Obs
A. Peso del recipiente (g)	17.61	18.5	Dato de Lab.
B. Peso del recipiente mas muestra húmeda (g)	50.87	51.76	Dato de Lab.
C. Peso del recipiente más muestra seca (g)	49.78	50.68	Dato de Lab.
d. Peso del agua Ww (g)	1.09	1.08	Calculado
E. Peso de los sólidos Ws (g).	32.17	32.18	Calculado
F. Contenido de humedad w%	3.39	3.36	Calculado
Promedio	w%=	3.37	Cantera 1

Cantera 02

Codigo del recipiente	S-23	S-23	Obs
A. Peso del recipiente (g)	17.81	17.81	Dato de Lab.
B. Peso del recipiente mas muestra húmeda (g)	68.78	68.78	Dato de Lab.
C. Peso del recipiente más muestra seca (g)	68.1	68.1	Dato de Lab.
d. Peso del agua Ww (g)	0.68	0.68	Calculado
E. Peso de los sólidos Ws (g).	50.29	50.29	Calculado
F. Contenido de humedad w%	1.35	1.35	Calculado
Promedio	w%=	1.35	Cantera 1

Cantera 03

Codigo del recipiente	S-58	S-23	Obs
A. Peso del recipiente (g)	17.77	17.77	Dato de Lab.
B. Peso del recipiente mas muestra húmeda (g)	63.7	63.7	Dato de Lab.
C. Peso del recipiente más muestra seca (g)	54.89	54.89	Dato de Lab.
d. Peso del agua Ww (g)	8.81	8.81	Calculado
E. Peso de los sólidos Ws (g).	37.12	37.12	Calculado
F. Contenido de humedad w%	23.73	23.73	Calculado
Promedio	w%=	23.73	Cantera 1



DENSIDAD DE SUELOS COHESIVOS

PROYECTO	Evaluación de la susceptibilidad a la tubificación de las arcillas de las canteras de Curayllo para construir la presa de tierra Chaqa-Qarqa, Azángaro, Puno 2023.		
MUESTRA	CANTERA 1, 2 y 3	TESISTA	Bach. Ronald Mamani Anahua
PROFUNDIDAD	1.50 m.	ASESOR	Ing. Roberto Mariano Garcia Loayza
		FECHA	13/07/2023

Cantera 01	01	02	03	04
A. Masa de la muestra de Suelo (g).	518.51	328.9	235.01	208.74
B. Masa de la muestra + parafina mw (g).	543.79	344.68	219.54	219.54
C. Masa de la muestra + parafina sumergida en agua mg (g)	250.00	163.00	113.00	103.00
D. Densidad de la parafina pd (g/cm ³)	0.92	0.92	0.92	0.92
E. Volumen de la muestra V (cm ³)	266.31	164.53	123.36	104.80
F. Densidad de la masa ρ (g/cm ³)	1.947	1.999	1.905	1.992
G. Contenido de Humedad (w%)	3.37	3.37	3.37	3.37
H. Densidad seca pd (g/cm ³)	1.883	1.934	1.843	1.927
Promedio		pd=	1.90	(g/cm ³)

Cantera 02	01	02	03
A. Masa de la muestra de Suelo (g).	831.74	208.77	85.53
B. Masa de la muestra + parafina mw (g).	852.86	216.56	92.60
C. Masa de la muestra + parafina sumergida en agua mg (g)	455.00	109.00	34.00
D. Densidad de la parafina pd (g/cm ³)	0.92	0.92	0.92
E. Volumen de la muestra V (cm ³)	374.90	99.09	50.92
F. Densidad de la masa ρ (g/cm ³)	2.219	2.107	1.680
G. Contenido de Humedad (w%)	1.35	1.35	1.35
H. Densidad seca pd (g/cm ³)	2.189	2.079	1.657
Promedio	pd=	1.98	(g/cm ³)

Cantera 02	01	02	03
A. Masa de la muestra de Suelo (g).	368.85	285.57	194.37
B. Masa de la muestra + parafina mw (g).	396.76	302.6	212.12
C. Masa de la muestra + parafina sumergida en agua mg (g)	167.00	131.00	90.00
D. Densidad de la parafina pd (g/cm ³)	0.92	0.92	0.92
E. Volumen de la muestra V (cm ³)	199.42	153.09	102.83
F. Densidad de la masa ρ (g/cm ³)	1.850	1.865	1.890
G. Contenido de Humedad (w%)	23.73	23.73	23.73
H. Densidad seca pd (g/cm ³)	1.495	1.508	1.528
Promedio	pd=	1.51	(g/cm ³)



GRAVEDAD ESPECIFICA DE LOS SOLIDOS DEL SUELO

PROYECTO	Evaluación de la susceptibilidad a la tubificación de las arcillas de las canteras de Curayllo para construir la presa de tierra Chaqa-Qarqa, Azángaro, Puno 2023.		
MUESTRA	CANTERA 1, 2 y 3	TESISTA	Bach. Ronald Mamani Anahua
PROFUNDIDAD	1.50 m.	ASESOR	Ing. Roberto Mariano Garcia Loayza
		FECHA	14/07/2023

CANTERA 1	01	02	Obs
A. Peso de la Fiola (g)	167.17	167.17	Dato de Lab.
B. Peso de la Fiola + muestra seca (g)	290.33	286.67	Dato de Lab.
C. Peso de la muestra de suelo seco (g)	123.16	119.5	Calculado
D. Peso de la muestra seca + fiola + agua (g)	743.01	744.43	Dato de Lab.
E. Peso de la fiola + agua (g)	667.17	667.17	Dato de Lab.
F. Gravedad específica relativa de sólidos (Gs)	2.60	2.83	Calculado
G. Temperatura de ensayo (°C)	20	20	Dato de Lab.
H. Corrección por temperatura	1.000	1.000	Tabla
I. Gravedad específica relativa de sólidos corregida	2.60	2.83	Calculado
J. Verificación de error %	1.00	1.00	<1.02 ok
K. Gravedad específica promedio de sólidos del suelo (Gs)	2.716		Calculado

CANTERA 2	01	02	Obs
A. Peso de la Fiola (g)	159.44	159.44	Dato de Lab.
B. Peso de la Fiola + muestra seca (g)	273.05	279.17	Dato de Lab.
C. Peso de la muestra de suelo seco (g)	113.61	119.73	Calculado
D. Peso de la muestra seca + fiola + agua (g)	735.83	734.51	Dato de Lab.
E. Peso de la fiola + agua (g)	659.44	659.44	Dato de Lab.
F. Gravedad específica relativa de sólidos (Gs)	3.05	2.68	Calculado
G. Temperatura de ensayo (°C)	20	20	Dato de Lab.
H. Corrección por temperatura	1.000	1.000	Tabla
I. Gravedad específica relativa de sólidos corregida	3.05	2.68	Calculado
J. Verificación de error %	1.00	1.00	<1.02 ok
K. Gravedad específica promedio de sólidos del suelo (Gs)	2.867		Calculado

CANTERA 3	01	02	Obs
A. Peso de la Fiola (g)	149.42	149.42	Dato de Lab.
B. Peso de la Fiola + muestra seca (g)	238.51	248.64	Dato de Lab.
C. Peso de la muestra de suelo seco (g)	89.09	99.22	Calculado
D. Peso de la muestra seca + fiola + agua (g)	709.46	710.98	Dato de Lab.
E. Peso de la fiola + agua (g)	649.42	649.42	Dato de Lab.
F. Gravedad específica relativa de sólidos (Gs)	3.07	2.63	Calculado
G. Temperatura de ensayo (°C)	20	20	Dato de Lab.
H. Corrección por temperatura	1.000	1.000	Tabla
I. Gravedad específica relativa de sólidos corregida	3.07	2.63	Calculado
J. Verificación de error %	1.00	1.00	<1.02 ok
K. Gravedad específica promedio de sólidos del suelo (Gs)	2.851		Calculado

ANEXO 5



LIMITES DE CONSISTENCIA

PROYECTO	Evaluación de la susceptibilidad a la tubificación de las arcillas de las canteras de Curayllo para construir la presa de tierra Chaqa-Qarqa, Azángaro, Puno 2023.		
MUESTRA	CANTERA 1	TESISTA	Bach. Ronald Mamani Anahua
PROFUNDIDAD	1.50 m.	ASESOR	Ing. Roberto Mariano Garcia Loayza
		FECHA	17/07/2023

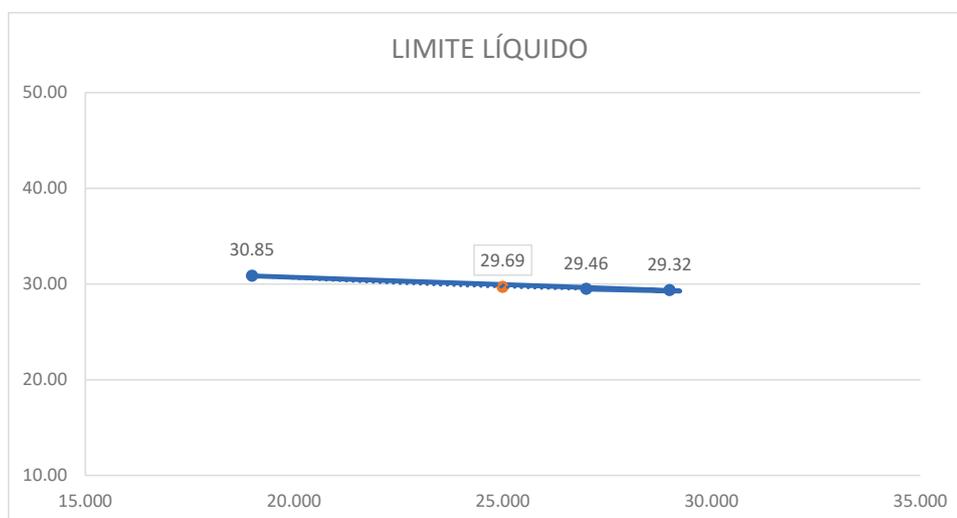
LIMITE LIQUIDO

Ensayo	N°	1	2	3
Capsula	Cod.	T-09	T-02	T-07
Capsula+suelo humedo	g.	40.34	36.48	38.13
Capsula+suelo seco	g.	36.99	34.02	35.16
Agua	g.	3.35	2.46	2.97
Peso de la capsula	g.	26.13	25.63	25.08
Peso del suelo seco	g.	10.86	8.39	10.08
Contenido de humedad	%	30.85	29.32	29.46
Numero de golpes	N	19	29	27

LIMITE PLASTICO

Ensayo	N°	1	2
Capsula	Cod.	S-50	T-04
Capsula+suelo humedo	g.	28.86	33.62
Capsula+suelo seco	g.	28.10	32.38
Agua	g.	0.76	1.24
Peso de la capsula	g.	21.99	25.16
Peso del suelo seco	g.	6.11	7.22
Límite Plástico	%	12.44	17.17

Límite Líquido	29.69
Límite Plástico	14.81
Índice de plasticidad	14.88





LIMITES DE CONSISTENCIA

PROYECTO	Evaluación de la susceptibilidad a la tubificación de las arcillas de las canteras de Curayllo para construir la presa de tierra Chaqa-Qarqa, Azángaro, Puno 2023.		
MUESTRA	CANTERA 2	TESISTA	Bach. Ronald Mamani Anahua
PROFUNDIDAD	1.50 m.	ASESOR	Ing. Roberto Mariano Garcia Loayza
		FECHA	18/07/2023

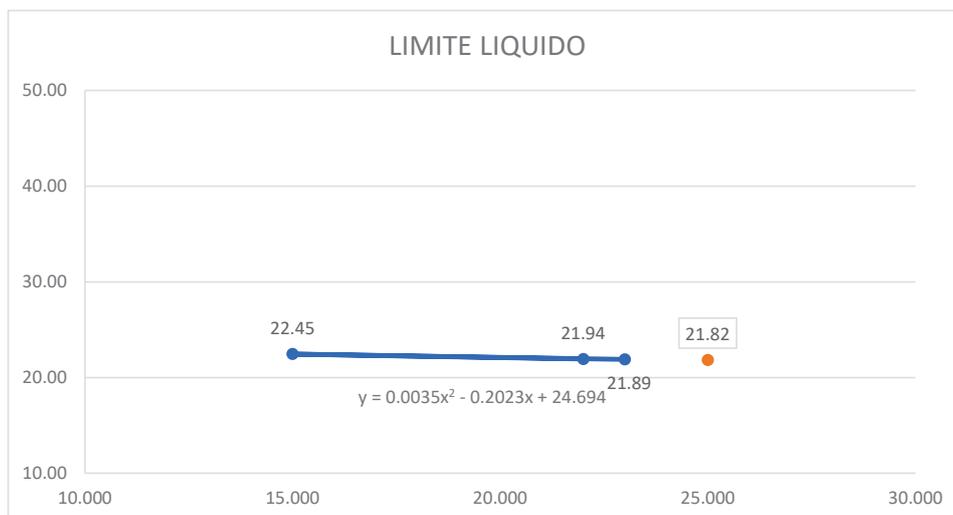
LIMITE LIQUIDO

Ensayo	N°	1	2	3
Capsula	Cod.	G-03	ZY-07	OC-06
Capsula+suelo humedo	g.	39.77	32.98	39.3
Capsula+suelo seco	g.	37.04	30.87	36.99
Agua	g.	2.73	2.11	2.31
Peso de la capsula	g.	24.57	21.47	26.46
Peso del suelo seco	g.	12.47	9.4	10.53
Contenido de humedad	%	21.89	22.45	21.94
Numero de golpes	N	23	15	22

LIMITE PLASTICO

Ensayo	N°	1	2
Capsula	Cod.	S-29	S-41
Capsula+suelo humedo	g.	29.17	27.59
Capsula+suelo seco	g.	27.96	26.37
Agua	g.	1.21	1.22
Peso de la capsula	g.	19.49	18.03
Peso del suelo seco	g.	8.47	8.34
Límite Plástico	%	14.29	14.63

Límite Líquido	21.82
Límite Plástico	14.46
Índice de plasticidad	7.37





LIMITES DE CONSISTENCIA

PROYECTO	Evaluación de la susceptibilidad a la tubificación de las arcillas de las canteras de Curayllo para construir la presa de tierra Chaqa-Qarqa, Azángaro, Puno 2023.		
MUESTRA	CANTERA 3	TESISTA	Bach. Ronald Mamani Anahua
PROFUNDIDAD	1.50 m.	ASESOR	Ing. Roberto Mariano Garcia Loayza
		FECHA	19/07/2023

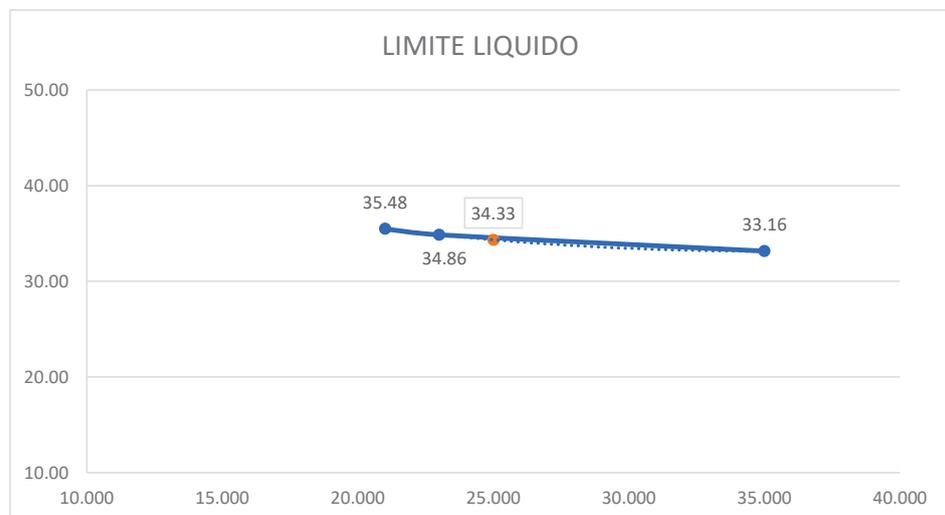
LIMITE LIQUIDO

Ensayo	N°	1	2	3
Capsula	Cod.	T-08	T-09	OC-02
Capsula+suelo humedo	g.	35.7	34.94	35.18
Capsula+suelo seco	g.	32.35	31.79	32.59
Agua	g.	3.35	3.15	2.59
Peso de la capsula	g.	22.74	22.29	25.29
Peso del suelo seco	g.	9.61	9.5	7.3
Contenido de humedad	%	34.86	33.16	35.48
Numero de golpes	N	23	35	21

LIMITE PLASTICO

Ensayo	N°	1	2
Capsula	Cod.	S-26	S-12
Capsula+suelo humedo	g.	25.93	25.22
Capsula+suelo seco	g.	25.11	24.41
Agua	g.	0.82	0.81
Peso de la capsula	g.	19.99	19.07
Peso del suelo seco	g.	5.12	5.34
Límite Plástico	%	16.02	15.17

Límite Líquido	34.33
Límite Plástico	15.59
Indice de plasticidad	18.74



ANEXO 6



ANALISIS GRANULOMETRICO MEDIANTE HIDROMETRO ASTM - D 421-58 y D422-6

PROYECTO	Evaluación de la susceptibilidad a la tubificación de las arcillas de las canteras de Curayllo para construir la presa de tierra Chaqa-Qarqa, Azángaro, Puno 2023.		
MUESTRA	CANTERA 1	TESISTA	Bach. Ronald Mamani Anahua
PROFUNDIDAD	1.50 m.	ASESOR	Ing. Roberto Mariano Garcia Loayza
		FECHA	20/07/2023

Tamizado desde la malla N° 10

Peso inicial seco	200.78	Peso lavado seco	83.38
-------------------	--------	------------------	-------

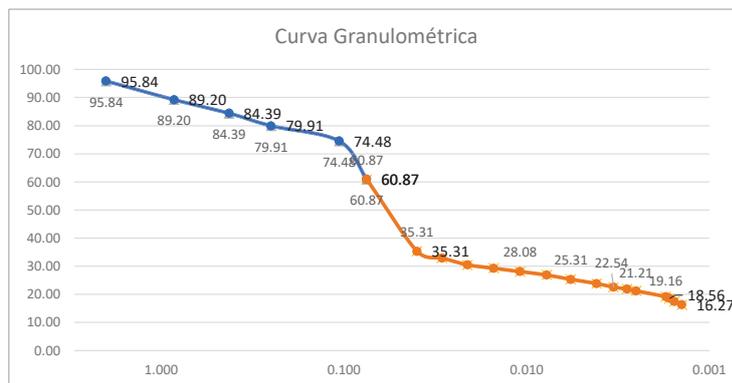
Tamiz	Diametro (mm)	Peso retenido	% parcial	% acum. Retenido	% que pasa
N° 10	2.000	8.36	4.16	4.16	95.84
N° 20	0.850	13.32	6.63	10.80	89.20
N° 40	0.425	9.67	4.82	15.61	84.39
N° 60	0.250	8.98	4.47	20.09	79.91
N° 100	0.106	10.9	5.43	25.52	74.48
N° 200	0.075	27.33	13.61	39.13	60.87
FONDO		122.22	60.87	100.00	

tipo hidrometro	151H
Agente dispersante	NaPO3
Peso seco Ws (g)	50
Cantidad dispersante	5g al 4%

Gs:	2.716
a:	0.99
Por defloculante cd:	0.6
Por menisco Cm:	1

Límites de Consistencia ASTM - D 427 / D 4318		
Limite liquido	%	29.69
Limite plastico	%	14.81
Indice de plasticidad	%	14.88
Resultados ASTM - D 421-58 y D422-63		
Coefficiente de:		
Uniformidad		----
Curvatura		----
Material:		
-Arena	%	39.13
-Limos	%	35.56
-Arcillas	%	25.31
Clasificacion		
-SUCS		CL

Fecha	hora lectura	Tiempo transcur. (min)	Temp (C°)	Correc. por temp. De la	Lectura real del hidrometro	Leectura corregida del hidrometro	% mas fino	Hidro metro correg	Longitud con R de la tabla	veloc.	Factor tabla	Diametro D(mm)	Correc. % mas fino
20/07/2023	10:53:00	1	18.1	-0.3	29	29.3	58.014	30	8.4	8.400	0.01374	0.03982	35.31
20/07/2023	10:54:00	2	18.1	-0.3	27	27.3	54.054	28	8.9	4.450	0.01374	0.02898	32.90
20/07/2023	10:56:00	4	18.1	-0.3	25	25.3	50.094	26	9.4	2.350	0.01374	0.02106	30.49
20/07/2023	11:00:00	8	18.1	-0.3	24	24.3	48.114	25	9.7	1.213	0.01374	0.01513	29.29
20/07/2023	11:08:00	16	17.8	-0.3	23	23.3	46.134	24	10	0.625	0.01374	0.01086	28.08
20/07/2023	11:26:00	32	17.8	-0.3	22	22.3	44.154	23	10.2	0.319	0.01374	0.00776	26.88
20/07/2023	11:58:00	64	16.1	-0.6	21	21	41.58	22	10.5	0.164	0.01414	0.00573	25.31
20/07/2023	13:02:00	128	15	-0.8	20	19.8	39.204	21	10.7	0.084	0.01432	0.00414	23.86
20/07/2023	14:21:00	207	14	-0.9	19	18.7	37.026	20	11	0.053	0.01451	0.00334	22.54
20/07/2023	15:51:00	297	14	-0.9	18.5	18.2	36.036	19.5	11.2	0.038	0.01451	0.00282	21.94
20/07/2023	17:21:00	387	13	-1	18	17.6	34.848	19	11.3	0.029	0.01470	0.00251	21.21
21/07/2023	09:50:00	897	11.2	-1.2	16.5	15.9	31.482	17.5	11.7	0.013	0.01511	0.00173	19.16
21/07/2023	11:20:00	987	11.2	-1.2	16	15.4	30.492	17	11.8	0.012	0.01511	0.00165	18.56
21/07/2023	13:20:00	1107	11.9	-1.1	15	14.5	28.71	16	12	0.011	0.01490	0.00155	17.48
21/07/2023	17:20:00	1347	11.9	-1.1	14	13.5	26.73	15	12.1	0.009	0.01490	0.00141	16.27





ANALISIS GRANULOMETRICO MEDIANTE HIDROMETRO ASTM - D 421-58 y D422-6

PROYECTO	Evaluación de la susceptibilidad a la tubificación de las arcillas de las canteras de Curayllo para construir la presa de tierra Chaqa-Qarqa, Azángaro, Puno 2023.		
MUESTRA	CANTERA 2	TESISTA	Bach. Ronald Mamani Anahua
PROFUNDIDAD	1.50 m.	ASESOR	Ing. Roberto Mariano Garcia Loayza
		FECHA	20/07/2023

Tamizado desde la malla N° 10

Peso inicial seco	188.43	Peso lavado seco	87.85
-------------------	--------	------------------	-------

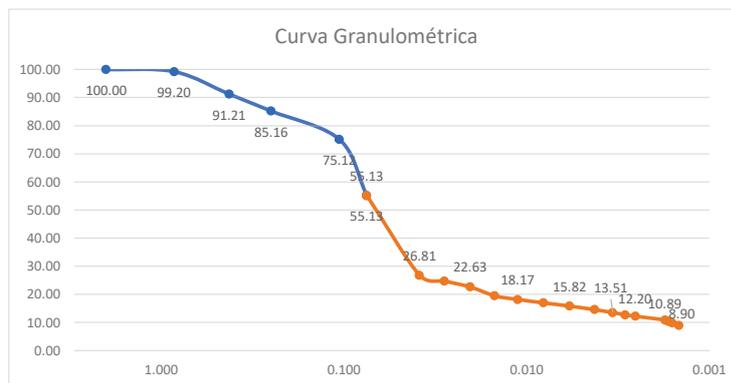
Tamiz	Diametro (mm)	Peso retenido	% parcial	% acum. Retenido	% que pasa
N° 10	2.000	0	0.00	0.00	100.00
N° 20	0.850	1.5	0.80	0.80	99.20
N° 40	0.425	15.07	8.00	8.79	91.21
N° 60	0.250	11.4	6.05	14.84	85.16
N° 100	0.106	18.92	10.04	24.88	75.12
N° 200	0.075	37.66	19.99	44.87	55.13
FONDO		103.88	55.13	100.00	

tipo hidrometro	151H
Agente dispersante	NaPO3
Peso seco Ws (g)	50
Cantidad dispersante	5g al 4%

Gs:	2.867
a:	0.95
Por defloculante cd:	0.6
Por menisco Cm:	1

Límites de Consistencia ASTM - D 427 / D 4318		
Limite liquido	%	21.82
Limite plastico	%	14.46
Indice plastico	%	7.37
Resultados ASTM - D 421-58 y D422-63		
Coefficiente de:		
Uniformidad		----
Curvatura		----
Material:		
-Arena	%	44.87
-Limos	%	39.31
-Arcillas	%	15.82
Clasificacion		
-SUCS		CL arenoso

Fecha	hora lectura	Tiempo transcur. (min)	Temp (C°)	Correc. por temp. De la	Lectura real del hidrometr	Leectura corregida del hidrometro	% mas fino	Hidro metro correg	Longitud con R de la tabla	veloc.	Factor tabla	Diametro D(mm)	Correc. % mas fino
20/07/2023	09:40:00	1	19.7	0	25	25.6	48.64	26	9.4	9.400	0.01259	0.03860	26.81
20/07/2023	09:41:00	2	19.7	0	23	23.6	44.84	24	10	5.000	0.01259	0.02815	24.72
20/07/2023	09:43:00	4	19.7	0	21	21.6	41.04	22	10.5	2.625	0.01259	0.02040	22.63
20/07/2023	09:47:00	8	19.7	0	18	18.6	35.34	19	11.3	1.413	0.01259	0.01496	19.48
20/07/2023	09:55:00	16	18.4	-0.25	17	17.35	32.965	18	11.5	0.719	0.01321	0.01120	18.17
20/07/2023	10:11:00	32	17.5	-0.4	16	16.2	30.78	17	11.8	0.369	0.01329	0.00807	16.97
20/07/2023	10:43:00	64	17	-0.5	15	15.1	28.69	16	12.1	0.189	0.01338	0.00582	15.82
20/07/2023	11:43:00	128	15.5	-0.7	14	13.9	26.41	15	12.3	0.096	0.01369	0.00424	14.56
20/07/2023	12:58:00	207	15.5	-0.7	13	12.9	24.51	14	12.6	0.061	0.01369	0.00338	13.51
20/07/2023	14:28:00	297	13.8	-0.95	12.5	12.15	23.085	13.5	12.75	0.043	0.01391	0.00288	12.73
20/07/2023	15:58:00	387	13.8	-0.95	12	11.65	22.135	13	12.9	0.033	0.01391	0.00254	12.20
21/07/2023	08:37:00	897	11.2	-1.2	11	10.4	19.76	12	13.1	0.015	0.01446	0.00175	10.89
21/07/2023	10:07:00	987	11.2	-1.2	10.5	9.9	18.81	11.5	13.25	0.013	0.01446	0.00168	10.37
21/07/2023	12:07:00	1107	11.5	-1.15	10	9.45	17.955	11	13.3	0.012	0.01457	0.00160	9.90
21/07/2023	16:07:00	1347	11.9	-1.1	9	8.5	16.15	10	13.4	0.010	0.01468	0.00146	8.90





ANALISIS GRANULOMETRICO MEDIANTE HIDROMETRO ASTM - D 421-58 y D422-6

PROYECTO	Evaluación de la susceptibilidad a la tubificación de las arcillas de las canteras de Curayllo para construir la presa de tierra Chaqa-Qarqa, Azángaro, Puno 2023.		
MUESTRA	CANTERA 3	TESISTA	Bach. Ronald Mamani Anahua
PROFUNDIDAD	1.50 m.	ASESOR	Ing. Roberto Mariano Garcia Loayza
		FECHA	20/07/2023

Tamizado desde la malla N° 10

Peso inicial seco	197.94	Peso lavado seco	77.56
-------------------	--------	------------------	-------

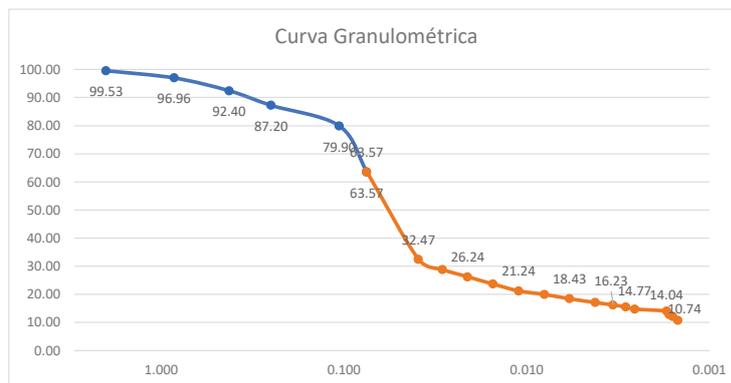
Tamiz	Diametro (mm)	Peso retenido	% parcial	% acum. Retenido	% que pasa
N° 10	2.000	0.93	0.47	0.47	99.53
N° 20	0.850	5.09	2.57	3.04	96.96
N° 40	0.425	9.02	4.56	7.60	92.40
N° 60	0.250	10.3	5.20	12.80	87.20
N° 100	0.106	14.45	7.30	20.10	79.90
N° 200	0.075	32.32	16.33	36.43	63.57
FONDO		125.83	63.57	100.00	

tipo hidrometro	151H
Agente dispersante	NaPO3
Peso seco Ws (g)	50
Cantidad dispersante	5g al 4%

Gs:	2.851
a:	0.96
Por defloculante cd:	0.6
Por menisco Cm:	1

Límites de Consistencia ASTM - D 427 / D 4318		
Limite liquido	%	34.33
Limite plastico	%	15.59
Indice plastico	%	18.74
Resultados ASTM - D 421-58 y D422-63		
Coefficiente de:		
Uniformidad		----
Curvatura		----
Material:		
-Arena	%	36.43
-Limos	%	45.14
-Arcillas	%	18.43
Clasificacion		
-SUCS	CL	

Fecha	hora lectura	Tiempo transcur. (min)	Temp (C°)	Correc. por temp. De la	Lectura real del hidrometr	Leectura corregida del hidrometro	% mas fino	Hidro metro correg	Longitud con R de la tabla	veloc.	Factor tabla	Diametro D(mm)	Correc. % mas fino
20/07/2023	10:06:00	1	20	0	26	26.6	51.072	27	9.2	9.200	0.01289	0.03910	32.47
20/07/2023	10:07:00	2	20	0	23	23.6	45.312	24	10.0	5.000	0.01289	0.02882	28.80
20/07/2023	10:09:00	4	19.5	-0.1	21	21.5	41.28	22	10.5	2.625	0.01297	0.02101	26.24
20/07/2023	10:13:00	8	19	-0.2	19	19.4	37.248	20	11.0	1.375	0.01305	0.01530	23.68
20/07/2023	10:21:00	16	19	-0.2	17	17.4	33.408	18	11.5	0.719	0.01305	0.01106	21.24
20/07/2023	10:37:00	32	18.5	-0.25	16	16.35	31.392	17	11.8	0.369	0.01313	0.00797	19.96
20/07/2023	11:09:00	64	17	-0.5	15	15.1	28.992	16	12.1	0.189	0.01338	0.00582	18.43
20/07/2023	12:09:00	128	16	-0.6	14	14	26.88	15	12.3	0.096	0.01356	0.00420	17.09
20/07/2023	13:28:00	207	15	-0.8	13.5	13.3	25.536	14.5	12.45	0.060	0.01373	0.00337	16.23
20/07/2023	14:58:00	297	14	-0.9	13	12.7	24.384	14	12.6	0.042	0.01391	0.00287	15.50
20/07/2023	16:28:00	387	13	-1	12.5	12.1	23.232	13.5	12.75	0.033	0.01409	0.00256	14.77
21/07/2023	09:03:00	897	12	-1.1	12	11.5	22.08	13	12.9	0.014	0.01428	0.00171	14.04
21/07/2023	10:33:00	987	11.5	-1.15	11	10.45	20.064	12	13.1	0.013	0.01437	0.00166	12.75
21/07/2023	12:33:00	1107	11	-1.2	10.5	9.9	19.008	11.5	13.25	0.012	0.01446	0.00158	12.08
21/07/2023	16:33:00	1347	10	-1.3	9.5	8.8	16.896	10.5	13.55	0.010	0.01478	0.00148	10.74



ANEXO 7



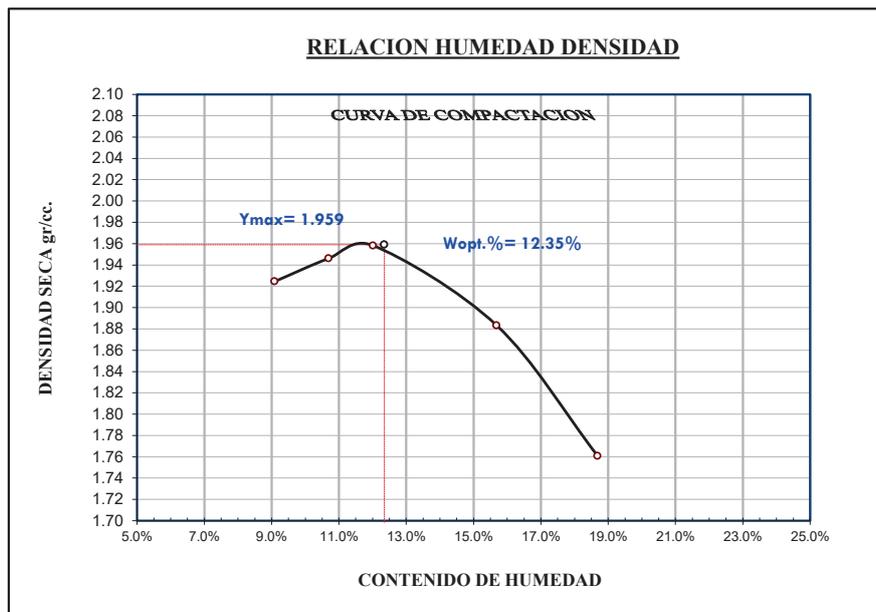
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR
(ASTM D 1557)

PROYECTO	Evaluación de la susceptibilidad a la tubificación de las arcillas de las canteras de Curayllo para construir la presa de tierra Chaqa-Qarqa, Azángaro, Puno 2023.		
MUESTRA	CANTERA 1	TESISTA	Bach. Ronald Mamani Anahua
PROFUNDIDAD	1.50 m.	ASESOR	Ing. Roberto Mariano Garcia Loayza
		FECHA	15/08/2023
MOLDE No	1	VOLUMEN DEL MOLDE	944.60 cc
No DE CAPAS	5	GOLPES POR CAPA	25

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	6143	6195	6232	6218	6134
Peso del Molde	gr.	4160	4160	4160	4160	4160
Peso del Suelo Humedo	gr/cc.	1983	2035	2072	2058	1974
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc	2.10	2.15	2.19	2.18	2.09

Capsula No	No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Suelo Humedo + Capsula	gr.	941.00	556.00	903.00	770.00	752.00	809.00	660.00	786.00	713.00	701.00
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	866.00	514.00	823.00	701.00	675.00	727.00	581.00	689.00	615.00	603.00
Peso del Agua	gr.	75.00	42.00	80.00	69.00	77.00	82.00	79.00	97.00	98.00	98.00
Peso de la Capsula	gr.	49.00	47.00	67.00	63.00	36.00	43.00	85.00	61.00	84.00	85.00
Peso del Suelo Seco	gr.	817.00	467.00	756.00	638.00	639.00	684.00	496.00	628.00	531.00	518.00
% de Humedad	%	9.18%	8.99%	10.58%	10.82%	12.05%	11.99%	15.93%	15.45%	18.46%	18.92%
Promedio de Humedad	%	9.09%		10.70%		12.02%		15.69%		18.69%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.924		1.946		1.958		1.883		1.761	

METODO : MODIFICADO A	6.50%	8.00%	9.50%	15.00%	18.00%
	MAXIMA DENSIDAD SECA :				1.96 gr/cc
	HUMEDAD OPTIMA :				12.35%





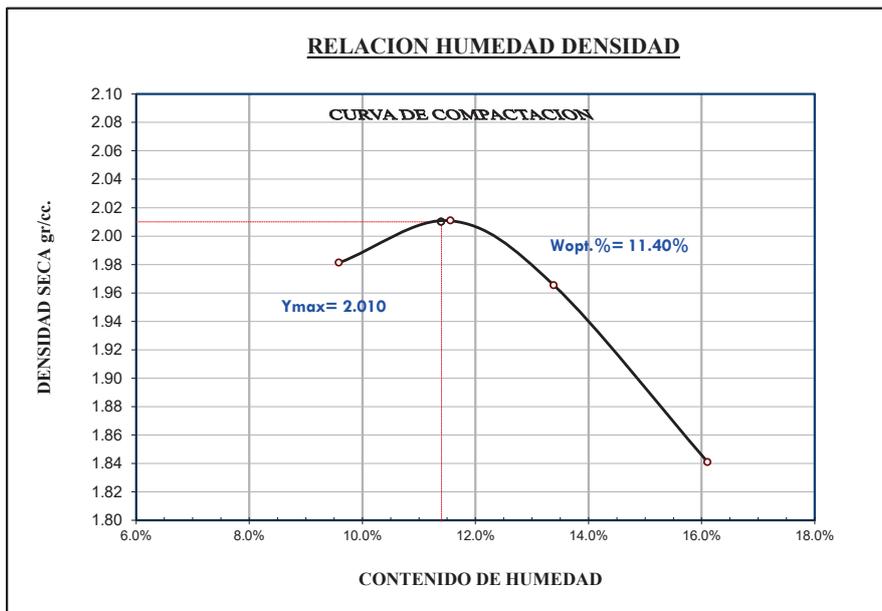
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR (ASTM D 1557)

PROYECTO	Evaluación de la susceptibilidad a la tubificación de las arcillas de las canteras de Curayllo para construir la presa de tierra Chaqa-Qarqa, Azángaro, Puno 2023.		
MUESTRA	CANTERA 2	TESISTA	Bach. Ronald Mamani Anahua
PROFUNDIDAD	1.50 m.	ASESOR	Ing. Roberto Mariano Garcia Loayza
		FECHA	16/08/2023
MOLDE No	1	VOLUMEN DEL MOLDE	944.60 cc
No DE CAPAS	5	GOLPES POR CAPA	25

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	6211	6279	6265	6179	
Peso del Molde	gr.	4160	4160	4160	4160	
Peso del Suelo Humedo	gr/cc.	2051	2119	2105	2019	
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc	2.17	2.24	2.23	2.14	

Capsula No	No	1	2	3	4	5	6	7	8		
Suelo Humedo + Capsula	gr.	747.00	836.00	693.00	1051.00	887.00	794.00	652.00	747.00		
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	688.00	770.00	634.00	938.00	791.00	710.00	570.00	653.00		
Peso del Agua	gr.	59.00	66.00	59.00	113.00	96.00	84.00	82.00	94.00		
Peso de la Capsula	gr.	70.00	85.00	37.00	85.00	70.00	86.00	63.00	67.00		
Peso del Suelo Seco	gr.	618.00	685.00	597.00	853.00	721.00	624.00	507.00	586.00		
% de Humedad	%	9.55%	9.64%	9.88%	13.25%	13.31%	13.46%	16.17%	16.04%		
Promedio de Humedad	%	9.59%		11.57%		13.39%		16.11%			
Densidad del Suelo Seco	%	1.981		2.011		1.965		1.841			

METODO : MODIFICADO A		7.00%	9.00%	12.00%	15.00%
	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	2.01 gr/cc		
	HUMEDAD OPTIMA	:	11.40%		





RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR (ASTM D 1557)

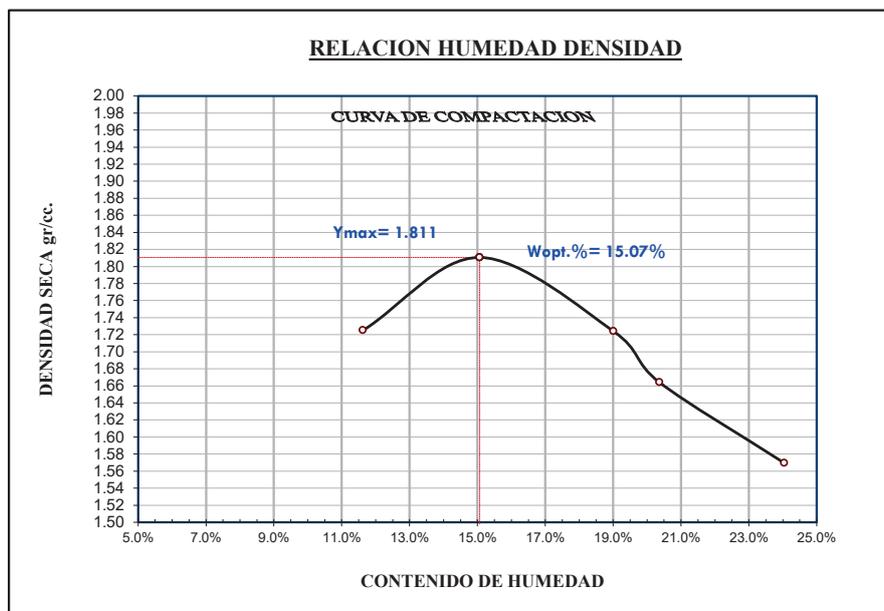
PROYECTO	Evaluación de la susceptibilidad a la tubificación de las arcillas de las canteras de Curayllo para construir la presa de tierra Chaqa-Qarqa, Azángaro, Puno 2023.		
MUESTRA	CANTERA 3	TESISTA	Bach. Ronald Mamani Anahua
PROFUNDIDAD	1.50 m.	ASESOR	Ing. Roberto Mariano Garcia Loayza
		FECHA	17/08/2023

MOLDE No	1	VOLUMEN DEL MOLDE	944.60 cc
No DE CAPAS	5	GOLPES POR CAPA	25

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	5979	6128	6098	6052	5999
Peso del Molde	gr.	4160	4160	4160	4160	4160
Peso del Suelo Humedo	gr/cc.	1819	1968	1938	1892	1839
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc	1.93	2.08	2.05	2.00	1.95

Capsula No	No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Suelo Humedo + Capsula	gr.	658.00	817.00	834.00	644.00	764.00	595.00	772.00	675.00	658.00	585.00
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	599.00	740.00	731.00	563.00	655.00	512.00	652.00	571.00	544.00	485.00
Peso del Agua	gr.	59.00	77.00	103.00	81.00	109.00	83.00	120.00	104.00	114.00	100.00
Peso de la Capsula	gr.	86.00	85.00	36.00	34.00	67.00	86.00	71.00	53.00	70.00	69.00
Peso del Suelo Seco	gr.	513.00	655.00	695.00	529.00	588.00	426.00	581.00	518.00	474.00	416.00
% de Humedad	%	11.50%	11.76%	14.82%	15.31%	18.54%	19.48%	20.65%	20.08%	24.05%	24.04%
Promedio de Humedad	%	11.63%		15.07%		19.01%		20.37%		24.04%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.725		1.811		1.724		1.664		1.569	

	4.00%	7.00%	10.00%	12.00%	15.00%
METODO : MODIFICADO A	MAXIMA DENSIDAD SECA : 1.81 gr/cc		HUMEDAD OPTIMA : 15.07%		



ANEXO 8



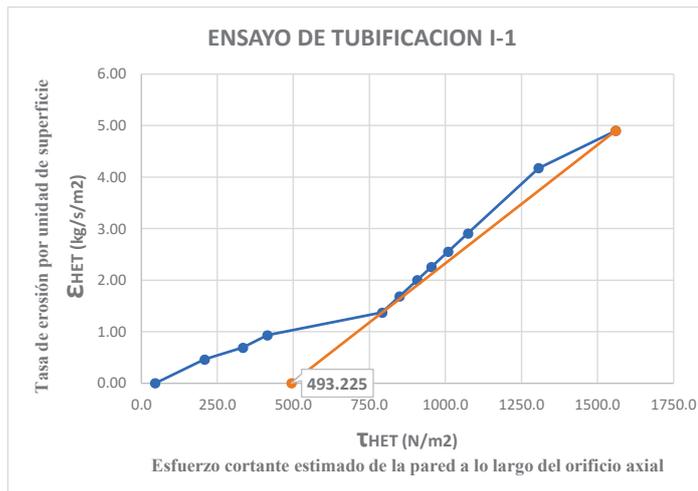
ENSAYO DE TUBIFICACION

PROYECTO	Evaluación de la susceptibilidad a la tubificación de las arcillas de las canteras de Curayllo para construir la presa de tierra Chaqa-Qarqa, Azángaro, Puno 2023.		
MUESTRA	CANTERA 1	TESISTA	Bach. Ronald Mamani Anahua
PROFUNDIDAD	1.50 m.	ASESOR	Ing. Roberto Mariano García Loayza
ENSAYO N° 01		FECHA	22/08/2023

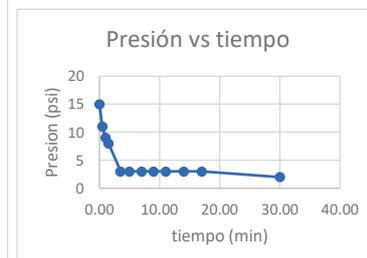
ρ_d (kg/m ³)	1960
Δh_t (m)	-
ΔZ (m)	0
Δp_t (N/m ²)	-
ρ_w (Kg/m ³)	1000
g (m/s ²)	9.81
T_t (N/m ²)	-
D_t (m)	0.003
L (m)	0.115
i_t	-
Q	-

ρ_d (kg/m ³)	: densidad del suelo.
Δh_t (m)	: caída de presión a lo largo del orificio en el tiempo t sobre una longitud L.
ΔZ (m)	: diferencia de dimensión entre los extremos del agujero.
Δp_t (N/m ²)	: diferencia de presión sobre la longitud del agujero en el tiempo t.
ρ_w (Kg/m ³)	: densidad del fluido
g (m/s ²)	: aceleración de la gravedad (9.81m/s ²).
T_t (N/m ²)	: esfuerzo cortante en el fluido en la superficie de contacto con el agujero en el tiempo t.
D_t (m)	: diámetro del agujero en el tiempo t.
L (m)	: longitud del agujero.
i_t	: gradiente hidráulico sobre la longitud del agujero en el tiempo t.
Q	: Caudal

t (min)	t (seg)	psi	mca	Δp_t (psi)	i_t	Caudal m ³ /s	diámetro conocido	Nro Reynolds	f _t	DT _t (m)	ϵ	T_t (N/m ²)	PENDIENT E
0.00	0	15	10.55	1	6.114	0.0002	0.003	61242.9	0.056	0.003	0.0000	44.982	
0.50	30	11	7.73	4	24.455	0.0002			0.466	0.00347	0.4611	208.150	0.0028
1.00	60	9	6.33	6	36.683	0.00021			0.875	0.00370	0.6881	333.063	0.0018
1.50	90	8	5.62	7	42.797	0.00022			1.285	0.00395	0.9300	414.480	0.0030
3.50	210	3	2.11	12	73.366	0.00025			2.923	0.00440	1.3702	791.360	0.0012
5.00	300	3	2.11	12	73.366	0.00025			4.151	0.00472	1.6836	848.892	0.0054
7.00	420	3	2.11	12	73.366	0.00025			5.789	0.00504	2.0016	907.280	0.0054
9.00	540	3	2.11	12	73.366	0.00025			7.427	0.00530	2.2540	953.636	0.0054
11.00	660	3	2.11	12	73.366	0.00026			9.065	0.00560	2.5507	1008.106	0.0054
14.00	840	3	2.11	12	73.366	0.00027			11.522	0.00597	2.9081	1073.728	0.0054
17.00	1020	3	2.11	12	73.366	0.0004			13.978	0.00726	4.1735	1306.057	0.0054
30.00	1800	2	1.41	13	79.480	0.0004	0.008	45932.2	24.625	0.008	4.9000	1559.390	0.0029



VALORES	1.3702	791.360
CRITICOS	4.9000	1559.390
	C_e	0.0046
	i_{HET}	2.3376
	T_{tc} (N/m ²)	493.225
Progreso de la erosión interna	Muy rápida	





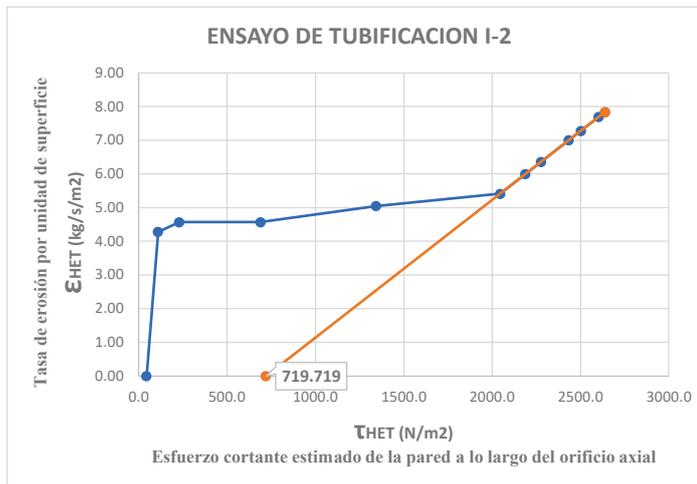
ENSAYO DE TUBIFICACION

PROYECTO	Evaluación de la susceptibilidad a la tubificación de las arcillas de las canteras de Curayllo para construir la presa de tierra Chaqa-Qarqa, Azángaro, Puno 2023.		
MUESTRA	CANTERA 1	TESISTA	Bach. Ronald Mamani Anahua
PROFUNDIDAD	1.50 m.	ASESOR	Ing. Roberto Mariano Garcia Loayza
ENSAYO N° 02		FECHA	23/08/2023

ρ_d (kg/m³)	1960
Δh_t (m)	-
ΔZ (m)	0
Δp_t (N/m²)	-
ρ_w (Kg/m³)	1000
g (m/s²)	9.81
T_t (N/m²)	-
D_t (m)	0.003
L (m)	0.115
it	-
Q	-

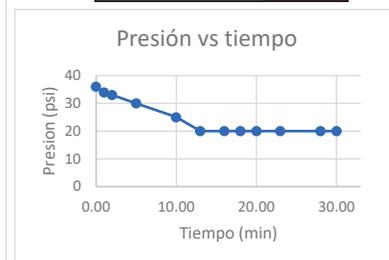
ρ_d (kg/m³)	: densidad del suelo.
Δh_t (m)	: caída de presión a lo largo del orificio en el tiempo t sobre una longitud L.
ΔZ (m)	: diferencia de dimensión entre los extremos del agujero.
Δp_t (N/m²)	: diferencia de presión sobre la longitud del agujero en el tiempo t.
ρ_w (Kg/m³)	: densidad del fluido
g (m/s²)	: aceleración de la gravedad (9.81m/s ²).
T_t (N/m²)	: esfuerzo cortante en el fluido en la superficie de contacto con el agujero en el tiempo t.
D_t (m)	: diámetro del agujero en el tiempo t.
L (m)	: longitud del agujero.
it	: gradiente hidráulico sobre la longitud del agujero en el tiempo t.
Q	: Caudal

t (min)	t (seg)	psi	mca	Δp_t (psi)	it	Caudal m ³ /s	diametro conocido	Nro Reynolds	fTt	DTt (m)	é	T_t (N/m ²)	PENDIENTE E
0.00	0	36	25.31	1	6.114	0.00026	0.003	79615.7	0.033	0.003	0.0000	44.982	
1.00	60	34	23.91	1	6.114	0.00028			2.565	0.00737	4.2827	110.509	0.0654
2.00	120	33	23.20	2	12.228	0.00031			5.098	0.00767	4.5731	229.902	0.0024
5.00	300	30	21.09	6	36.683	0.00034			12.694	0.00766	4.5708	689.501	0.0000
10.00	600	25	17.58	11	67.252	0.00038			25.355	0.00815	5.0483	1344.442	0.0007
13.00	780	20	14.06	16	97.821	0.00045			32.952	0.00853	5.4169	2045.776	0.0005
16.00	960	20	14.06	16	97.821	0.00048			40.548	0.00912	5.9987	2188.207	0.0041
18.00	1080	20	14.06	16	97.821	0.00050			45.613	0.00949	6.3622	2277.207	0.0041
20.00	1200	20	14.06	16	97.821	0.00056			50.677	0.01014	7.0008	2433.520	0.0041
23.00	1380	20	14.06	16	97.821	0.00056			58.274	0.01043	7.2824	2502.459	0.0041
28.00	1680	20	14.06	16	97.821	0.00056			70.935	0.01085	7.6923	2602.820	0.0041
30.00	1800	20	14.06	16	97.821	0.00056	0.011	46767.3	75.999	0.011	7.8400	2638.968	0.0041



VALORES	5.4169	2045.776	
CRITICOS	7.8400	2638.968	0.0041
	Ce		0.0041
	I _{HET}		2.3888
	T _{ic} (N/m ²)		719.719

Progreso de la erosión interna	Muy rápida
---------------------------------------	-------------------





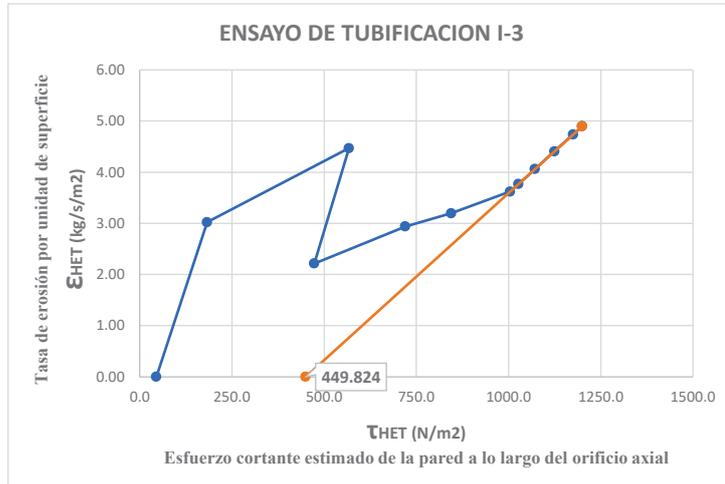
ENSAYO DE TUBIFICACION

PROYECTO	Evaluación de la susceptibilidad a la tubificación de las arcillas de las canteras de Curayllo para construir la presa de tierra Chaqa-Qarqa, Azángaro, Puno 2023.		
MUESTRA	CANTERA 1	TESISTA	Bach. Ronald Mamani Anahua
PROFUNDIDAD	1.50 m.	ASESOR	Ing. Roberto Mariano García Loayza
ENSAYO N° 03		FECHA	24/08/2023

ρ_d (kg/m³)	1960
Δh_t (m)	-
ΔZ (m)	0
Δp_t (N/m²)	-
ρ_w (Kg/m³)	1000
g (m/s²)	9.81
τ_t (N/m²)	-
D_t (m)	0.003
L (m)	0.115
it	-
Q	-

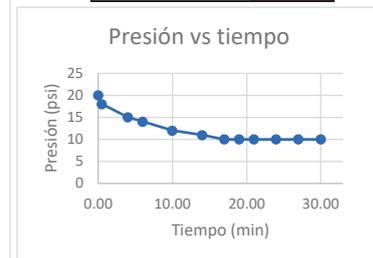
ρ_d (kg/m³)	: densidad del suelo.
Δh_t (m)	: caída de presión a lo largo del orificio en el tiempo t sobre una longitud L.
ΔZ (m)	: diferencia de dimensión entre los extremos del agujero.
Δp_t (N/m²)	: diferencia de presión sobre la longitud del agujero en el tiempo t.
ρ_w (Kg/m³)	: densidad del fluido
g (m/s²)	: aceleración de la gravedad (9.81m/s ²).
τ_t (N/m²)	: esfuerzo cortante en el fluido en la superficie de contacto con el agujero en el tiempo t.
D_t (m)	: diámetro del agujero en el tiempo t.
L (m)	: longitud del agujero.
it	: gradiente hidráulico sobre la longitud del agujero en el tiempo t.
Q	: Caudal

t (min)	t (seg)	psi	mca	Δp_t (psi)	it	Caudal m ³ /s	diametro conocido	Nro Reynolds	fTt	DTt (m)	ε	τ_t (N/m ²)	PENDIENT E
0.00	0	20	14.06	1	6.114	0.00007	0.003	21435	0.459	0.003	0.0000	44.982	
0.50	30	18	12.66	2	12.228	0.00030			1.714	0.00608	3.0227	182.460	0.0220
4.00	240	15	10.55	5	30.569	0.00033			10.500	0.00756	4.4706	566.919	0.0038
6.00	360	14	9.84	6	36.683	0.00012			15.521	0.00526	2.2150	473.235	0.0241
10.00	600	12	8.44	8	48.911	0.00015			25.562	0.00600	2.9395	719.663	0.0029
14.00	840	11	7.73	9	55.024	0.00015			35.603	0.00626	3.1961	844.948	0.0020
17.00	1020	10	7.03	10	61.138	0.00017			43.134	0.00670	3.6237	1004.259	0.0027
19.00	1140	10	7.03	10	61.138	0.00017			48.155	0.00685	3.7699	1026.619	0.0065
21.00	1260	10	7.03	10	61.138	0.00018			53.176	0.00715	4.0626	1071.404	0.0065
24.00	1440	10	7.03	10	61.138	0.00019			60.707	0.00750	4.4078	1124.217	0.0065
27.00	1620	10	7.03	10	61.138	0.0002			68.238	0.00783	4.7376	1174.677	0.0065
30.00	1800	10	7.03	10	61.138	0.0002	0.008	22966.1	75.769	0.008	4.9000	1199.531	0.0065



VALORES	3.6237	1004.259	
CRITICOS	4.9000	1199.531	0.0065
	C_e		0.0065
	l_{HET}		2.1847
	τ_c (N/m ²)		449.824

Progreso de la erosión interna **Muy rápida**





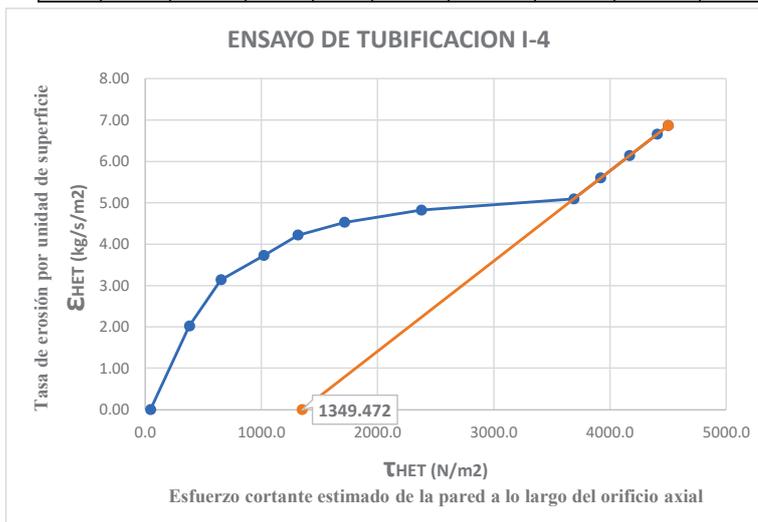
ENSAYO DE TUBIFICACION

PROYECTO	Evaluación de la susceptibilidad a la tubificación de las arcillas de las canteras de Curayllo para construir la presa de tierra Chaqa-Qarqa, Azángaro, Puno 2023.		
MUESTRA	CANTERA 1	TESISTA	Bach. Ronald Mamani Anahua
PROFUNDIDAD	1.50 m.	ASESOR	Ing. Roberto Mariano Garcia Loayza
ENSAYO N° 04		FECHA	25/08/2023

ρ_d (kg/m ³)	1960
Δh_t (m)	-
ΔZ (m)	0
Δp_t (N/m ²)	-
ρ_w (Kg/m ³)	1000
g (m/s ²)	9.81
τ_t (N/m ²)	-
D_t (m)	0.003
L (m)	0.115
i_t	-
Q	-

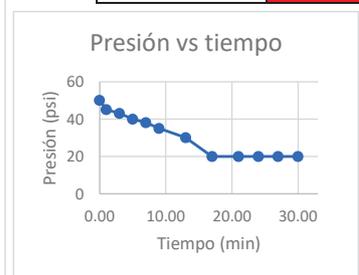
ρ_d (kg/m ³)	: densidad del suelo.
Δh_t (m)	: caída de presión a lo largo del orificio en el tiempo t sobre una longitud L.
ΔZ (m)	: diferencia de dimensión entre los extremos del agujero.
Δp_t (N/m ²)	: diferencia de presión sobre la longitud del agujero en el tiempo t.
ρ_w (Kg/m ³)	: densidad del fluido
g (m/s ²)	: aceleración de la gravedad (9.81m/s ²).
τ_t (N/m ²)	: esfuerzo cortante en el fluido en la superficie de contacto con el agujero en el tiempo t.
D_t (m)	: diámetro del agujero en el tiempo t.
L (m)	: longitud del agujero.
i_t	: gradiente hidráulico sobre la longitud del agujero en el tiempo t.
Q	: Caudal

t (min)	t (seg)	psi	mca	Δp_t (psi)	i_t	Caudal m ³ /s	diametro conocido	Nro Reynolds	fTt	DTt (m)	ϵ	τ_t (N/m ²)	PENDIENTE
0.00	0	50	35.15	1	6.114	0.00019	0.003	58180.7	0.062	0.003	0.0000	44.982	
1.00	60	45	31.64	5	30.569	0.00021			3.481	0.00506	2.0194	379.401	0.0060
3.00	180	43	30.23	7	42.797	0.00024			10.318	0.00620	3.1384	650.999	0.0041
5.00	300	40	28.12	10	61.138	0.00028			17.155	0.00680	3.7242	1019.625	0.0016
7.00	420	38	26.72	12	73.366	0.00031			23.992	0.00730	4.2169	1314.021	0.0017
9.00	540	35	24.61	15	91.707	0.00034			30.828	0.00762	4.5274	1713.784	0.0008
13.00	780	30	21.09	20	122.276	0.00036			44.502	0.00792	4.8224	2375.323	0.0004
17.00	1020	20	14.06	30	183.415	0.00042			58.176	0.00820	5.0921	3686.777	0.0002
21.00	1260	20	14.06	30	183.415	0.00044			71.850	0.00871	5.5959	3918.002	0.0022
24.00	1440	20	14.06	30	183.415	0.00048			82.105	0.00926	6.1372	4166.477	0.0022
27.00	1620	20	14.06	30	183.415	0.00052			92.361	0.00979	6.6558	4404.504	0.0022
30.00	1800	20	14.06	30	183.415	0.00052	0.01	47769.4	102.616	0.01	6.8600	4498.241	0.0022



VALORES	5.5959	3918.002	
CRITICOS	6.8600	4498.241	0.0022
	C_e		0.0022
	i_{HET}		2.6618
	τ_{tc} (N/m ²)		1349.472

Progreso de la erosión interna	Muy rápida
---------------------------------------	-------------------



ANEXO 9



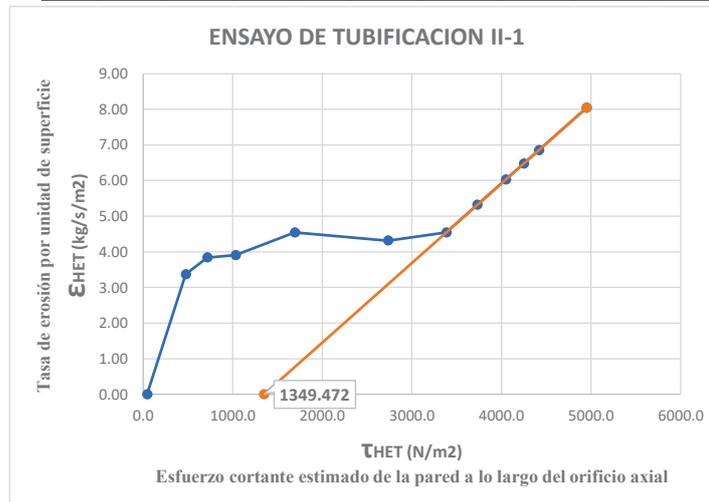
ENSAYO DE TUBIFICACION

PROYECTO	Evaluación de la susceptibilidad a la tubificación de las arcillas de las canteras de Curayllo para construir la presa de tierra Chaqa-Qarqa, Azángaro, Puno 2023.		
MUESTRA	CANTERA 2	TESISTA	Bach. Ronald Mamani Anahua
PROFUNDIDAD	1.50 m.	ASESOR	Ing. Roberto Mariano Garcia Loayza
ENSAYO N° 01		FECHA	28/08/2023

ρ_d (kg/m ³)	2010
Δh_t (m)	-
ΔZ (m)	0
Δp_t (N/m ²)	-
ρ_w (Kg/m ³)	1000
g (m/s ²)	9.81
T_t (N/m ²)	-
D_t (m)	0.003
L (m)	0.115
i_t	-
Q	-

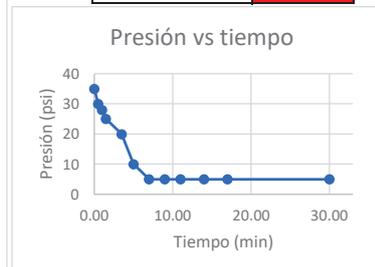
ρ_d (kg/m ³)	: densidad del suelo.
Δh_t (m)	: caída de presión a lo largo del orificio en el tiempo t sobre una longitud L.
ΔZ (m)	: diferencia de dimensión entre los extremos del agujero.
Δp_t (N/m ²)	: diferencia de presión sobre la longitud del agujero en el tiempo t.
ρ_w (Kg/m ³)	: densidad del fluido
g (m/s ²)	: aceleración de la gravedad (9.81m/s ²).
T_t (N/m ²)	: esfuerzo cortante en el fluido en la superficie de contacto con el agujero en el tiempo t.
D_t (m)	: diámetro del agujero en el tiempo t.
L (m)	: longitud del agujero.
i_t	: gradiente hidráulico sobre la longitud del agujero en el tiempo t.
Q	: Caudal

t (min)	t (seg)	psi	mca	Δp_t (psi)	i_t	Caudal m ³ /s	diámetro conocido	Nro Reynolds	fTt	DTt (m)	ϵ	T_t (N/m ²)	PENDIENTE
0.00	0	35	24.61	1	6.114	0.00038	0.003	116361	0.016	0.003	0.0000	44.982	
0.50	30	30	21.09	5	30.569	0.0004			2.994	0.00635	3.3712	476.393	0.0078
1.00	60	28	19.69	7	42.797	0.0004			5.973	0.00682	3.8398	715.892	0.0020
1.50	90	25	17.58	10	61.138	0.0004			8.952	0.00689	3.9058	1032.552	0.0002
3.50	210	20	14.06	15	91.707	0.0004			20.868	0.00752	4.5437	1691.586	0.0010
5.00	300	10	7.03	25	#####	0.0004			29.805	0.00729	4.3139	2733.594	-0.0002
7.00	420	5	3.52	30	#####	0.0004			41.720	0.00752	4.5431	3382.919	0.0004
9.00	540	5	3.52	30	#####	0.00045			53.636	0.00829	5.3160	3728.845	0.0022
11.00	660	5	3.52	30	#####	0.0005			65.551	0.00900	6.0304	4048.580	0.0022
14.00	840	5	3.52	30	#####	0.0005			83.425	0.00945	6.4772	4248.595	0.0022
17.00	1020	5	3.52	30	#####	0.0005			101.298	0.00982	6.8530	4416.789	0.0022
30.00	1800	5	3.52	30	#####	0.0005	0.011	41756.5	178.750	0.011	8.0400	4948.065	0.0022



VALORES	4.5431	3382.919	
CRITICOS	8.0400	4948.065	0.0022
	C_e	0.0022	
	I_{HET}	2.6509	
	T_{tc} (N/m ²)	1349.472	

Progreso de la erosión interna **Muy rápida**





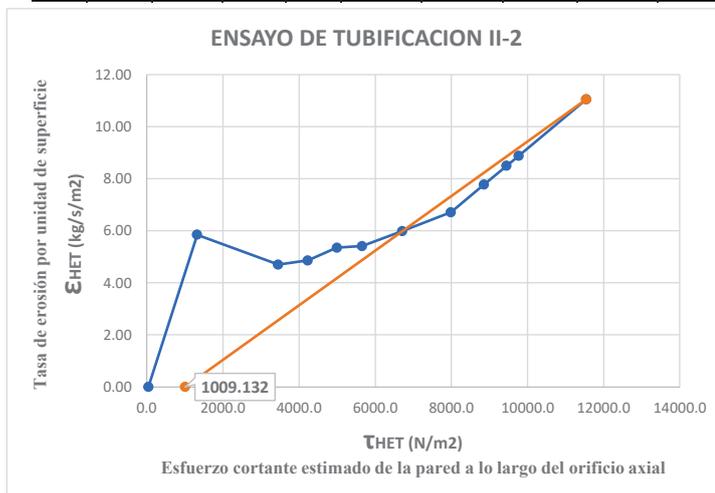
ENSAYO DE TUBIFICACION

PROYECTO	Evaluación de la susceptibilidad a la tubificación de las arcillas de las canteras de Curayllo para construir la presa de tierra Chaqa-Qarqa, Azángaro, Puno 2023.		
MUESTRA	CANTERA 1	TESISTA	Bach. Ronald Mamani Anahua
PROFUNDIDAD	1.50 m.	ASESOR	Ing. Roberto Mariano Garcia Loayza
ENSAYO N° 02		FECHA	29/08/2023

ρ_d (kg/m ³)	2010
Δh_t (m)	-
ΔZ (m)	0
Δp_t (N/m ²)	-
ρ_w (Kg/m ³)	1000
g (m/s ²)	9.81
T_t (N/m ²)	-
D_t (m)	0.003
L (m)	0.115
i_t	-
Q	-

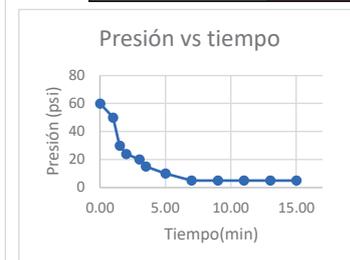
ρ_d (kg/m ³)	: densidad del suelo.
Δh_t (m)	: caída de presión a lo largo del orificio en el tiempo t sobre una longitud L.
ΔZ (m)	: diferencia de dimensión entre los extremos del agujero.
Δp_t (N/m ²)	: diferencia de presión sobre la longitud del agujero en el tiempo t.
ρ_w (Kg/m ³)	: densidad del fluido
g (m/s ²)	: aceleración de la gravedad (9.81m/s ²).
T_t (N/m ²)	: esfuerzo cortante en el fluido en la superficie de contacto con el agujero en el tiempo t.
D_t (m)	: diámetro del agujero en el tiempo t.
L (m)	: longitud del agujero.
i_t	: gradiente hidráulico sobre la longitud del agujero en el tiempo t.
Q	: Caudal

t (min)	t (seg)	psi	mca	Δp_t (psi)	i_t	Caudal m ³ /s	diámetro conocido	Nro Reynolds	$f_t t$	$D T_t$ (m)	ϵ	T_t (N/m ²)	PENDIENTE
0.00	0	60	42.19	1	6.114	0.0005	0.003	153107	0.009	0.003	0.0000	44.982	
1.00	60	50	35.15	10	61.138	0.0005			19.731	0.00882	5.8477	1322.271	0.0046
1.50	90	30	21.09	30	183.415	0.0005			29.592	0.00768	4.7002	3453.206	-0.0005
2.00	120	24	16.87	36	220.097	0.0005			39.454	0.00784	4.8644	4232.029	0.0002
3.00	180	20	14.06	40	244.553	0.0005			59.176	0.00833	5.3516	4993.055	0.0006
3.50	210	15	10.55	45	275.122	0.0005			69.037	0.00839	5.4127	5658.168	0.0001
5.00	300	10	7.03	50	305.691	0.00052			98.621	0.00896	5.9872	6715.404	0.0005
7.00	420	5	3.52	55	336.260	0.00056			138.065	0.00968	6.7162	7985.158	0.0006
9.00	540	5	3.52	55	336.260	0.00064			177.510	0.01074	7.7792	8857.434	0.0012
11.00	660	5	3.52	55	336.260	0.00068			216.955	0.01145	8.4970	9446.452	0.0012
13.00	780	5	3.52	55	336.260	0.00068			256.399	0.01184	8.8881	9767.385	0.0012
15.00	900	5	3.52	55	336.260	0.00068	0.014	44619.8	591.679	0.014	11.0550	11545.485	0.0012



VALORES	5.9872	6715.404	
CRITICOS	11.0550	11545.485	0.0010
	C_e		0.0010
	I_{HET}		2.9791
	T_e (N/m ²)		1009.132

Progreso de la erosión interna	Muy rápida
---------------------------------------	-------------------





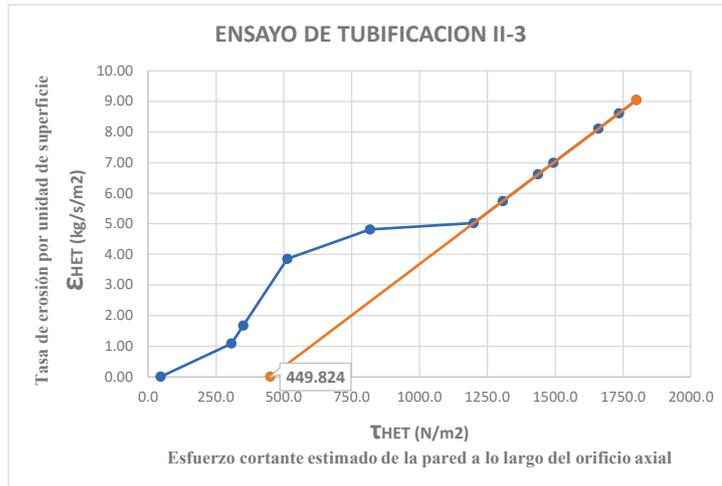
ENSAYO DE TUBIFICACION

PROYECTO	Evaluación de la susceptibilidad a la tubificación de las arcillas de las canteras de Curayllo para construir la presa de tierra Chaqa-Qarqa, Azángaro, Puno 2023.		
MUESTRA	CANTERA 1	TESISTA	Bach. Ronald Mamani Anahua
PROFUNDIDAD	1.50 m.	ASESOR	Ing. Roberto Mariano García Loayza
ENSAYO N° 03		FECHA	31/08/2023

ρ_d (kg/m³)	2010
Δh_t (m)	-
ΔZ (m)	0
Δp_t (N/m²)	-
ρ_w (Kg/m³)	1000
g (m/s²)	9.81
τ_t (N/m²)	-
D_t (m)	0.003
L (m)	0.115
it	-
Q	-

ρ_d (kg/m³)	: densidad del suelo.
Δh_t (m)	: caída de presión a lo largo del orificio en el tiempo t sobre una longitud L.
ΔZ (m)	: diferencia de dimensión entre los extremos del agujero.
Δp_t (N/m²)	: diferencia de presión sobre la longitud del agujero en el tiempo t.
ρ_w (Kg/m³)	: densidad del fluido
g (m/s²)	: aceleración de la gravedad (9.81m/s ²).
τ_t (N/m²)	: esfuerzo cortante en el fluido en la superficie de contacto con el agujero en el tiempo t.
D_t (m)	: diámetro del agujero en el tiempo t.
L (m)	: longitud del agujero.
it	: gradiente hidráulico sobre la longitud del agujero en el tiempo t.
Q	: Caudal

t (min)	t (seg)	psi	mca	Δp_t (psi)	it	Caudal m ³ /s	diametro conocido	Nro Reynolds	fTt	DTt (m)	ϵ	τ_t (N/m ²)	PENDIENT E
0.00	0	15	10.55	1	6.114	0.00013	0.003	39807.9	0.133	0.003	0.0000	44.982	
0.50	30	10	7.03	5	30.569	0.00013			3.090	0.00408	1.0845	305.816	0.0042
1.00	60	10	7.03	5	30.569	0.00013			6.048	0.00467	1.6737	349.766	0.0134
2.00	120	10	7.03	5	30.569	0.00024			11.963	0.00683	3.8526	512.306	0.0134
5.00	300	8	5.62	7	42.797	0.00025			29.708	0.00779	4.8135	817.580	0.0031
7.00	420	5	3.52	10	61.138	0.00027			41.538	0.00800	5.0236	1199.323	0.0006
10.00	600	5	3.52	10	61.138	0.00028			59.283	0.00871	5.7428	1306.624	0.0067
14.00	840	5	3.52	10	61.138	0.00030			82.943	0.00958	6.6133	1436.501	0.0067
17.00	1020	5	3.52	10	61.138	0.00030			100.688	0.00996	6.9940	1493.294	0.0067
20.00	1200	5	3.52	10	61.138	0.00036			118.433	0.01107	8.1065	1659.270	0.0067
25.00	1500	5	3.52	10	61.138	0.00036			148.008	0.01157	8.6135	1734.920	0.0067
30.00	1800	5	3.52	10	61.138	0.00036	0.012	27559.3	177.583	0.012	9.0450	1799.296	0.0067



VALORES	5.0236	1199.323	
CRITICOS	9.0450	1799.296	0.0067
	Ce		0.0067
	l _{HET}		2.1738
	τ_t (N/m ²)		449.824

Progreso de la erosión interna **Muy rápida**





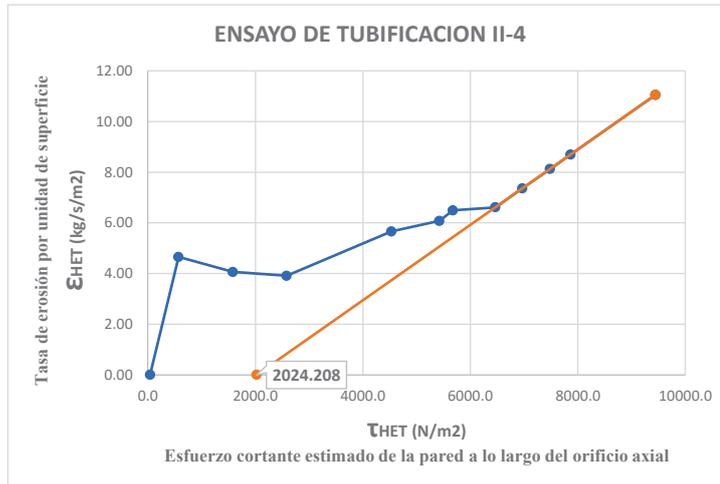
ENSAYO DE TUBIFICACION

PROYECTO	Evaluación de la susceptibilidad a la tubificación de las arcillas de las canteras de Curayllo para construir la presa de tierra Chaqa-Qarqa, Azángaro, Puno 2023.		
MUESTRA	CANTERA 2	TESISTA	Bach. Ronald Mamani Anahua
PROFUNDIDAD	1.50 m.	ASESOR	Ing. Roberto Mariano Garcia Loayza
ENSAYO N° 04		FECHA	1/09/2023

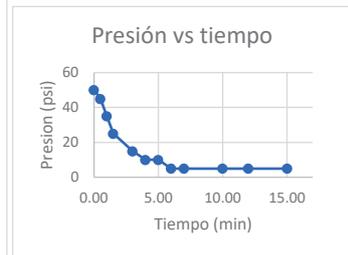
ρ_d (kg/m ³)	2010
Δh_t (m)	-
ΔZ (m)	0
Δp_t (N/m ²)	-
ρ_w (Kg/m ³)	1000
g (m/s ²)	9.81
T_t (N/m ²)	-
D_t (m)	0.003
L (m)	0.115
i_t	-
Q	-

ρ_d (kg/m ³)	: densidad del suelo.
Δh_t (m)	: caída de presión a lo largo del orificio en el tiempo t sobre una longitud L.
ΔZ (m)	: diferencia de dimensión entre los extremos del agujero.
Δp_t (N/m ²)	: diferencia de presión sobre la longitud del agujero en el tiempo t.
ρ_w (Kg/m ³)	: densidad del fluido
g (m/s ²)	: aceleración de la gravedad (9.81m/s ²).
T_t (N/m ²)	: esfuerzo cortante en el fluido en la superficie de contacto con el agujero en el tiempo t.
D_t (m)	: diámetro del agujero en el tiempo t.
L (m)	: longitud del agujero.
i_t	: gradiente hidráulico sobre la longitud del agujero en el tiempo t.
Q	: Caudal

t (min)	t (seg)	psi	mca	Δp_t (psi)	i_t	Caudal m ³ /s	diametro conocido	Nro Reynolds	fTt	DTt (m)	ϵ	T_t (N/m ²)	PENDIENTE
0.00	0	50	35.15	1	6.114	0.00034	0.003	104113	0.019	0.003	0.0000	44.982	
0.50	30	45	31.64	5	30.569	0.00034			10.382	0.00764	4.6587	572.439	0.0088
1.00	60	35	24.61	15	91.707	0.00034			20.745	0.00704	4.0596	1583.254	-0.0006
1.50	90	25	17.58	25	152.845	0.00034			31.109	0.00689	3.9117	2583.572	-0.0001
3.00	180	15	10.55	35	213.984	0.00050			62.198	0.00864	5.6641	4532.088	0.0009
4.00	240	10	7.03	40	244.553	0.00052			82.924	0.00905	6.0772	5426.080	0.0005
5.00	300	10	7.03	40	244.553	0.00052			103.650	0.00946	6.4921	5673.671	0.0017
6.00	360	5	3.52	45	275.122	0.00052			124.376	0.00958	6.6156	6465.762	0.0002
7.00	420	5	3.52	45	275.122	0.00058			145.102	0.01032	7.3605	6965.896	0.0015
10.00	600	5	3.52	45	275.122	0.00058			207.280	0.01109	8.1276	7480.900	0.0015
12.00	720	5	3.52	45	275.122	0.0006			248.732	0.01166	8.6991	7864.626	0.0015
15.00	900	5	3.52	45	275.122	0.0006	0.014	39370.4	621.801	0.014	11.0550	9446.306	0.0015



VALORES	6.6156	6465.762	
CRITICOS	11.0550	9446.306	0.0015
	C_e		0.0015
	I_{HET}		2.8270
	T_{te} (N/m ²)		2024.208
Progreso de la erosión interna			Muy rápida



ANEXO 10



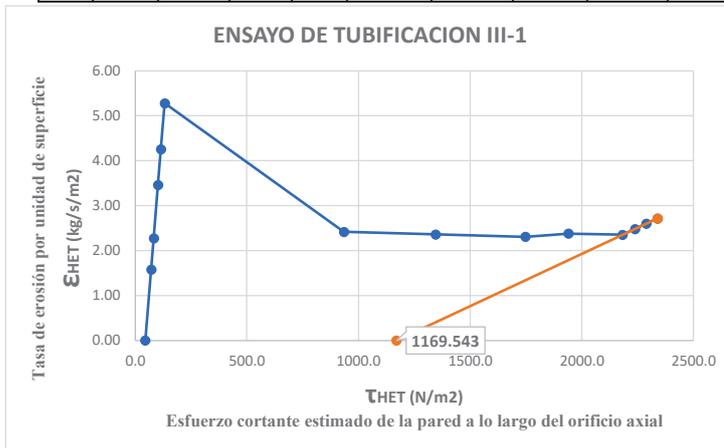
ENSAYO DE TUBIFICACION

PROYECTO	Evaluación de la susceptibilidad a la tubificación de las arcillas de las canteras de Curayllo para construir la presa de tierra Chaqa-Qarqa, Azángaro, Puno 2023.		
MUESTRA	CANTERA 3	TESISTA	Bach. Ronald Mamani Anahua
PROFUNDIDAD	1.50 m.	ASESOR	Ing. Roberto Mariano García Loayza
ENSAYO N° 01		FECHA	4/09/2023

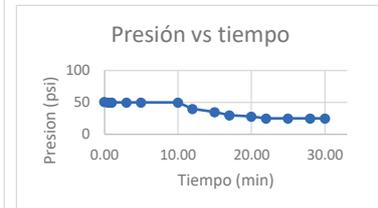
ρ_d (kg/m ³)	1810
Δh_t (m)	-
ΔZ (m)	0
Δp_t (N/m ²)	-
ρ_w (Kg/m ³)	1000
g (m/s ²)	9.81
τ_t (N/m ²)	-
D_t (m)	0.003
L (m)	0.115
i_t	-
Q	-

ρ_d (kg/m ³)	: densidad del suelo.
Δh_t (m)	: caída de presión a lo largo del orificio en el tiempo t sobre una longitud L.
ΔZ (m)	: diferencia de dimensión entre los extremos del agujero.
Δp_t (N/m ²)	: diferencia de presión sobre la longitud del agujero en el tiempo t.
ρ_w (Kg/m ³)	: densidad del fluido
g (m/s ²)	: aceleración de la gravedad (9.81m/s ²).
τ_t (N/m ²)	: esfuerzo cortante en el fluido en la superficie de contacto con el agujero en el tiempo t.
D_t (m)	: diámetro del agujero en el tiempo t.
L (m)	: longitud del agujero.
i_t	: gradiente hidráulico sobre la longitud del agujero en el tiempo t.
Q	: Caudal

t (min)	t (seg)	psi	mca	Δp_t (psi)	i_t	Caudal m ³ /s	diámetro conocido	Nro Reynolds	fTt	DTt (m)	ϵ	τ_t (N/m ²)	PENDIENTE
0.00	0	51	35.86	1	6.114	0.00018	0.003	55118.6	0.069	0.003	0.0000	44.982	
0.50	30	50	35.15	1	6.114	0.00018			0.687	0.00475	1.5801	71.162	0.0604
1.00	60	50	35.15	1	6.114	0.00019			1.305	0.00551	2.2747	82.670	0.0604
3.00	180	50	35.15	1	6.114	0.00019			3.777	0.00682	3.4562	102.245	0.0604
5.00	300	50	35.15	1	6.114	0.0002			6.249	0.00770	4.2514	115.420	0.0604
10.00	600	50	35.15	1	6.114	0.0002			12.429	0.00883	5.2784	132.435	0.0604
12.00	720	40	28.12	11	67.252	0.0002			14.901	0.00567	2.4161	935.132	-0.0036
15.00	900	35	24.61	16	97.821	0.00021			18.609	0.00561	2.3600	1345.338	-0.0001
17.00	1020	30	21.09	21	128.390	0.00022			21.081	0.00555	2.3053	1746.729	-0.0001
20.00	1200	28	19.69	23	140.618	0.00022			24.789	0.00563	2.3772	1940.465	0.0004
22.00	1320	25	17.58	26	158.959	0.00022			27.261	0.00560	2.3492	2181.517	-0.0001
25.00	1500	25	17.58	26	158.959	0.00022			30.969	0.00574	2.4800	2237.874	0.0023
28.00	1680	25	17.58	26	158.959	0.00022			34.677	0.00587	2.5989	2289.066	0.0006
30.00	1800	25	17.58	26	158.959	0.00022	0.006	33683.6	38.635	0.006	2.7150	2339.085	0.0023



VALORES	2.3492	2181.517	
CRITICOS	2.7150	2339.085	0.0023
	C_e		0.0023
	I_{HET}		2.6342
	T_{te} (N/m ²)		1169.543
	Progreso de la erosión interna		Muy rápida





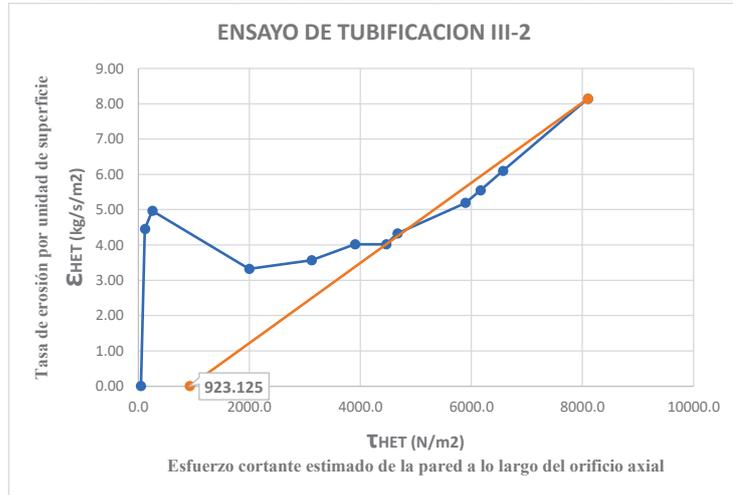
ENSAYO DE TUBIFICACION

PROYECTO	Evaluación de la susceptibilidad a la tubificación de las arcillas de las canteras de Curayllo para construir la presa de tierra Chaqa-Qarqa, Azángaro, Puno 2023.		
MUESTRA	CANTERA 3	TESISTA	Bach. Ronald Mamani Anahua
PROFUNDIDAD	1.50 m.	ASESOR	Ing. Roberto Mariano García Loayza
ENSAYO N° 02		FECHA	5/09/2023

ρ_d (kg/m ³)	1810
Δh_t (m)	-
ΔZ (m)	0
Δp_t (N/m ²)	-
ρ_w (Kg/m ³)	1000
g (m/s ²)	9.81
T_t (N/m ²)	-
D_t (m)	0.003
L (m)	0.115
it	-
Q	-

ρ_d (kg/m ³)	: densidad del suelo.
Δh_t (m)	: caída de presión a lo largo del orificio en el tiempo t sobre una longitud L.
ΔZ (m)	: diferencia de dimensión entre los extremos del agujero.
Δp_t (N/m ²)	: diferencia de presión sobre la longitud del agujero en el tiempo t.
ρ_w (Kg/m ³)	: densidad del fluido
g (m/s ²)	: aceleración de la gravedad (9.81m/s ²).
T_t (N/m ²)	: esfuerzo cortante en el fluido en la superficie de contacto con el agujero en el tiempo t.
D_t (m)	: diámetro del agujero en el tiempo t.
L (m)	: longitud del agujero.
it	: gradiente hidráulico sobre la longitud del agujero en el tiempo t.
Q	: Caudal

t (min)	t (seg)	psi	mca	Δp_t (psi)	it	Caudal m ³ /s	diámetro conocido	Nro Reynolds	fTt	DTt (m)	ϵ	T_t (N/m ²)	PENDIENTE E
0.00	0	50	35.15	1	6.114	0.00024	0.003	73491.5	0.039	0.003	0.0000	44.982	
0.50	30	45	31.64	1	6.114	0.00026			4.253	0.00792	4.4489	118.691	0.0604
1.00	60	40	28.12	2	12.228	0.00031			8.466	0.00849	4.9640	254.452	0.0038
2.00	120	30	21.09	20	122.276	0.00038			16.893	0.00667	3.3200	1999.769	-0.0009
3.00	180	20	14.06	30	183.415	0.00042			25.320	0.00694	3.5655	3121.695	0.0002
3.50	210	15	10.55	35	213.984	0.00050			29.533	0.00744	4.0189	3904.869	0.0006
4.00	240	10	7.03	40	244.553	0.00050			33.747	0.00744	4.0187	4462.560	0.0000
5.00	300	10	7.03	40	244.553	0.00050			42.174	0.00778	4.3257	4666.013	0.0015
8.00	480	5	3.52	45	275.122	0.00056			67.455	0.00873	5.1893	5893.171	0.0007
10.00	600	5	3.52	45	275.122	0.00056			84.309	0.00913	5.5499	6161.990	0.0013
12.00	720	5	3.52	45	275.122	0.0006			101.163	0.00974	6.0965	6569.553	0.0013
15.00	900	5	3.52	45	275.122	0.00064	0.012	48994.3	252.848	0.012	8.1450	8096.833	0.0013



VALORES	4.0187	4462.560	
CRITICOS	8.1450	8096.833	0.0011
	C_e		0.0011
	I_{HET}		2.9449
	T_{tc} (N/m ²)		923.125
Progreso de la erosión interna			Muy rápida





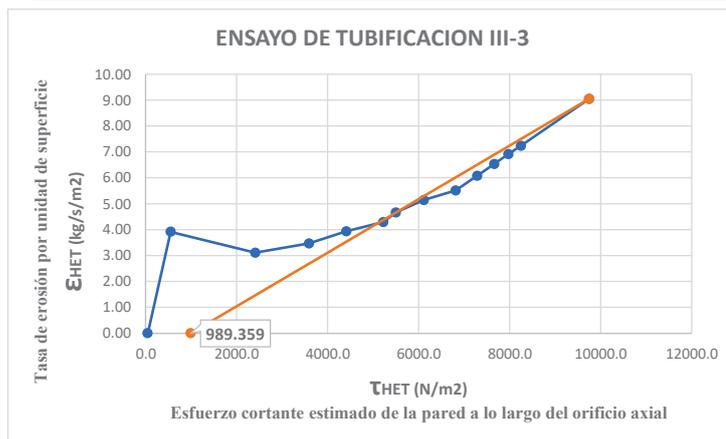
ENSAYO DE TUBIFICACION

PROYECTO	Evaluación de la susceptibilidad a la tubificación de las arcillas de las canteras de Curayllo para construir la presa de tierra Chaqa-Qarqa, Azángaro, Puno 2023.		
MUESTRA	CANTERA 1	TESISTA	Bach. Ronald Mamani Anahua
PROFUNDIDAD	1.50 m.	ASESOR	Ing. Roberto Mariano Garcia Loayza
ENSAYO N° 03		FECHA	6/09/2023

ρ_d (kg/m ³)	1810
Δh_t (m)	-
ΔZ (m)	0
Δp_t (N/m ²)	-
ρ_w (Kg/m ³)	1000
g (m/s ²)	9.81
T_t (N/m ²)	-
D_t (m)	0.003
L (m)	0.115
i_t	-
Q	-

ρ_d (kg/m ³)	: densidad del suelo.
Δh_t (m)	: caída de presión a lo largo del orificio en el tiempo t sobre una longitud L.
ΔZ (m)	: diferencia de dimensión entre los extremos del agujero.
Δp_t (N/m ²)	: diferencia de presión sobre la longitud del agujero en el tiempo t.
ρ_w (Kg/m ³)	: densidad del fluido
g (m/s ²)	: aceleración de la gravedad (9.81m/s ²).
T_t (N/m ²)	: esfuerzo cortante en el fluido en la superficie de contacto con el agujero en el tiempo t.
D_t (m)	: diámetro del agujero en el tiempo t.
L (m)	: longitud del agujero.
i_t	: gradiente hidráulico sobre la longitud del agujero en el tiempo t.
Q	: Caudal

t (min)	t (seg)	psi	mca	Δp_t (psi)	i_t	Caudal m ³ /s	diámetro conocido	Nro Reynolds	fTt	DTt (m)	$\dot{\epsilon}$	T_t (N/m ²)	PENDIENTE E
0.00	0	55	38.67	1	6.114	0.0003	0.003	91864.3	0.025	0.003	0.0000	44.982	
0.50	30	50	35.15	5	30.569	0.00035			7.974	0.00733	3.9163	549.337	0.0078
1.00	60	30	21.09	25	152.845	0.00040			15.923	0.00643	3.1070	2411.470	-0.0004
1.50	90	20	14.06	35	213.984	0.00045			23.872	0.00684	3.4720	3587.716	0.0003
2.00	120	15	10.55	40	244.553	0.00050			31.821	0.00735	3.9400	4410.417	0.0006
2.50	150	10	7.03	45	275.122	0.00054			39.770	0.00774	4.2940	5225.641	0.0004
3.00	180	10	7.03	45	275.122	0.00056			47.719	0.00815	4.6606	5499.009	0.0013
4.00	240	8	5.62	47	287.349	0.00058			63.617	0.00868	5.1391	6115.966	0.0008
5.00	300	5	3.52	50	305.691	0.0006			79.515	0.00909	5.5071	6811.257	0.0005
7.00	420	5	3.52	50	305.691	0.0006			111.311	0.00972	6.0793	7285.261	0.0008
9.00	540	5	3.52	50	305.691	0.0006			143.107	0.01022	6.5326	7660.721	0.0012
11.00	660	5	3.52	50	305.691	0.0006			174.903	0.01064	6.9112	7974.380	0.0012
13.00	780	5	3.52	50	305.691	0.0006			206.698	0.01100	7.2382	8245.275	0.0012
15.00	900	5	3.52	50	305.691	0.0006	0.013	42398.9	476.964	0.013	9.0500	9746.188	0.0012



VALORES	4.6606	5499.009	
CRITICOS	9.0500	9746.188	0.0010
	C_e		0.0010
	I_{HET}		2.9857
	T_{tc} (N/m ²)		989.359
Progreso de la erosión interna			Muy rápida





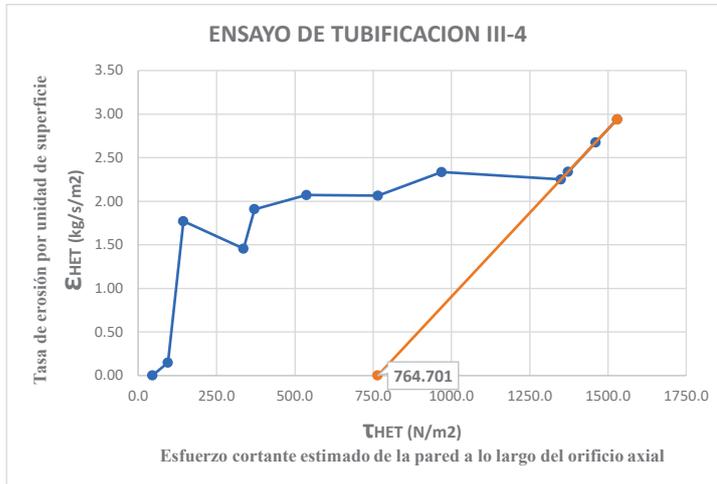
ENSAYO DE TUBIFICACION

PROYECTO	Evaluación de la susceptibilidad a la tubificación de las arcillas de las canteras de Curayllo para construir la presa de tierra Chaqa-Qarqa, Azángaro, Puno 2023.		
MUESTRA	CANTERA 3	TESISTA	Bach. Ronald Mamani Anahua
PROFUNDIDAD	1.50 m.	ASESOR	Ing. Roberto Mariano García Loayza
ENSAYO N° 04		FECHA	7/09/2023

ρ_d (kg/m ³)	1960
Δh_t (m)	-
ΔZ (m)	0
Δp_t (N/m ²)	-
ρ_w (Kg/m ³)	1000
g (m/s ²)	9.81
τ_t (N/m ²)	-
D_t (m)	0.003
L (m)	0.115
i_t	-
Q	-

ρ_d (kg/m ³)	: densidad del suelo.
Δh_t (m)	: caída de presión a lo largo del orificio en el tiempo t sobre una longitud L.
ΔZ (m)	: diferencia de dimensión entre los extremos del agujero.
Δp_t (N/m ²)	: diferencia de presión sobre la longitud del agujero en el tiempo t.
ρ_w (Kg/m ³)	: densidad del fluido
g (m/s ²)	: aceleración de la gravedad (9.81m/s ²).
τ_t (N/m ²)	: esfuerzo cortante en el fluido en la superficie de contacto con el agujero en el tiempo t.
D_t (m)	: diámetro del agujero en el tiempo t.
L (m)	: longitud del agujero.
i_t	: gradiente hidráulico sobre la longitud del agujero en el tiempo t.
Q	: Caudal

t (min)	t (seg)	psi	mca	Δp_t (psi)	i_t	Caudal m ³ /s	diámetro conocido	Nro Reynolds	fTt	DTt (m)	ϵ	τ_t (N/m ²)	PENDIENTE
0.00	0	35	24.61	1	6.114	0.00008	0.003	24497.2	0.351	0.003	0.0000	44.982	
0.50	30	33	23.20	2	12.228	0.00008			0.900	0.00315	0.1497	94.544	0.0030
4.00	240	33	23.20	2	12.228	0.00010			4.744	0.00481	1.7701	144.130	0.0327
6.00	360	30	21.09	5	30.569	0.00011			6.940	0.00449	1.4559	336.287	-0.0016
10.00	600	30	21.09	5	30.569	0.00011			11.333	0.00495	1.9088	370.940	0.0131
14.00	840	28	19.69	7	42.797	0.00012			15.726	0.00511	2.0717	536.754	0.0010
17.00	1020	25	17.58	10	61.138	0.00013			19.020	0.00511	2.0653	765.813	0.0000
20.00	1200	23	16.17	12	73.366	0.00015			22.315	0.00538	2.3363	968.728	0.0013
23.00	1380	18	12.66	17	103.935	0.00016			25.610	0.00530	2.2509	1350.171	-0.0002
25.00	1500	18	12.66	17	103.935	0.00016			27.806	0.00538	2.3371	1372.574	0.0038
27.00	1620	18	12.66	17	103.935	0.00018			30.002	0.00573	2.6764	1460.832	0.0038
30.00	1800	18	12.66	17	103.935	0.00018	0.006	27559.3	37.736	0.006	2.9400	1529.402	0.0038



VALORES	2.2509	1350.171	
CRITICOS	2.9400	1529.402	0.0038
	C_e		0.0038
	l_{HET}		2.4151
	τ_{te} (N/m ²)		764.701

Progreso de la erosión interna **Muy rápida**



ANEXO 11

Fotografía 1.

Zona del proyecto de la presa de tierra Chaqa-qarqa (-15.0074549, -70.0989730)



Nota: Zona de Chaqa-qarqa donde existe un río todos los años.

Fotografía 2.

Cantera N° 01(-15.0564839, -70.0254362).



Nota: Se observa el recojo de muestras de la Cantera 1.

Fotografía 3

Cantera 2 (-15.0517181, -70.0297653)



Nota: Se observa el recojo de muestras de la Cantera 2.

Fotografía 4

Cantera 3 (-15.0572429, -70.0242098)



Nota: Se observa el recojo de muestras de la Cantera 3.

Fotografía 5

Granulometría.



Nota: a) lavado de muestras. b) materiales en remojo.

Fotografía 6

Granulometría por hidrómetro.



Nota: a) muestras. b) prueba de granulométrica con el hidrómetro.

Fotografía 7.

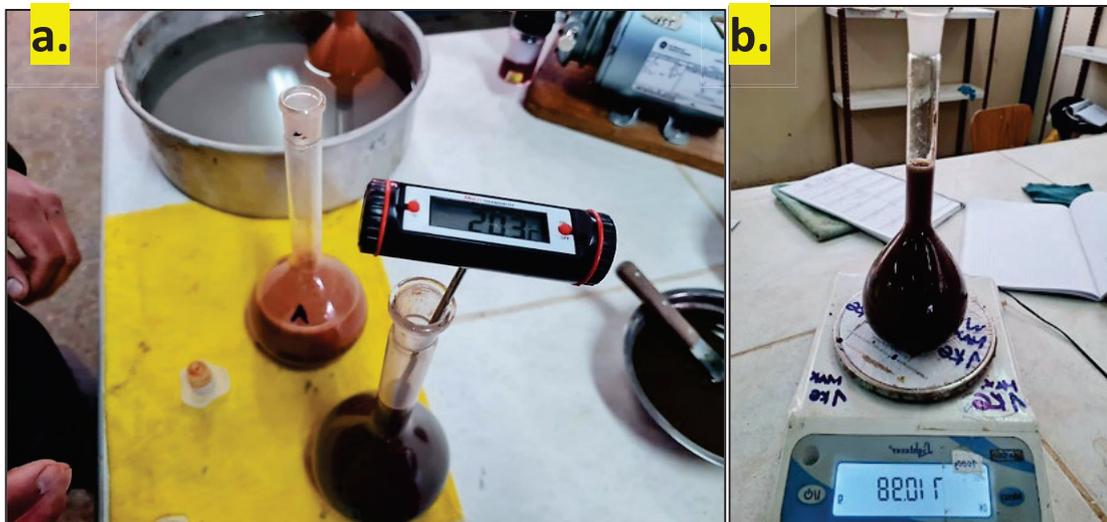
Ensayo de límites de consistencia.



Nota: a) límites de consistencia. b) muestras ensayadas.

Fotografía 8.

Ensayo de gravedad específica.



Nota: a) toma de temperatura. b) pesado de las fiolas.

Fotografía 9

Peso de las fiolas con el suelo en el ensayo de gravedad específica.



Nota: Pesado de fiolas.

Fotografía 10

Determinación del peso volumétrico mediante el desplazamiento del agua.



Nota: Procedimiento para pesar el desplazamiento de agua.

Fotografía 11

Ensayo de compactación – Proctor modificado.



Nota: a) muestra natural. b) instrumento de Proctor modificado. c) Proctor modificado.

Fotografía 12

Ensayo de la tubificación



Nota: a) preparación de la muestra. b) equipo de la tubificación. c) muestra con la parafina.

Fotografía 13

Montaje del ensayo de tubificación



Nota: Montaje en el laboratorio de Mecánica de Suelos.

Fotografía 14

Ensayo de tubificación, muestra al finalizar el ensayo de tubificación.



Nota: Montaje y realización del ensayo de tubificación.

Fotografía 15

Muestra al finalizar el ensayo de tubificación, muestra con parafina.



Nota: Muestra con parafina y desmoldaje de la misma.