

UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA SELVA CENTRAL
JUAN SANTOS ATAHUALPA



FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Modelamiento numérico del flujo de escombros en la cuenca del río
Toro, Chanchamayo – 2023”

TESIS

Para optar el título profesional de Ingeniero (a) Civil

AUTOR (s):

Huamani Escalante, Marleni

Monago Tarazona, Isaias Luciano

ASESOR:

Mg. Muñoz Paucarmayta, Marco Herber

Chanchamayo, Perú

2025

AGRADECIMIENTO

A Dios, por ser guía en cada paso de este camino.

A nuestro asesor, Mg. Marco Herber Muñiz Paucarmayta, por ser un guía esencial en cada etapa de esta investigación, sus consejos y su apoyo fueron invaluableles.

A los miembros del jurado, Dr. Abel Alberto Muñiz Paucarmayta, Mg. Armando Calcina Colqui y al Dr. Cesar Sarmiento Janampa, por sus valiosas sugerencias, que fortalecieron esta tesis.

A la Universidad Nacional Intercultural de la Selva Central Juan Santos Atahualpa, por financiar y hacer posible esta investigación.

Marleni Huamani

A Dios, por hacer posible todas las cosas.

A nuestro asesor Mg. Marco Herber Muñiz Paucarmayta, por acompañarnos y apoyarnos en todo momento para concluir el desarrollo de esta tesis.

Al Dr. Abel Alberto Muñiz Paucarmayta, por guiarnos y por compartir sus amplios conocimientos en esta materia, al Mg. Armando Calcina Colqui y al Dr. Cesar Sarmiento Janampa por su orientación en esta investigación.

A mis padres, por brindarme su apoyo constante e incondicional. A mis hermanos, por motivarme y aconsejarme día a día.

Isaias Monago

DEDICATORIA

A mis padres, Leoncio Huamani y Melchora Escalante, cuyo amor inagotable y apoyo constante me enseñaron a soñar sin límites y a trabajar con humildad y constancia.

A mis hermanos, quienes han sido mi motivación y a toda mi familia, por su amor incondicional.

A la vida, por cada desafío y aprendizaje que me formó y a cada experiencia que me hizo crecer como profesional y ser humano.

Finalmente, a todos aquellos que me acompañaron en esta travesía, les ofrezco esta tesis como símbolo de mi gratitud y del compromiso hacia nuestros sueños compartidos.

Marleni Huamani

Esta tesis, en primer lugar, está dedicada a Dios, y en segundo lugar a mis padres y hermanos, quienes son la fuente de mi motivación para seguir adelante y alcanzar mis objetivos y metas. Los quiero profundamente.

Isaias Monago

RESUMEN

La presente investigación titulada: “Modelamiento numérico del flujo de escombros en la cuenca del río Toro, Chanchamayo – 2023”, estableció como objetivo determinar la incidencia de los factores condicionantes en el flujo de escombros en la cuenca del río Toro. La metodología aplicada fue el método científico, del tipo aplicada, de nivel explicativo y diseño no experimental. El modelamiento numérico se realizó empleando el software Flo-2D. Los parámetros reológicos utilizados en el modelamiento hidráulico fueron determinados a partir de muestras geotécnicas extraídas de calicatas, y la calibración hidráulica se basó en el análisis de huellas hídricas en el cauce del río Toro. Los resultados mostraron tirantes máximos de 2.349 a 3.820 m, velocidades máximas de 4.738 a 6.078 m/s, fuerzas de impacto de 139.095 a 349.968 kN/m y volúmenes de flujo de 2.422 a 3.220 Mm³ para caudales líquidos de 77.70 a 208.00 m³/s, según periodos de retorno de 20 a 200 años respectivamente, en las cuatro secciones de monitoreo. La investigación concluye que los factores condicionantes como los parámetros geomorfológicos e hidrológicos desencadenan el flujo de escombros a lo largo del cauce del río Toro generando escenarios de peligro en la zona de la desembocadura hacia el río Chanchamayo.

Palabras clave: Flujo de escombros, factores condicionantes, parámetros geomorfológicos, parámetros hidrológicos y parámetros reológicos.

ABSTRACT

The present research entitled: “Numerical modeling of debris flow in the Toro river basin, Chanchamayo - 2023”, established the objective of determining the incidence of conditioning factors on debris flow in the Toro river basin. The methodology applied was the scientific method, of the applied type, explanatory level and non-experimental design. Numerical modeling was performed using Flo-2D software. The rheological parameters used in the hydraulic modeling were determined from geotechnical samples extracted from calicata, and the hydraulic calibration was based on the analysis of water footprints in the Toro riverbed. The results showed maximum flows from 2,349 to 3,820 m, maximum velocities from 4,738 to 6,078 m/s, impact forces from 139,095 to 349,968 kN/m and flow volumes from 2,422 to 3,220 Mm³ for liquid flows from 77.70 to 208.00 m³/s, according to return periods from 20 to 200 years respectively, in the four monitoring sections. The research concludes that conditioning factors such as geomorphological and hydrological parameters trigger debris flow along the Toro riverbed, generating dangerous scenarios in the area of the mouth towards the Chanchamayo river.

Keywords: Debris flow, conditioning factors, geomorphological parameters, hydrological parameters and rheological parameters.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación tiene como finalidad el modelamiento numérico del flujo de escombros de la cuenca del río Toro de Chanchamayo, a partir del estudio de un fluido conformado por una combinación de agua, lodo, roca y elementos flotantes que se desplazan aguas abajo. Los flujos de escombros conocidos también como huaycos, son recurrentes entre diciembre y abril de cada año ocasionando grandes daños en la infraestructura y representan un riesgo para la vida de los pobladores que habitan en los márgenes y en el cono de deyección de la cuenca.

El estudio utiliza mapas georreferenciados y simula el flujo de escombros mediante modelos numéricos, a fin de evaluar el tirante, la velocidad, fuerza de impacto y el volumen del flujo de escombros, los mismos que aún son poco conocidos a fin de tener una mejor visión de este fenómeno y que contribuya a las políticas públicas de prevención y mitigación de desastres naturales, en tal sentido, el alcance del proyecto abarca la evaluación de las características geomorfológicas e hidrológicas de la cuenca del río Toro, con el propósito de determinar las zonas potencialmente vulnerables al impacto del flujo.

En el marco de la teoría, esta investigación se orienta en la evaluación del comportamiento de un fluido no newtoniano conformado por sedimentos mezclados con agua que impulsado por las fuerzas de gravedad alcanzan gran movilidad, en este caso se evalúa la velocidad, el volumen y los riesgos asociados al flujo.

La investigación está conformada por capítulos, los cuales se describen a continuación:

Capítulo I: Muestra la identificación y determinación del problema, asimismo se describen los objetivos, hipótesis de la investigación. También contempla la justificación, importancia y las limitaciones que pueda presentar la investigación.

Capítulo II: Describe los antecedentes nacionales e internacionales de la investigación, las bases teóricas y la definición de términos básicos que se emplearon en la investigación.

Capítulo III: Presenta la metodología empleada como: ámbito, enfoque, método, nivel, tipo y diseño de investigación; así como también la población, muestra, las técnicas e instrumentos de recolección de datos y procedimientos.

Capítulo IV: Presentación, análisis e interpretación de los resultados, así como también la prueba de hipótesis y la discusión de resultados.

Finalmente se tiene las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y los anexos respectivos.

ÍNDICE

CAPITULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
1.1. Identificación y determinación del problema.....	16
1.2. Formulación de problema general y específicos	17
1.2.1. Pregunta general.....	17
1.2.2. Preguntas específicas	17
1.3. Objetivos de investigación.....	18
1.3.1. Objetivo general.....	18
1.3.2. Objetivos específicos	18
1.4. Hipótesis de investigación	18
1.4.1. Hipótesis general.....	18
1.4.2. Hipótesis específicas	18
1.5. Justificación.....	18
1.5.1. Justificación teórica	18
1.5.2. Justificación práctica.....	19
1.6. Importancia y alcance de la investigación	19
1.7. Limitaciones de la investigación	19
CAPITULO II MARCO TEÓRICO	20
2.1. Antecedentes del problema	20
2.1.1. Antecedentes nacionales	20
2.1.2. Antecedentes internacionales.....	22
2.2. Bases teóricas	25
2.2.1. Factores condicionantes	25
2.2.2. Flujo de escombros	37
2.3. Definición de términos básicos	49
CAPITULO III METODOLOGIA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN.....	50
3.1.1. Ámbito	50
3.2. Nivel, tipo y diseño de investigación.....	50

3.2.1. Nivel.....	50
3.2.2. Tipo de investigación	50
3.2.3. Diseño de investigación	51
3.3. Población y muestra	51
3.3.1. Población.....	51
3.3.2. Muestra	51
3.4. Procedimientos, técnicas e instrumentos de recolección de datos	52
3.4.1. Procedimiento	52
3.4.2. Técnicas: Observación directa	54
3.4.3. Instrumentos: Ficha de recopilación de datos	54
3.4.4. Análisis de la información	56
3.5. Análisis de datos.....	56
3.6. Consideraciones éticas.....	56
CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	58
4.1. Descripción de la zona de estudio.....	58
4.1.1. Ubicación política	58
4.1.2. Ubicación geográfica	58
4.2. Estudios previos	59
4.2.1. Trabajo de campo.....	59
4.2.2. Trabajo de laboratorio.....	61
4.2.3. Trabajo de gabinete.....	61
4.2.4. Estudio hidrológico.....	63
4.3. Presentación, análisis e interpretación de resultados	105
4.3.1. Análisis	105
4.3.2. Resultados	133
4.4. Prueba de hipótesis	147
4.5. Discusión de resultados	150
CONCLUSIONES	154
RECOMENDACIONES	156

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	157
ANEXOS	163
ANEXO 1: Matriz de operacionalización de variables	163
ANEXO 2: Matriz de consistencia	164
ANEXO 3: Instrumento de investigación validado	165
ANEXO 4: Resultados de laboratorio y certificados de calibración de equipos	178
ANEXO 5: Planos	254
ANEXO 6: Registros fotográficos	271

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación de terrenos según pendiente media.....	29
Tabla 2 Valores de Kn para la prueba de datos dudosos	30
Tabla 3 Parámetros de resistencia al flujo laminar	44
Tabla 4 Esfuerzo de cedencia y viscosidad en función del CV	44
Tabla 5 Propiedades de las matrices de flujos de lodo (Arcillas + Limos)	45
Tabla 6 Concentración del flujo en función de la concentración de sedimentos.	46
Tabla 7 Grado de validez.....	55
Tabla 8 Validez de contenido de las fichas de recolección de datos.....	55
Tabla 9 Confiabilidad	56
Tabla 10 Ubicación geográfica de la zona de estudio.	58
Tabla 11 Parámetros de plan de vuelo.....	60
Tabla 12 Parámetros Geomorfológicos de la cuenca del río Toro.	63
Tabla 13 Registros históricos de precipitación máxima de 24 horas de las estaciones meteorológicas Huasahuasi, Pichanaqui, Oxapampa y San Ramón.....	64
Tabla 14 Parámetros Estadísticos de límites de datos dudosos (Est. Huasahuasi).....	66
Tabla 15 Parámetros Estadísticos de límites de datos dudosos (Est. Pichanaqui).....	67
Tabla 16 Parámetros Estadísticos de límites de datos dudosos (Est. Oxapampa).....	68
Tabla 17 Parámetros Estadísticos de límites de datos dudosos (Est. San Ramón).....	69
Tabla 18 Parámetros Estadísticos estación Huasahuasi para TR= 20 años	71
Tabla 19 Parámetros Estadísticos estación Huasahuasi para TR= 50 años	72
Tabla 20 Parámetros Estadísticos estación Huasahuasi para TR= 100 años	72
Tabla 21 Parámetros Estadísticos estación Huasahuasi para TR= 200 años	73
Tabla 22 Parámetros Estadísticos estación Pichanaqui para TR= 20 años.....	74
Tabla 23 Parámetros Estadísticos estación Pichanaqui para TR= 50 años.....	74
Tabla 24 Parámetros Estadísticos estación Pichanaqui para TR= 100 años.....	75
Tabla 25 Parámetros Estadísticos estación Pichanaqui para TR= 200 años.....	75
Tabla 26 Parámetros Estadísticos estación Oxapampa para TR= 20 años	76
Tabla 27 Parámetros Estadísticos estación Oxapampa para TR= 50 años	77
Tabla 28 Parámetros Estadísticos estación Oxapampa para TR= 100 años	77

Tabla 29	Parámetros Estadísticos estación Oxapampa para TR= 200 años	78
Tabla 30	Parámetros Estadísticos estación San Ramón para TR= 20 años	78
Tabla 31	Parámetros Estadísticos estación San Ramón para TR= 50 años	79
Tabla 32	Parámetros Estadísticos estación San Ramón para TR= 100 años	80
Tabla 33	Parámetros Estadísticos estación San Ramón para TR= 200 años	80
Tabla 34	Precipitación máxima en 24 horas (mm).....	81
Tabla 35	Precipitación máxima en 24 horas(mm) para la Cuenca	83
Tabla 36	Valores de IDF para los diferentes años de retorno.....	86
Tabla 37	Tabla de Hietograma de un período de retorno de 20 años	87
Tabla 38	Tabla de Hietograma de un período de retorno de 50 años	89
Tabla 39	Tabla de Hietograma de un período de retorno de 100 años	90
Tabla 40	Tabla de Hietograma de un período de retorno de 200 años	91
Tabla 41	Tabla del coeficiente de infiltración	93
Tabla 42	Atributos del uso de suelo de la cuenca río Toro	93
Tabla 43	Características Geomorfológicas cuenca de drenaje río Toro	94
Tabla 44	Cuadro comparativo de los métodos empleados para la generación de caudales de diseño	103
Tabla 45	Caudales Máximos extraordinarios – río Toro	105
Tabla 46	Parámetros de geomorfológicos de la cuenca río Toro	105
Tabla 47	Pendiente media de la cuenca río Toro.....	106
Tabla 48	Cálculo de las áreas y cotas de la cuenca río Toro	107
Tabla 49	Atributos del uso de suelos en la cuenca río Toro	110
Tabla 50	Tipos de río y/o quebrada	111
Tabla 51	Condiciones hidráulicas del flujo en los cauces	111
Tabla 52	Ubicación de calicatas extraídas en la cuenca río Toro	112
Tabla 53	Análisis macrogranulométrico en la cuenca río Toro.....	113
Tabla 54	Datos obtenidos mediante análisis macrogranulométrico	115
Tabla 55	Calicatas y extracción de muestras	116
Tabla 56	Resumen de ensayos realizados en el laboratorio.	119
Tabla 57:	Caudales pico (m ³ /s), hidrogramas generados.	120
Tabla 58	Características de la malla por periodo de retorno de diseño	123

Tabla 59	Coeficientes de rugosidad “n” de Manning típicos recomendados	124
Tabla 60	Clasificación de usos de suelo	125
Tabla 61	Análisis granulométrico y límites de Atterberg.....	126
Tabla 62	Parámetros usados en el modelo reológico para la simulación con Flo-2D.....	126
Tabla 63	Tipo de superficie en cada localidad para la asignación del parámetro K	127
Tabla 64	Concentraciones volumétricas en el ámbito de estudio.....	127
Tabla 65	Parámetros obtenidos del proceso de calibración.....	130
Tabla 66	Tiempos computacionales en función al número de elementos de grillas	130
Tabla 67	Tiempo computacional del modelamiento hidráulico bidimensional Flo-2D.....	131
Tabla 68	Metodología de Mapa de Peligro.....	132
Tabla 69	Resultados de la incidencia de la pendiente en el tirante del flujo de escombros	134
Tabla 70	Resultados de la incidencia de la pendiente en la velocidad del flujo de escombros .	135
Tabla 71	Resultados de la incidencia de la pendiente en la fuerza de impacto del flujo de escombros	137
Tabla 72	Incidencia del caudal líquido en la tirante de flujo de escombros.....	138
Tabla 73	Incidencia del caudal líquido en la velocidad del flujo de escombros	140
Tabla 74	Incidencia del caudal líquido en fuerza de impacto del flujo de escombros	141
Tabla 75	Volúmenes de Ingreso y salida Flo-2D ($Q_p=77.7 \text{ m}^3/\text{s}$ y $C_v=0.28$).....	142
Tabla 76	Volúmenes de Ingreso y salida Flo-2D ($Q_p=118.0 \text{ m}^3/\text{s}$ y $C_v=0.28$).....	143
Tabla 77	Volúmenes de Ingreso y salida Flo-2D ($Q_p=158.0 \text{ m}^3/\text{s}$ y $C_v=0.28$).....	145
Tabla 78	Volúmenes de Ingreso y salida Flo-2D ($Q_p=208.0 \text{ m}^3/\text{s}$ y $C_v=0.28$).....	146
Tabla 79	Incidencia de los factores condicionantes en el volumen del flujo de escombros	146
Tabla 80	Correlación incidencia de los parámetros geomorfológicos en el flujo de escombros	148
Tabla 81	Correlación incidencia de los parámetros hidrológicos en el flujo de escombros.....	148
Tabla 82	Correlación incidencia de los factores condicionantes en el flujo de escombros.....	149

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Hidrograma según la forma de la cuenca.....	26
Figura 2 Modelo representativo del flujo de escombros	37
Figura 3 Conformación de una oleada de flujos de escombros.....	38
Figura 4 Flujograma de modelamiento de flujo de escombros con el software Flo-2D	43
Figura 5 Flujograma de modelamiento hidrológico con HEC-HMS	48
Figura 6 Delimitación del área de estudio en la cuenca río Toro.....	52
Figura 7 Diagrama de flujo del procedimiento.	54
Figura 8 Área del plan de vuelo del dron.	60
Figura 9 Ortofoto de la cuenca río Toro.....	62
Figura 10 Modelo Digital de Elevación de la cuenca río Toro.	62
Figura 11 Valores atípicos de Pmax24h (Estación Huasahuasi).....	67
Figura 12 Valores atípicos de Pmax24h (Estación Pichanaqui).....	68
Figura 13 Valores atípicos de Pmax24h (Estación Oxapampa).....	69
Figura 14 Valores atípicos de Pmax24h (Estación San Ramón).....	70
Figura 15 Cuenca del río Toro y Estaciones Meteorológicas.....	82
Figura 16 Interpolaciones de precipitación IDW para TR=20 años, TR=50 años, TR=100 años y TR=200 años	83
Figura 17 Curvas Intensidad – Duración - Frecuencia (río Toro).....	84
Figura 18 Hietograma - Cuenca río Toro (TR=20 años).....	85
Figura 19 Hietograma - Cuenca río Toro (TR=50 años).....	85
Figura 20 Hietograma - Cuenca río Toro (TR=100 años).....	85
Figura 21 Hietograma - Cuenca río Toro (TR=200 años).....	86
Figura 22 Gráfica de las curvas IDF de la cuenca río Toro para los períodos de retorno de 20, 50, 100 y 200 años.....	87
Figura 23 Gráfica del Hietograma de precipitación para un período de retorno de 20 años.....	88
Figura 24 Gráfica del Hietograma de precipitación para un período de retorno de 50 años.....	89
Figura 25 Gráfica del Hietograma de precipitación para un período de retorno de 100 años.....	91
Figura 26 Gráfica del Hietograma de precipitación para un período de retorno de 200 años.....	92

Figura 27 Modelación hidrológica de la delimitación de las subcuencas de la zona de estudio, son afluentes del río Chanchamayo.....	95
Figura 28 Caudal Máximo para TR= 20 años (Cuenca río Toro)	96
Figura 29 Caudal Máximo para TR= 50 años (Cuenca río Toro)	97
Figura 30 Caudal Máximo para TR= 100 años (Cuenca río Toro)	98
Figura 31 Caudal Máximo para TR= 200 años (Cuenca río Toro)	99
Figura 32 Caudal Máximo para TR= 20 años (Cuenca río Toro)	100
Figura 33 Caudal Máximo para TR= 50 años (Cuenca río Toro)	101
Figura 34 Caudal Máximo para TR= 100 años (Cuenca río Toro)	102
Figura 35 Caudal Máximo para TR= 200 años (Cuenca río Toro)	103
Figura 36 Hidrograma de Avenida Máxima para TR (Cuenca río Toro).....	104
Figura 37 Distribución espacial de pendientes.....	106
Figura 38 Curva hipsométrica de la cuenca de río Toro	108
Figura 39 Cobertura vegetal y uso de suelo en la cuenca río Toro.	109
Figura 40 Ubicación de calicatas a lo largo de la cuenca río Toro.....	112
Figura 41 Modelo digital de terreno del río Toro.....	121
Figura 42 Dominio computacional en el río Toro.....	122
Figura 43 Formas de construcción de hidrogramas líquidos y sólidos	128
Figura 44 Punto de calibración en campo en la ribera del río Toro	129
Figura 45 Representación de los tirantes en el proceso de calibración del río Toro	129
Figura 46 Puntos de monitoreo – río Toro	131
Figura 47 Incidencia de la pendiente del cauce principal en la tirante del flujo de escombros para los cuatro periodos de retorno en estudio	135
Figura 48 Incidencia de la pendiente del cauce principal en la velocidad del flujo de escombros para los cuatro periodos de retorno en estudio	136
Figura 49 Incidencia de la pendiente del cauce principal en la fuerza de impacto del flujo de escombros para los cuatro periodos de retorno en estudio	138
Figura 50 Gráfica del caudal líquido vs tirante del flujo de escombros.....	139
Figura 51 Gráfica de caudal líquido vs velocidad de flujo de escombros.....	140
Figura 52 Gráfica del caudal líquido vs fuerza de impacto de flujo de escombros.....	141
Figura 53 Gráfica del caudal líquido vs volumen de flujo de escombros	147

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Identificación y determinación del problema

El cambio climático es una realidad, por tal razón las tormentas pluviales y los flujos de escombros aumentarán en magnitud y frecuencia (NASA, 2022), en tal sentido será imposible la contención de los flujos de escombros a pesar de toda la tecnología que se pueda disponer.

En ese sentido en Europa, los flujos de escombros son particularmente comunes en los Alpes, es el caso de un evento catastrófico ocurrido en el Valle de Valtellina en Italia en 1987, en la que tras un período de intensas lluvias, un gran volumen de escombros se deslizó, causando la muerte de 53 personas y la destrucción de varios centros poblados y carreteras, este evento reveló la vulnerabilidad de las comunidades alpinas y la necesidad de estrategias de mitigación (ONU, 1995).

Por otro lado, en América, los deslizamientos de escombros son frecuentes en las regiones montañosas como los Andes un ejemplo devastador ocurrió en Vargas, Venezuela, en 1999 en donde después de varios días de lluvias torrenciales, se produjeron masivos flujos de escombros que provocaron el fallecimiento de más de 15,000 personas, con miles de personas desplazadas y una gran destrucción de infraestructura. (Servicio Nacional de Geología y Minería, 2007)

Asimismo, muchas regiones del Perú son vulnerables a los flujos de escombros debido a su topografía montañosa y a los patrones climáticos extremos, a lo largo de la historia, diversos eventos catastróficos han evidenciado la peligrosidad de estos fenómenos, especialmente cuando son desencadenados por precipitaciones intensas uno de estos sucedió en 2015 en donde se tiene 9 personas fallecidas, 340 familias damnificadas y varias viviendas destruidas. (INDECI, 2015)

En esa misma línea, la formación del flujo de escombros comienza con la meteorización física y química, donde las rocas sufren desgaste durante largos períodos de tiempo, exfolian, disgregan y forman rocas de gran diámetro, alcanzando tamaños de arenas y arcillas, a partir de esta condición las precipitaciones sucesivas ocurridas en la cuenca incrementan la presión en los poros del suelo hasta activar el movimiento de sus partículas, luego erosionan y transportan mezclas de lodo y escombros que descienden violentamente por los flancos y cárcavas laterales

hacia el cauce principal donde se genera el flujo de escombros, que es uno de los fenómenos de deslizamiento masivo más destructivos a nivel global (Guadalupe & Carrillo, 2012)

Por esa razón, a fin de mitigar los potenciales daños causados por los flujos de escombros, generalmente se construyen barreras, cuya eficacia protectora radica en su adecuada ubicación y para eso es necesario conocer las velocidades y el volumen del flujo a lo largo de su recorrido en la cuenca (Choi y otros, 2020).

En el caso de la cuenca del río Toro que se ubica en la provincia de Chanchamayo, las características geomorfológicas, el crecimiento de la frontera agrícola, la tala de árboles y la degradación del suelo han aumentado la probabilidad de la generación de los flujos de escombros, tal como lo ocurrido el 01 de octubre de 1964 que tras intensas precipitaciones se generó el flujo de escombros a lo largo del curso principal de la cuenca llegando incluso hasta el río Chanchamayo, causando siete muertes, afectando más de dos hectáreas de cultivos y destruyendo trochas de carretera (Núñez & Medina, 2007), cada año entre los meses febrero a abril el peligro de los huaycos son recurrentes, generando así temor e incertidumbre en los pobladores cercanos a las riberas del río Toro.

Atendiendo a estas condiciones, esta investigación tiene como propósito: Realizar el modelamiento numérico del flujo de escombros en la cuenca del río Toro - Chanchamayo.

1.2. Formulación de problema general y específicos

1.2.1. Pregunta general

¿Cómo inciden los factores condicionantes en el flujo de escombros en la cuenca del río Toro?

1.2.2. Preguntas específicas

- ¿Cómo inciden los parámetros geomorfológicos en el flujo de escombros en la cuenca del río Toro?
- ¿Cómo inciden los parámetros hidrológicos en el flujo de escombros en la cuenca del río Toro?

1.3. Objetivos de investigación

1.3.1. Objetivo general

Determinar cuánto inciden los factores condicionantes en el flujo de escombros en la cuenca del río Toro.

1.3.2. Objetivos específicos

- Estimar la incidencia de los parámetros geomorfológicos en el flujo de escombros en la cuenca del río Toro.
- Calcular la incidencia de los parámetros hidrológicos en el flujo de escombros en la cuenca del río Toro.

1.4. Hipótesis de investigación

1.4.1. Hipótesis general

Los factores condicionantes inciden significativamente en el flujo de escombros en la cuenca del río Toro.

1.4.2. Hipótesis específicas

- Los parámetros geomorfológicos inciden significativamente en el flujo de escombros en la cuenca del río Toro.
- Los parámetros hidrológicos inciden significativamente en el flujo de escombros en la cuenca del río Toro.

1.5. Justificación

1.5.1. Justificación teórica

La justificación teórica se basa en el análisis del comportamiento de un fluido no newtoniano conformado por sedimentos mezclados con agua que, impulsado por las fuerzas de gravedad, alcanza gran movilidad, en este caso se evalúan la velocidad, el volumen y los riesgos asociados al flujo.

1.5.2. Justificación práctica

Esta investigación responde a la necesidad de adquirir un conocimiento más detallado y profundo sobre las áreas vulnerables a los flujos de escombros dentro de la cuenca del río Toro. Este enfoque permitirá una identificación más precisa de las zonas con mayor riesgo, contribuyendo así a las políticas públicas orientadas a la prevención y mitigación de fenómenos naturales.

1.6. Importancia y alcance de la investigación

La investigación desarrollada reviste relevancia debido a su propósito de contribuir a los planes de gestión y prevención de riesgos frente a desastres naturales, puesto que a través del modelamiento numérico del flujo de escombros se podrá identificar zonas potenciales de alto riesgo.

Los resultados del volumen, fuerza de impacto y velocidad del flujo de escombros en la cuenca del río Toro servirán para determinar qué zonas del margen del río se encuentran más propensas a ser afectadas potencialmente, puesto que se tiene como antecedente el huayco ocurrido en 1964 en la cuenca del río Toro, que afectó severamente a áreas de cultivo, viviendas y trochas de carrozables generando grandes pérdidas tanto humanas como materiales. Asimismo, a partir de los datos obtenidos también se podrá sugerir la ubicación de obras de defensa ribereña para mitigar el posible impacto negativo del flujo de escombros. En esa misma línea, para el modelamiento numérico del flujo de escombros se empleó el software Flo-2D, cuya funcionalidad radica en modelar fluidos no newtonianos con un determinado porcentaje de carga sólida a lo largo de una cuenca hidrográfica, previamente delimitada.

1.7. Limitaciones de la investigación

La principal limitación de la investigación es de carácter tecnológico, relacionada con el nivel de resolución de las imágenes satelitales, lo que dificulta la representación precisa de la geomorfología de la cuenca tropical en estudio. Asimismo, la escasa disponibilidad de registros históricos sobre las particularidades de los flujos de escombros limita la validación de los modelamientos numéricos.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

2.1.1. Antecedentes nacionales

(Almeida del Savio y otros, 2019) en el artículo científico que lleva por **título** “Simulación numérica de flujos de escombros del evento catastrófico de febrero de 2019 en Mirave – Perú”, se estableció como **objetivo** desarrollar un modelo matemático utilizando el software Flo-2D, con el fin de identificar las zonas de deposición de escombros y, además, determinar los caudales y volúmenes máximos de flujo de escombros en la cuenca de Mirave. Como **resultado**, se obtuvo que la superficie de la cuenca de Mirave es de 35.81 km², el cauce tiene una longitud de 12.47 km y una pendiente media del 8.8 %. También se determinaron las tirantes y velocidades en las presas estudiadas para un periodo de retorno de 100 años. En el dique 1, las tirantes oscilaron entre 0.5 m y 2.50 m, con velocidades de 0.50 m/s a 3.0 m/s; mientras que en el dique 2, las tirantes fueron de 1.20 m con una velocidad de 1.70 m/s. Finalmente, se **concluye** que, la metodología aplicada para el análisis de las cuencas de Mirave permite evaluar el riesgo de desastre por escorrentía de aguas pluviales en cuencas y quebradas. Asimismo, puede utilizarse para comprender la magnitud de las inundaciones por flujos de escombros durante fenómenos meteorológicos extremos, así como para la elaboración de planes de respuesta ante catástrofes y el desarrollo de políticas de gestión del riesgo de desastres en el Perú.

(Guerrero Padilla y otros, 2021) en el artículo científico que lleva por **título** “Desastres naturales: evaluación del riesgo y flujo de derrubios en la quebrada San Idelfonso, Trujillo, Perú”, se estableció como **objetivo** identificar las zonas más vulnerables y proponer medidas de mitigación para reducir los futuros impactos sobre las comunidades que pudieran resultar afectadas. La **metodología** se basó en la recopilación de antecedentes de eventos previos. Asimismo, se realizaron inspecciones *in situ* para caracterizar los depósitos de escombros y evaluar la geomorfología, en ese sentido, se elaboraron modelos de simulación de posibles escenarios de flujo de escombros, tomando en cuenta la intensidad de precipitaciones extremas. Como **resultado**, se identificaron las zonas críticas con alta probabilidad de activación de flujos de escombros, el flujo cubre un área de hasta 2.00 km² y las zonas urbanas expuestas críticas incluyen aproximadamente

1 000 viviendas, las cuales quedarían expuestas a daños directos, la velocidad promedio del flujo alcanzó valores de 5.00 a 8.00 m/s y el volumen estimado del flujo de escombros fue hasta de 250 000 m³. Finalmente, el estudio **concluye** que la gestión del riesgo en la Quebrada San Idelfonso requiere la pronta aplicación de medidas de mitigación del riesgo, así como la creación de presas de contención, canales de derivación y sistemas de alerta temprana.

(Díaz Salas y otros, 2021) en el artículo científico que lleva por **título** “Modelamiento numérico de un flujo de escombros asociado a una rotura de presa en la subcuenca Quillcay, Áncash, Perú”, se estableció como **objetivo** elaborar un modelamiento numérico del flujo de escombros, considerando una posible falla en la presa Shallap que se encuentra en la subcuenca Quillcay, de esta forma evaluar las áreas vulnerables y zonas de alto riesgo. Empleando una **metodología** basada en la recolección de datos meteorológicos, topográficos, geotécnicos de la subcuenca en estudio, y a partir de ello se realizó la modelación de los flujos de escombros a causa de la rotura de la presa Shallap y se elaboraron mapas de peligrosidad teniendo en cuenta el modelo realizado. Como **resultado**, se obtuvieron las características geomorfológicas de la microcuenca Shallap, la cual tiene un área de 13.28 km² y presenta pendientes superiores al 30% por lo que se considera fuertemente accidentada, los caudales máximos obtenidos a causa de una posible rotura de la presa Shallap fueron de 359 m³/s, 424 m³/s y 474 m³/s a 100, 150 y 200 años de periodo de retorno respectivamente. Finalmente, se **concluye** que, la modelación dio como resultado los niveles de peligrosidad bajo y medio, con zonas afectadas de 0.82 km², 0.85 km² y 0.95 km² para los respectivos periodos de retorno en cada nivel de peligrosidad respectivamente, esta investigación podría aportar a las autoridades herramientas clave para la implementación de sistemas de alerta temprana orientados a la protección de las zonas vulnerables.

(Santiago Torres, 2023) en el artículo científico que lleva por **título** “Determinación de los umbrales de precipitación de lluvia para el pronóstico de movimientos de flujo de detritos”, se estableció como **objetivo** determinar los umbrales de precipitación que desencadenan los deslizamientos de flujos de detritos para contribuir a la Gestión del Riesgo de Desastres, se utilizó una **metodología** empírica que relaciona la precipitación con el deslizamiento de flujos de detritos, por lo que se realizó un modelamiento numérico con el software Flo-2D en la quebrada Rosayoc / Batán. Como **resultado**, se obtuvieron los volúmenes de agua más sedimento de 672 102.61 m³ y 666 141.69 m³, asimismo se determinaron las profundidades de 14.46 m y 15.35 m y por último

las velocidades máximas fueron de 18.90 m/s y 20.27 m/s para los periodos de retorno de 25 y 50 años respectivamente. Finalmente, se **concluye** que, esta investigación permitió establecer las áreas de riesgo de nivel medio y alto a lo largo de la quebrada Rosayoc / Batán.

(Méndez Gutiérrez y otros, 2024) en el artículo científico que lleva por **título** “Evaluación del riesgo por flujo de detritos para la prevención de desastres en Huayaringa Alta, Huarochirí”, se estableció como **objetivo** realizar un análisis de riesgo por flujos de escombros en la Asociación de Vivienda Huayaringa Alta, en Huarochirí, para contribuir al desarrollo de medidas preventivas y de mitigación de desastres, ya que la zona es afectada por lluvias intensas, las cuales se han intensificado con el tiempo debido a los efectos recurrentes del fenómeno El Niño. Empleando una **metodología** aplicada, cuyo diseño es no experimental, mediante la cual se determinó la extensión y el nivel de amenaza, vulnerabilidad y riesgo, utilizando Sistemas de Información Geográfica (SIG), que permiten procesar, modelar y mapear datos. Como **resultado**, se identificaron cuatro niveles de riesgo (NR) asociados a los flujos de escombros: Bajo (NRB), cuyo factor oscila entre 0.000 y 0.0087; Medio (NRM), entre 0.087 y 0.187; Alto (NRA), entre 0.187 y 0.265; y Muy Alto (NRMA), entre 0.265 y 0.420. Finalmente, se **concluye** que, mediante el mapa de riesgo generado, fue posible identificar zonas con niveles de riesgo latente alto y muy alto, lo cual permitirá a las autoridades y planificadores formular políticas y estrategias de prevención más eficaces, con el propósito de reducir la vulnerabilidad del área de estudio y fomentar su desarrollo urbano sostenible.

2.1.2. Antecedentes internacionales

En el ámbito internacional, (Anggun y otros, 2021) en el artículo científico que lleva por **título** “Designing conduit Sabo dam series as a debris flow protection structure”, se estableció como **objetivo** desarrollar un conjunto de presas de conductos Sabo y analizar la estabilidad de estas estructuras frente a los flujos de escombros, siguiendo los lineamientos establecidos en el SNI 2851:2015, así como en las normas técnicas y directrices para planear y diseñar estructuras Sabo. La **metodología** planteada para esta investigación se basa en utilizar el caudal de diseño del flujo de escombros de 120 m³/s, la velocidad de 5.06 m/s y la pendiente de 6.16% en un periodo de retorno de 100 años, la presa Sabo en el río Air Beras se diseñó utilizando dos presas de conducción. La presa Sabo 1 cuenta con 10 m de altura, 30 m de ancho y con un volumen de 49 600 m³, mientras que la presa Sabo 2 tiene 10 m de altura y 45 m de ancho, con un volumen de 91 500 m³. Como

resultado, se obtuvo el análisis de estabilidad de ambas presas de conducción Sabo, el cual revela que estas cumplen con los requisitos de seguridad en términos de vuelco, deslizamiento y capacidad portante. En condiciones de flujo de escombros, la presa de Sabo presenta un factor de seguridad frente al vuelco de 2,14, con un momento resistente de 9.289,51 kN·m y un momento impulsor de 4.350,77 kN·m. En cuanto al deslizamiento, el factor de seguridad es de 1,50, con una fuerza resistente resultante de 1.757,60 kN y una fuerza impulsora resultante de 1.168,93 kN. Por último, la capacidad portante última alcanzada es de 1.176,00 kN/m², con una tensión normal máxima de 204,93 KN/ m², lo que resulta en un factor de seguridad de 5,74 para la capacidad de carga. Finalmente, se **concluye** que, la serie de presas Sabo con conductos controla eficazmente el poder destructivo del flujo de escombros.

(Genevois y otros, 2022) en el artículo científico que lleva por **título** "Mitigation measures of debris flow and landslide risk carried out in two mountain areas of North-Eastern Italy", se estableció como **objetivo** encontrar las medidas más adecuadas para la mitigación del flujo de escombros y el control de deslizamientos de tierra activos en el noreste de Italia, para ello formularon el problema sobre la eficacia de las obras de mitigación medido a partir de la reducción del riesgo a lo largo del tiempo, rentabilidad y las consideraciones a medioambientales, la **metodología** de trabajo comprende dos casos de estudio, el primero se basa en la observación de eventos pasados y simulaciones numéricas en el software Flo-2D; el segundo caso corresponde a un deslizamiento tierras activo en donde la simulación se realiza con el software FLAC, en ambos casos se elaboraron mapas de peligrosidad definidas en base a al producto de la altura del flujo "h" y la velocidad. Los **resultados** muestran gran ajuste entre lo observado en campo y lo simulado de esa forma se obtiene que el volumen de flujo de escombros previsto es de 30 000 m³ y mapas con tres niveles de peligrosidad (bajo, medio y alto). La **conclusión** del estudio es, en el caso del flujo de escombros de Fiames, no se completó la realización de las obras previstas y la falta de mantenimiento y descolmatación de los diques y de los deflectores aguas arriba provocó un rápido enterramiento de los mismos, induciendo un riesgo de inundación aguas abajo, el fracaso de los trabajos de estabilización del deslizamiento de Perarolo parece atribuible a la complejidad geológica y geotécnica de los taludes.

(Hu y otros, 2022) en el artículo científico que lleva por **título** "Susceptibility Assessment of Debris Flows Coupled with Ecohydrological Activation in the Eastern Qinghai-Tibet Plateau",

se estableció como **objetivo** evaluar la vulnerabilidad a los efectos de los flujos de escombros del margen oriental de la meseta Qinghai-Tibet para determinar las posibles áreas vulnerables y asegurar la protección de los pobladores y las infraestructuras. Para ello formuló el **problema** de ¿Cómo estimar la susceptibilidad de la región a los flujos de escombros teniendo en cuenta el impacto global de la vegetación en la aparición de flujos de escombros, cómo el efecto positivo del anclaje de las raíces y el efecto negativo de las cargas de la vegetación?, la **metodología** de trabajo consistió en evaluar la susceptibilidad a escala regional mediante la integración de algoritmos de última generación que permiten integrar los impactos de la vegetación en el inicio de los flujos de escombros con las condiciones topográficas, hidrológicas y geotécnicas, se obtuvo como **resultado** que, todas las técnicas híbridas pueden predecir eficazmente la aparición de flujos de escombros, asimismo, la técnica híbrida RO-PSO-SVC tiene el mejor rendimiento, y su precisión (ACC) es de 0,946 y el área bajo la curva ROC (AUC) es de 0.981; también, el algoritmo RO-PSO mejora el rendimiento de SVC, RF y XGB (según el valor de ACC) en un 3.84%, 2.59% y 5.94%, respectivamente; por último, la tasa de contribución de las variables relacionadas con la ecología es casi una décima parte de la de los factores relacionados con la topografía y la hidrología, según el análisis factorial importante para RO-PSO-SVC. La **conclusión** de la investigación es que la técnica híbrida de RO-PSO-SVC predice eficazmente la aparición de flujos de escombros en una zona de transición de topografía extrema. El análisis factorial significativo (para el método RO-PSO-SVC) revela que el componente relacionado con la ecología, la carga de vegetación (WL), contribuye en menor medida a la aparición de flujos de escombros que los componentes relacionados con la topografía y la hidrología.

(Taeun y otros, 2022) en el artículo científico que lleva por **título** “Numerical Simulation of Debris Flow and Driftwood with Entrainment of Sediment”, estableció como **objetivo** realizar una simulación del comportamiento de los flujos de escombros que incluyen la madera a la deriva y el arrastre de sedimentos. En esa línea, la **metodología** consistió en un modelo numérico avanzado para simular los flujos de escombros, las simulaciones se llevaron a cabo considerando diversos escenarios de flujo, con diferentes velocidades de lluvia y topografía, para observar el comportamiento del flujo, la cantidad de sedimento entrado y la interacción con los troncos arrastrados. Los **resultados** mostraron que la velocidad máxima del flujo de escombros alcanzó 6.20 m/s, con un volumen de sedimentos arrastrados de 125 000 m³ y una profundidad máxima de 2.50 m. La madera a la deriva representó el 3.20 % del volumen total de los escombros,

desplazándose a una distancia de 1.80 km. La **conclusión** del estudio indica que la presencia de madera a la deriva en los flujos de escombros incrementa significativamente tanto la velocidad como el volumen del flujo, lo que aumenta los riesgos asociados con estos eventos en áreas vulnerables.

(Xiamin y otros, 2024) en el artículo científico que lleva por **título** “Simulation and Management Impact Evaluation of Debris Flow in Dashiling Gully Based on Flo-2D Modeling”, estableció como **objetivo** simular los flujos de escombros en el valle Dashiling usando Flo-2D para analizar su propagación e impactos, asimismo, se evaluó el efecto de medidas de gestión, como barreras de contención y modificación de pendientes, en la reducción de daños, centrando en la velocidad, el volumen depositado y el área inundada. En esa línea, la **metodología** consistió en realizar un modelamiento con el software Flo-2D para simular los flujos de escombros bajo los diferentes escenarios como escenario base, escenarios con barreras de contención, escenario con modificación de pendientes y escenario con combinación de barreras y modificación de pendientes, los **resultados** muestran que para el escenario base, la velocidad fue de 5.80 m/s, la área inundada fue de 2.10 km² y el volumen depositado fue de 135 000 m³, con barreras de contención, la velocidad bajó un 45 % (3.20 m/s), el área un 38 % (1.30 km²) y el volumen un 37 % (85 000 m³), con modificación de pendientes, la velocidad se redujo un 31% (4.00 m/s), el área un 14% (1.80 km²) y el volumen un 15% (115 000 m³) y con la combinación de ambas, la velocidad bajó un 57 % (2.50 m/s), el área un 48 % (1.10 km²) y el volumen un 44 % (75 000 m³). Como **conclusión** los autores destacan el uso de Flo-2D para evaluar los flujos de escombros y la efectividad de las barreras de contención y la modificación de pendientes, la combinación de ambas medidas es la solución más eficaz para mitigar los riesgos en el valle Dashiling.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Factores condicionantes

Los factores condicionantes incluyen aspectos hidrológicos y geomorfológicos, además de los parámetros hidráulicos tradicionales, que influyen en la distribución y el movimiento del agua. (Linsley y otros, 1992)

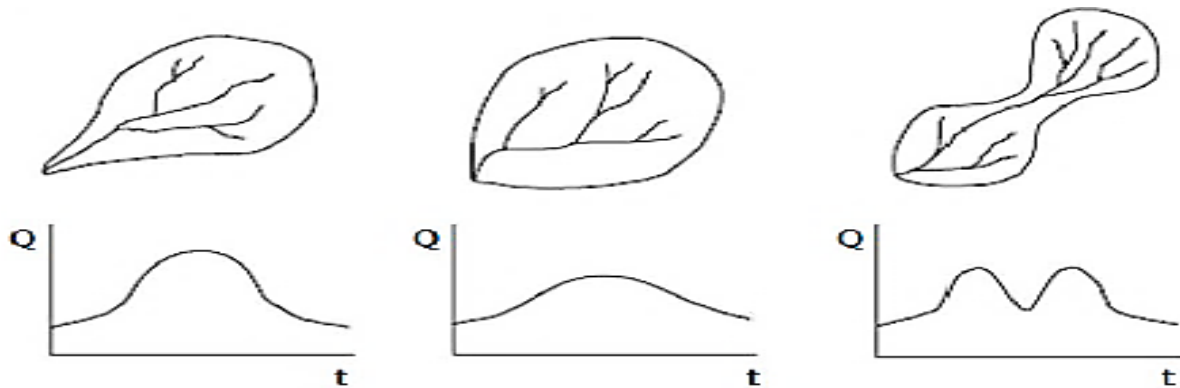
2.2.1.1. Parámetros geomorfológicos de la cuenca

2.2.1.1.1. Parámetros de forma

En esta sección se cuantifican los índices que vinculan el desplazamiento del agua y el comportamiento de la cuenca frente a dicho traslado. A continuación, se presentan diferentes hidrogramas para cuencas con similar área y distintas formas frente a una misma lámina de agua precipitada. (Chow, 1994)

Figura 1

Hidrograma según la forma de la cuenca.



Nota. Adaptado del *Material de apoyo didáctico para la enseñanza y aprendizaje de la asignatura de hidrología* (p. 20), por Andia y Morales (2009), Universidad Mayor de San Simón.

En la figura anterior se representan los hidrogramas de cuencas con similar área, pero con distintas formas frente a una misma lámina de agua precipitada. Esto indica que la forma de la cuenca influye en el hidrograma de la esorrentía y la descarga máxima.

- **Área de una Cuenca (A)**

Se define como el espacio total drenada a un punto de monitoreo de la red hidrográfica y viene definida por la cuenca que separa las zonas de drenaje de las distintas fuentes fluviales. Su respuesta hidrológica a las precipitaciones puede verse influida por factores como la topografía y el uso del suelo. (Chow, 1994)

- **Perímetro de una cuenca (P)**

Este parámetro nos brinda una información más clara sobre la forma de la cuenca, así como la superficie, las cuencas alargadas cuentan con mayor perímetro mientras que las cuencas redondeadas tienen un menor perímetro. (Ibáñez y otros, 2011)

- **Longitud del cauce principal (L)**

Es la distancia máxima que recorrerá un río, a partir de un punto inicio, teniendo en cuenta los cambios de dirección hasta un punto final o una desembocadura.

- **Ancho promedio de la cuenca (Ap)**

Es la relación entre la superficie de la cuenca y la longitud de cauce principal (Ibáñez y otros, 2011), y se expresa como:

$$A_p = \frac{A}{L} \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde:

A: Área de la cuenca

L: Longitud del cauce principal

- **Factor de forma de Horton (Rf)**

Norton propone un índice para describir la forma de una cuenca con un coeficiente adimensional dada por:

$$R_f = \frac{A}{L^2} \quad (\text{Ec. 2})$$

Donde:

A: Área de la cuenca

L: Longitud del cauce principal

El índice R_f y su inversa fueron utilizados como indicadores de las formas de los hidrogramas unitarios.

- **Índice de Gravelius (Ic)**

Conocida también como Coeficiente de compacidad que es determinado mediante la ecuación:

$$I_c = 0.28 * \frac{P}{\sqrt{A}} \quad (\text{Ec. 3})$$

Donde:

P: Perímetro de la cuenca

A: Área de la cuenca

Según esta expresión, el dato de Ic puede ser igual o mayor a 1 y aumenta a medida que la cuenca sea más irregular. Las cuencas circulares tienen un coeficiente mínimo de 1, y cuando el valor de Ic se aproxima a 1, la probabilidad de crecidas es mayor; en cambio, cuando el valor de Ic es mayor a la 1, la cuenca es más irregular que circular, y el riesgo a la inundación es menor.

- **Razón por Circularidad (Rci)**

Se trata del cociente entre el área de la cuenca hidrográfica y el área de un círculo que tiene la misma longitud de perímetro que la cuenca. (Cahuana & Yugar, 2009)

2.2.1.1.2. Parametros de relieve

- **Elevación media de una cuenca**

Se calcula según la ordenada promedio representada en la curva hipsométrica, en ese sentido la mitad del área de la cuenca, se encuentra ubicada sobre esa altitud, y la otra mitad se encuentra situado en la parte inferior de esta.

- **Pendiente media de la cuenca**

Constituye un componente importante para describir el relieve de la cuenca y facilita la comparación entre diferentes cuencas, según (Guilarte , 1978) aunque la pendiente media calculada de esta forma es útil para comparar diferentes cuencas, representa toda la cuenca con un único valor de pendiente, lo cual, según algunos autores, no refleja adecuadamente la realidad. Por ello, en la actualidad se utiliza el Modelo Digital de Elevación DEM (ASTER GDEM) el cual nos ayuda a representar con mayor precisión el área estudiada.

Según (Zuidam, 1989) la pendiente media se clasifica por rangos la cual se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 1

Clasificación de terrenos según pendiente media.

Pend. Media (%)	Terreno
0%-7.0%	Ligeramente inclinado
7%-12%	Moderadamente inclinado
12%-25%	Fuertemente inclinado
25%-50%	Algo escarpado
>50	Escarpado a muy escarpado

Nota. Adaptada por (Zuidam, 1989)

2.2.1.2. Parámetros hidrológicos de la cuenca

2.2.1.2.1. Precipitación

2.2.1.2.1.1. Análisis de datos dudosos

Para el procesamiento estadístico de los datos, se realiza una evaluación de los valores sospechosos, eliminando los denominados valores atípicos que se desvían significativamente de la tendencia al estimar los caudales máximos. El cálculo de los límites superior e inferior de los caudales se realiza según la siguiente ecuación propuesta por (Chow, 1994).

$$Y_H = \bar{Y} + K_n S_y \quad (\text{Ec. 4})$$

$$Y_L = \bar{Y} - K_n S_y \quad (\text{Ec. 5})$$

Donde:

Y_H : Umbral superior para datos dudosos en unidades logarítmicas

Y_L : Umbral inferior para datos dudosos en unidades logarítmicas

\bar{Y} : Promedio de los logaritmos de los datos

K_n : Valor tabulado para una muestra de tamaño “n”

S_y : Desviación estándar de los logaritmos de los datos

P_t : Umbral Superior para datos dudosos en m^3/s

P_l : Umbral Inferior para datos dudosos en m^3/s

Tabla 2*Valores de K_n para la prueba de datos dudosos*

Tamaño de muestra (n)	K_n	Tamaño de muestra (n)	K_n	Tamaño de muestra (n)	K_n	Tamaño de muestra (n)	K_n
10	2.036	24	2.467	38	2.661	60	2.837
11	2.088	25	2.486	39	2.671	65	2.866
12	2.134	26	2.502	40	2.682	70	2.893
13	2.175	27	2.519	41	2.692	75	2.917
14	2.213	28	2.534	42	2.700	80	2.940
15	2.247	29	2.549	43	2.710	85	2.961
16	2.279	30	2.563	44	2.719	90	2.981
17	2.309	31	2.577	45	2.727	95	3.000
18	2.335	32	2.591	46	2.736	100	3.017
19	2.361	33	2.604	47	2.744	110	3.049
20	2.385	34	2.616	48	2.753	120	3.078
21	2.408	35	2.628	49	2.760	130	3.104
22	2.429	36	2.639	50	2.768	140	3.129
23	2.448	37	2.650	55	2.804		

Nota. Elaborada por (Water Resources Council, 1981).

Este ajuste se resume en la ecuación planteada (Mendez, 2008) que estima el valor para K_n para muestras con un número de datos superior a 140.

$$K_n = 1.5512 \cdot \ln(\ln(n)) + 0.6488 \quad (\text{Ec. 6})$$

Donde:

n: número total de datos

2.2.1.2.1.2. Análisis estadísticos de precipitaciones máximas

a. Distribución Normal

(Villón Bajar, 2002) señala el procedimiento del cálculo de la siguiente manera:

$$F(x) = -\frac{1}{\sqrt{2\pi}S} \int_{-\infty}^x e^{\frac{1}{2} \left(\frac{x-\bar{x}}{S} \right)^2} dx \quad (\text{Ec. 7})$$

Los parámetros se calculan con las siguientes expresiones:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^n x_i \quad (\text{Ec. 8})$$

$$S = \left[\frac{1}{n-1} \sum_{i=0}^n (x_i - \bar{x})^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (\text{Ec. 9})$$

Donde:

x : Media o también conocido por parámetro de posición

S : Desviación estándar o parámetro de escala

n : Número de datos.

b. Distribución Log Normal 2 parámetros

(Vásquez Villanueva y otros, 2016) señala el procedimiento del cálculo de la siguiente manera:

$$F(x) = - \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_y} \int_{-\infty}^x e^{\frac{1}{2} \left(\frac{\ln x - u_y}{\sigma_y} \right)^2} dx \quad (\text{Ec. 10})$$

Los parámetros se calculan con las siguientes expresiones:

$$u_y = \frac{\sum_{i=0}^n \ln x_i}{n} \quad (\text{Ec. 11})$$

$$\sigma_y = \left[\frac{1}{n-1} \sum_{i=0}^n (\ln x_i - \overline{\ln x})^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (\text{Ec. 12})$$

Donde:

u_y : Parámetro de escala

σ_y : Parámetro de forma

n : Número de datos

c. Distribución Log Normal 3 parámetros

(Villón Bajar, 2002) expone el método de cálculo de la siguiente manera:

$$F(x) = - \frac{1}{(x-x_0)\sigma_y\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{\frac{1}{2} \left(\frac{\ln(x-x_0) - u_y}{\sigma_y} \right)^2} dx \quad (\text{Ec. 13})$$

Se determinan x_0 , u_y , σ_y , y con ello se resuelven los sistemas de ecuaciones no lineales

$$f_1 = \sum_{i=1}^N \frac{\sigma_y^2 - u_y + \ln(x_i - x_0)}{x_i - x_0} = 0 \quad (\text{Ec. 14})$$

$$f_2 = \sum_{i=1}^N (\ln(x_i - x_0) - u_y)^2 - N\sigma_y^2 = 0 \quad (\text{Ec. 15})$$

$$f_3 = \sum_{i=1}^N \ln(x_i - x_0) - Nu_y = 0 \quad (\text{Ec. 16})$$

Donde:

x_0 : Parámetro de posición origen de la variable “x”

u_y : Parámetro de escala

σ_y : Parámetro de forma

N : Número de datos

d. Distribución Gamma 2-parámetros

(Villón Bajar, 2002) expone el método de cálculo de la siguiente manera:

$$F(x) = \int_0^x \frac{x^{y-1} e^{-\frac{x}{\beta}}}{\beta \Gamma_y} dx \quad (\text{Ec. 17})$$

Donde:

B : Parámetro de escala

Γ : Parámetro de forma

Γ_y : Factor de normalización

El valor de $F(x)$ se determina a partir de lo planteado por (Greenwood & Durand, 1960) de acuerdo con los siguientes procedimientos:

- Sustitución de variable:

$$y = \frac{x}{\beta} \quad (\text{Ec. 18})$$

$$F(y) = \int_0^y \frac{y^{y-1} e^{-y}}{\Gamma_y} dy \quad (\text{Ec. 19})$$

- Calcular: $y = \ln(x) + \ln \beta$

$$\ln(\bar{x}) = \ln\left(\frac{1}{n} \sum_{i=0}^n x_i\right) \quad (\text{Ec. 20})$$

$$\overline{\ln x} = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^n \ln(x_i) \quad (\text{Ec. 21})$$

Donde:

y : Variable transformada

x : Variable aleatoria Gamma 2-Parámetros

β : Parámetro de escala

Γ_y : Función Gamma.

e. Distribución Gamma 3-Parámetros

(Villón Bajar, 2002) describe el proceso de cálculo de la siguiente forma:

$$F(x) = \int_{x_0}^x \frac{(x-x_0)^{\gamma-1} e^{-\frac{(x-x_0)}{\beta}}}{\beta^\gamma \Gamma_\gamma} dx \quad (\text{Ec. 22})$$

Donde:

x : Variable aleatoria Gamma 3-Parámetros o Pearson tipo III

x_0 : Parámetro de posición origen de la variable “ x ”

β : Parámetro de escala

γ : Parámetro de forma

Γ_γ : Función Gamma completa

f. Distribución Log Pearson tipo 3

(Villón Bajar, 2002) presenta el proceso de cálculo con el siguiente término:

$$F(x) = \int_{x_0}^x \frac{(\ln x - x_0)^{\gamma-1} e^{-\frac{(\ln x - x_0)}{\beta}}}{x \beta^\gamma \Gamma_\gamma} dx \quad (\text{Ec. 23})$$

Donde:

x : Variable Long Pearson tipo 3

x_0 : Parámetro de posición origen de la variable “ x ”

β : Parámetro de escala

γ : Parámetro de forma

Γ_γ : Función Gamma completa

g. Distribución Gumbel

(Villón Bajar, 2002) describe el proceso de cálculo de la siguiente forma:

$$F(x) = e^{-e^{-y}} \quad (\text{Ec. 24})$$

La asociación entre los valores “ x ” y “ y ”, está dado por la siguiente forma:

$$y = \frac{x-\mu}{\alpha} \quad (\text{Ec. 25})$$

Los parámetros α y μ se hallan aplicando el siguiente proceso:

x : Es el promedio de los valores de x

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^n x_i \quad (\text{Ec. 26})$$

S : Es la desviación estándar de la muestra

$$S = \left[\frac{1}{n-1} \sum_{i=0}^n (x_i - \bar{x})^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (\text{Ec. 27})$$

α : Es el parámetro de escala.

$$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} S = 0.78S \quad (\text{Ec. 28})$$

μ : Parámetro de posición

$$\mu = \bar{x} - 0.45S \quad (\text{Ec. 29})$$

h. Distribución Log Gumbel

(Villón Bajar, 2002) presenta esta distribución por la siguiente ecuación de la función:

$$F(x) = e^{-e^{-y}} \quad (\text{Ec. 30})$$

La relación de los valores “x” y “y”, están relacionados:

$$y = \frac{\ln x - \mu}{\alpha} \quad (\text{Ec. 31})$$

Para los parámetros α e μ se obtiene de la siguiente manera:

$\ln(x)$: Es el promedio de los valores de x

$$\ln(\bar{x}) = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^n \ln(x_i) \quad (\text{Ec. 32})$$

S: Es la desviación estándar de la muestra

$$S = \left[\frac{1}{n-1} \sum_{i=0}^n (\ln(x_i) - (\bar{x})^2) \right]^{\frac{1}{2}} \quad (\text{Ec. 33})$$

α : Es el parámetro de escala

$$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} S = 0.78S \quad (\text{Ec. 34})$$

μ : Parámetro de posición

$$\mu = \ln(\bar{x}) - 0.45S \quad (\text{Ec. 35})$$

i. Distribución Weibull-3

(Badajos Pérez, 2013) menciona que las distribuciones asimétricas de entre todas ellas la que es más usada es la de Weibull su función es:

$$F(x) = \frac{\alpha(x-\delta)^{\alpha-1}}{\beta^\alpha} \cdot e^{-\left(\frac{x-\delta}{\beta}\right)^\alpha} \quad (\text{Ec. 36})$$

Donde:

α : Parámetro de forma ($0 < \alpha < \infty$)

β : Parámetro de escala ($0 < \beta < \infty$)

δ : Parámetro de desplazamiento

2.2.1.2.1.3. Cálculo de Intensidad – Duración y Frecuencia

a. Método Dick Peshcke para generar curvas IDF

La intensidad de precipitación es la cantidad de lluvia acumulada por unidad de tiempo, generalmente expresada en milímetros por hora (mm/h). En los eventos de precipitación, puede haber una intensidad instantánea o una intensidad media. Comúnmente se utiliza la intensidad promedio, que puede expresarse como la siguiente expresión:

$$i = \frac{P}{Td} \quad (\text{Ec. 37})$$

Donde:

P: Profundidad de lluvia (mm)

Td: Duración (horas)

La frecuencia se expresa en función del período de retorno, T, que es el intervalo de tiempo promedio entre eventos de precipitación que igualan o exceden la magnitud de diseño.

Las curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF) son esenciales para el diseño, pues relacionan la intensidad de lluvia con su duración y la probabilidad de ocurrencia o período de retorno.

Para el caso de duración de la tormenta menor a 1 hora, o si no se dispone de datos de precipitación para determinar la precipitación máxima, esta puede calcularse utilizando el método de Dick-Peschke, que relaciona la duración de la tormenta con la precipitación máxima en 24 horas (Guevara & Cartaya, 1991). La expresión es la siguiente:

$$P_d = P_{24h} \left(\frac{d}{1440} \right)^{0.25} \quad (\text{Ec. 38})$$

Donde:

P_d : Precipitación total (mm)

d: Duración en minutos

P_{24h} : Precipitación máxima en 24 horas (mm).

La intensidad se calcula a partir de la cantidad total de precipitación y la duración. Las curvas de intensidad, duración y frecuencia se determinan indirectamente mediante la siguiente fórmula:

$$I = \frac{KT^m}{t^n} \quad (\text{Ec. 39})$$

Donde:

K, m, n: Factores característicos de la zona de estudio

I: Intensidad máxima (mm/h)

T: Período de retorno en años

t: Duración de la precipitación equivalente al tiempo de concentración (min)

b. Método IILA-SENAMHI para generar curvas IDF

Fórmula IILA – SENAMHI-UNI modificada

$$i_{t,T} = a. (1 + K. \log_{10}T). (t + b)^{n-1} \quad (\text{Ec. 40})$$

Para: $t < 3$ horas

Donde:

$i_{t,T}$: Intensidad de la lluvia (mm/hora)

a: Parámetro de intensidad (mm)

b: Parámetro de tiempo (hora)

n: Parámetro de duración (adimensional)

t: Duración (hora)

c. Generación de hietogramas a partir de las curvas IDF

Tiempo de concentración de la cuenca

$$T_c = 0.066 * \left(\frac{L}{\sqrt{S}}\right)^{0.77} \quad (\text{Ec. 41})$$

Donde:

Tc: Tiempo de concentración

L: Longitud de cauce principal (km)

S: Pendiente (m/m)

2.2.1.2.1.4. Hidrograma

Es una gráfica que ilustra cómo cambia el flujo de agua en un río a lo largo de un período determinado, mostrando su volumen en diferentes momentos. En tal sentido, el hidrograma es una representación sistémica de las condiciones climáticas y fisiográficas que muestra la relación de la

precipitación y la corriente de una cuenca hidrográfica de determinado drenaje (Chow, 1994). Para elaborar un hidrograma, es útil conocer la geomorfología de la cuenca, el número de curva (CN), el tiempo de retardo y la máxima precipitación de 24 horas.

2.2.2. Flujo de escombros

Es una descarga de sedimentos mezclados con agua en forma de un fluido continuo movido por las fuerzas de gravedad, que se mueve con gran facilidad a partir de la saturación de los poros con agua o lodo. En este caso, el término sedimento se refiere a todo elemento particulado, desde la arcilla hasta las enormes rocas (Takahashi, 2014).

Figura 2

Modelo representativo del flujo de escombros



Nota. (a) Origen del flujo de escombros, de (Highland & Bobrowsky, 2008). (b) Huayco ocurrido en Chosica 23-03-2015, de (Mariluz Laguna, Omar, 2015)

2.2.2.1. Clasificación del flujo de escombros

El criterio de clasificación parte del comportamiento y el poder destructivo de los flujos de escombros que varían en función de factores como: concentración y tamaño de sedimentos, propiedades del fluido intersticial y condiciones hidráulicas del flujo, como la velocidad, la profundidad y la pendiente del canal. (Hungry y otros, 1984).

a. Flujos viscosos

Los flujos viscosos es una mezcla agua con sedimentos con una concentración de hasta el 20 % en volumen. El flujo se comporta básicamente como un fluido Newtoniano (Takahashi, 2014)

b. Flujos fangosos

Los flujos de una mezcla fluida de agua y concentraciones de sedimentos entre 20 a 60 % en volumen en el terreno tienen un aspecto muy similar al flujo fangoso normal, una diferencia notable es la marcada amortiguación de la turbulencia. (Hungry y otros, 1984)

c. Flujos pedregosos

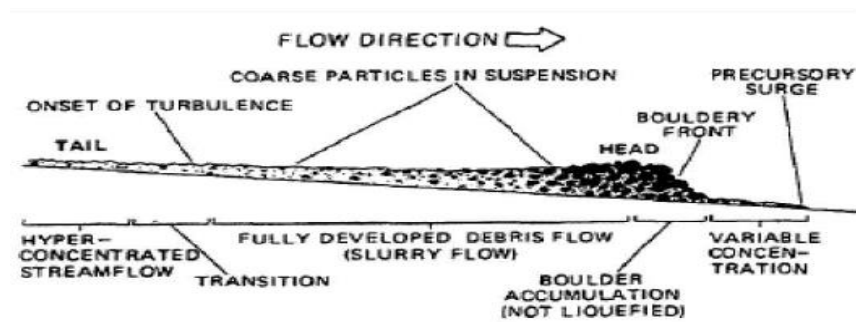
Los flujos granulares se dan cuando el volumen de sedimentos supera el 60%, hasta el punto en que la masa deja de estar parcialmente licuada, en otras palabras, no existen presiones del agua en los poros; por lo tanto, todo el peso de la masa granular que fluye es soportado por el contacto o las colisiones entre granos (Takahashi, 2014).

2.2.2.2. Morfología del flujo de escombros

Los flujos de escombros suelen ocurrir como una sucesión de ondas, asimismo, en cada onda se diferencian la cabeza, el cuerpo y la cola, así pues, primeramente, el frente está formado por grandes rocas, seguidamente en el cuerpo, donde el flujo puede ser laminar, están los sedimentos de menores tamaños y finalmente la cola está conformado por sedimentos finos y en donde el flujo es turbulento, en consecuencia, la concentración de los sedimentos en el fluido disminuye del frente hacia la cola, en ese mismo sentido varía el volumen de deposición de sedimentos (Hungry y otros, 1984).

Figura 3

Conformación de una oleada de flujos de escombros



Nota. (a) Los tamaños de los sedimentos disminuyen de la cabeza hacia la cola, (Jakop & Hungry, 2005)

2.2.2.3. Modelamiento del flujo de escombros

Los flujos de escombros son una mezcla de agua y sedimentos cuyo volumen y velocidad aumentan debido a la incorporación de agua procedente de las precipitaciones y al arrastre de otros elementos que encuentra en su camino, por estas características el flujo es de comportamiento no Newtoniano por lo tanto no resultan bien representados a través de los principios de la mecánica de fluidos (Takahashi, 2014).

Por otra parte, la reología es una especialidad de la física que estudia la relación esfuerzo-deformación de las sustancias que son capaces de fluir, es decir analiza los principios que determinan como se mueven los fluidos, en ese sentido, existen diversas propuestas para estudiar el flujo de escombros y todas plantean una relación reológica entre el esfuerzo tangencial y la velocidad de deformación (Inverson, 1997).

a. Régimen Friccional

Estos flujos, tienden a ser lentos, de manera que el contacto entre las partículas se mantiene en el tiempo, entonces el intercambio de momento se da a causa del mecanismo de fricción. En dicho régimen el flujo se comporta como un material plástico, en donde no hay correlación entre los esfuerzos y la velocidad de deformación ejercida, sin embargo, la relación entre esfuerzos tangenciales y normales puede adoptarse como un valor constante. Así pues, entre los modelos más conocidos del régimen friccional están:

Modelo de Voellmy.

Modelo concretado por (Voellmy, 1955) a fin de modelar los desprendimientos masivos de nieve, asimismo, fue modificado por (Körner, 1976) para su aplicación en aludes de roca. El modelo está conformado por el coeficiente de fricción y un término de turbulencia que varía con la densidad del flujo de escombros y el cuadrado de la velocidad.

$$\tau = \sigma * \tan \phi' + \rho * g * \frac{v^2}{\xi} = \rho * g * h * \cos \theta * \tan \phi' + \rho * g * \frac{v^2}{\xi} \quad (\text{Ec. 42})$$

Donde:

τ : Esfuerzo cortante total

σ : Esfuerzo normal

ϕ' : Angulo de fricción interna del material

ρ : Densidad del flujo

g: Aceleración
v: Velocidad
ξ: Parámetro de turbulencia
h: Altura del flujo
θ: Inclinación del terreno.

Para considerar el efecto de la presión intersticial se afecta al ángulo de fricción interna por el coeficiente r_u , tal como:

$$\tan \phi' = (1 - r_u) * \tan \phi \quad \text{donde: } r_u = \frac{p}{\sigma} \quad (\text{Ec. 43})$$

Donde:

ϕ' : Angulo de fricción interna efectivo
 ϕ : Angulo de fricción interna del material sin presión intersticial
 r_u : Coeficiente de presión intersticial
p: Presión intersticial
 σ : Esfuerzo normal total, incluyendo la presión efectiva e intersticial.

b. Régimen Colisional

También se denomina régimen granular-inercial, en donde se incrementan las separaciones entre los sedimentos, las deformaciones son rápidas y el impulso es cedido por las colisiones entre partículas. Este régimen es estudiado por los modelos de fluidos dilatantes. (Inversion, 1997)

Modelo de Takahashi.

En base al concepto de esfuerzos dispersivos desarrollado por (Bagnold, 1954) y (Takahashi, 2014) luego de varios ensayos con materiales naturales en un canal de pendiente variable propone considerar valores entre 0.35 y 0.50 para el parámetro para el régimen inercial - granular, por lo que la expresión queda así:

$$\tau = a_i \rho_s \lambda^2 C^2 \left(\frac{d_v}{d_y} \right)^2 \sin \alpha_i; \quad \sigma_{nd} = \frac{\tau}{\tan \alpha_i} = a_i \rho_s \lambda^2 C^2 \left(\frac{d_v}{d_y} \right)^2 \cos \alpha_i \quad (\text{Ec. 44})$$

$$0.35 \leq a_i \leq 0.5 \quad (\text{Ec. 45})$$

Donde:

T: Esfuerzo cortante

a_i : Parámetro empírico

ρ_s : Densidad del material sólido

λ : Relación de compactación

C: Concentración volumétrica de sólidos en el flujo

$\frac{d_v}{d_y}$: Gradiente de velocidad

α_i : Angulo de pendiente del canal

σ_{nd} : Esfuerzo no dispersivo

(Takahashi, 2014) plantea la inclusión de una ecuación al modelo para estimar el valor de:

$$\tan \alpha_1 = \left(\frac{C_o}{C}\right)^{1/3} * \tan \Phi \quad (\text{Ec. 46})$$

Donde:

$\tan \alpha_1$: Pendiente del flujo

C_o : Concentración volumétrica crítica de los sólidos en el flujo

C: Concentración volumétrica de sólidos en el flujo

Φ : Angulo de fricción interna del material la cual tiene como valor igual a cero

c. Régimen friccional – Colisional (Modelo de Mc Tighe.)

(Mc Tighe, 1982), plantea una ecuación que tiene dos términos, uno de fricción y otro de colisión, es así como, para flujos de materiales granulares que se deslizan por un plano inclinado, dicha ecuación adopta la siguiente forma:

$$\tau = C_c \cos \Phi + \eta_1 (C^2 - C_o^2) \sin \Phi + \eta_2 (C_{máx}^2 - C^2) \left(\frac{d_v}{d_y}\right)^2 \quad (\text{Ec. 47})$$

Donde:

C_o, C_{max} : Concentraciones de sedimento, mínima y máxima en volumen

η_1, η_2 : Coeficientes empíricos

c_c : Cohesión

2.2.2.3.1. Software Flo-2d en modelado de flujo de escombros

El software Flo – 2D es un programa complejo que permite modelar flujos acuosos con un determinado porcentaje de carga sólida a lo largo de una superficie de terreno, o cuenca hidrográfica, previamente delimitada. El software permite la consideración de muchos parámetros que determinan el comportamiento de este tipo de flujos, tanto los que condicionan la cinemática del propio flujo (naturales y antrópicos) como los referentes a la potencial carga sólida que este puede transportar en el caso que se pretenda modelar un flujo con alta concentración o un flujo de escombros. (Asociación Vivamos Mejor, 2004).

Los elementos esenciales que gobiernan el modelo son:

- Coeficiente de Manning.
- Numero de Froude.
- Concentración de Carga Solida y distribución de la misma a lo largo del proceso modelado.
- Parámetros reológicos de los sedimentos (viscosidad y concentración) y granulometría.
- Datos topográficos.
- Datos de distribución y morfología de la red hidrológica.
- Datos de distribución y morfología de estructuras antrópicas.

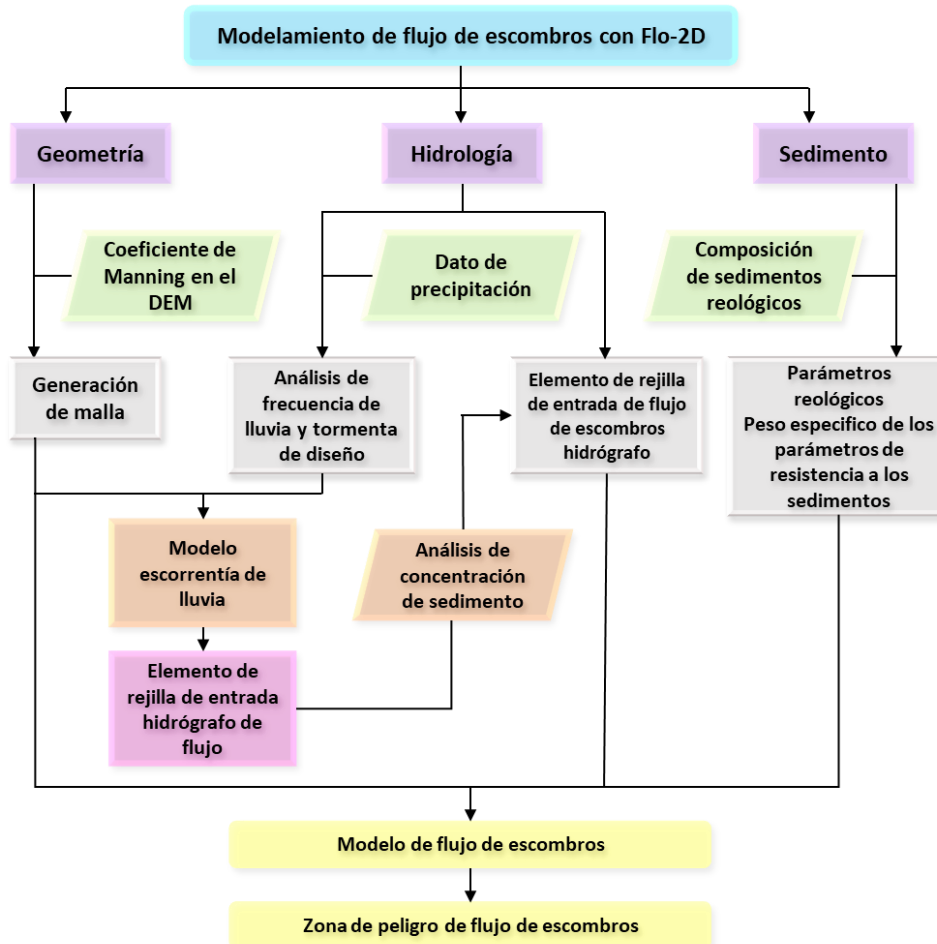
El programa permite modelar diferentes tipos de procesos de inundación en función del escenario inicial y de los datos de entrada disponibles. Las posibilidades de modelación son las siguientes (Asociación Vivamos Mejor, 2004):

- Modelación de flujos acuosos a partir de una serie de precipitación modelo / histórico.
- Modelación de flujos acuosos a partir de un flujo de entrada determinado en un punto de la cuenca determinado.

Modelación de flujos de escombros y flujos hiperconcentrados a partir de un flujo de entrada determinado en un punto de la cuenca en específico.

Figura 4

Flujograma de modelamiento de flujo de escombros con el software Flo-2D



Nota. Fue elaborado por (Meng Hsu y otros, 2003).

2.2.2.3.1.1. Reología

a. Parámetros reológicos

(O'Brien y otros, 1998) realizaron un análisis de las muestras de depósitos de flujos de lodo de las montañas Rocosas de Colorado (cerca de Aspen y Glenwood Springs) en un laboratorio, basado en ello se tiene la Tabla 3 que muestra el tamaño de los sedimentos y el contenido de arcilla. Se determinaron el límite líquido y el índice plástico de las muestras con mayor contenido de arcilla. Además, se analizó la viscosidad de la parte líquida de la muestra, compuesta por sedimentos finos. Para cada concentración, se realizaron entre 10 y 15 mediciones de esfuerzo cortante en función de la tasa de deformación. La

concentración volumétrica se ajustó progresivamente mediante la adición de agua después de cada prueba. Finalmente, los resultados concluyeron que la viscosidad (η) y el esfuerzo de cedencia (τ_y) se incrementan potencialmente con la concentración de sedimentos (C_v):

$$\eta = \alpha_1 e^{\beta_1 C_v} \quad (\text{Ec. 45})$$

$$\tau_y = \alpha_2 e^{\beta_2 C_v} \quad (\text{Ec. 46})$$

Donde:

α_1, β_1 : Coeficientes empíricos definidos por experimentos de laboratorio

C_v : Concentración volumétrica de sedimentos

Tabla 3

Parámetros de resistencia al flujo laminar

Superficie	Rango de K
Concreto/asfalto	24 - 108
Arena Escasa	30 - 120
Superficie gradual	90 - 400
Arcilla escasa - suelo de marga erosionada	100 - 500
Poca vegetación	1,000 - 4,000
Hierba corta de pradera	3,000 - 10,000
Césped de hierba añil	7,000 - 50,000

Nota. Está tabla es en base a (O'Brien y otros, Laboratory Analysis of Mudflow Propieties, 1998),” Laboratory Analysis of mudflow properties”

Tabla 4

Esfuerzo de cedencia y viscosidad en función del CV

Fuente	$\tau_y = \alpha_2 e^{\beta_2 C_v}$		$\eta = \alpha_1 e^{\beta_1 C_v}$	
	α	β	α	β
	Correlaciones de mediciones en Campo			
Aspen Pit 1	0.181	25.7	0.036	22.1
Aspen Pit 2	2.72	10.4	0.0538	14.5
Aspen Natural Soil	0.152	18.7	0.00136	28.4
Aspen Mine Fill	0.0473	21.1	0.128	12.0
Aspen Watershed	0.0383	19.6	0.000495	27.1
Aspen Mine Source	0.291	14.3	0.000201	33.1

Area				
Glenwood 1	0.0345	20.1	0.00283	23.0
Glenwood 2	0.0765	16.9	0.0648	6.2
Glenwood 3	0.000707	29.8	0.00632	19.9
Glenwood 4	0.00172	29.5	0.000602	33.1
Correlaciones disponibles de la literatura:				
Iida (1938)	-	-	0.0000373	36.6
Dai et al. (1980)	2.60	17.48	0.00750	14.39
Kang and Zhang (1980)	1.75	7.82	0.0405	8.29
Qian et al. (1980)	0.00136	21.2	-	-
	0.05	15.48	-	-
Chien and Ma (1958)	0.0588	19.1-32.7	-	-
Fei (1981)	0.166	25.6	-	-
	0.00470	22.2	-	-

Nota. Está tabla es en base a (O'Brien y otros, Laboratory Analysis of Mudflow Propieties, 1998), "Laboratory Analysis of mudflow Properties"

Tabla 5

Propiedades de las matrices de flujos de lodo (Arcillas + Limos)

Sample	Distribución Del Tamaño De Sedimento				Limite Líquido	Limite Plástico
	Arcilla (%)	D16 (mm)	D50 (mm)	D84 (mm)		
Glenwood original	4.8	0.010	0.034	0.062	-	-
Glenwood sample 1	6.8	0.009	0.023	0.050	-	-
Glenwood sample 2	3.0	0.016	0.035	0.061	-	-
Glenwood sample 3	4.8	0.011	0.025	0.053	-	-
Glenwood sample 4	7.6	0.001	0.018	0.032	-	-
Aspen Pit 1	31.3	0.001	0.011	0.032	0.32	0.11
Aspen natural soil	27.0	0.001	0.012	0.028	0.25	0.06
Aspen mine fill	27.8	0.001	0.013	0.030	0.24	0.06
Aspen natural soil source	31.6	0.001	0.016	0.039	-	-
Aspen mine fill source	25.2	0.001	0.018	0.061	-	-

Nota. Está tabla es en base a (O'Brien y otros, Laboratory Analysis of Mudflow Propieties, 1998), "Laboratory Analysis of mudflow properties"

b. Concentración Volumétrica (Cv)

Para la estimación de los caudales máximos de los flujos de escombros existen 2 metodologías más usadas, la de JICA (Japan International Cooperation Agency) y la de (O'Brien, FLO-2D User's Manul, 2000)

La metodología desarrollada por (O'Brien, FLO-2D User's Manul, 2000) es el mismo método que utiliza el Flo-2D, donde el hidrograma de flujo de escombros se estima a partir del hidrograma de flujo de agua multiplicado por un factor que es una función de la concentración volumétrica de escombros. La ecuación utilizada por O'Brien es la siguiente:

$$Q_t = BF * Q_i \quad (\text{Ec. 47})$$

$$BF = \frac{1}{1-C_v} \quad (\text{Ec. 48})$$

Donde:

Q_t : Caudal total de flujo de escombros (m³/s)

Q_i : Caudal líquido (m³/s)

BF : Factor (Bulking Factor)

C_v : Concentración volumétrica de detritos

De acuerdo a la propuesta de (O'Brien, FLO-2D User's Manul, 2000), para flujos de escombros el valor de C_v varía entre 0.20 (para flujos bajos) y 0.45 (para flujos altos). O'Brien presenta las concentraciones de sólidos de acuerdo con la tabla de referencia de Manual de Flo-2D.

Tabla 6

Concentración del flujo en función de la concentración de sedimentos.

Descripción del Tipo de Flujo	Concentración de sedimentos		Características del Flujo
	En Volumen	En Peso	
Deslizamientos	0,65 – 0,80	0,83 – 0,91	No hay flujo; falla por deslizamiento de bloques
	0,55 – 0,65	0,76 – 0,83	Derrumbe de bloques con deformación interna durante el deslizamiento, movimiento paulatino del terreno antes de fallar.

Flujos de lodo (<i>Mudflow</i>)	0,48 – 0,55	0,72 – 0,76	Flujo evidente; deslizamiento lento sostenido por el flujo de lodo; deformación plástica bajo su propio peso; cohesivo; no se expande en la superficie.
	0,45 – 0,48	0,69 – 0,72	Flujo se extiende sobre la superficie; flujo cohesivo; algo de mezcla.
	0,40 – 0,45	0,65 – 0,69	El flujo se mezcla fácilmente; muestra las propiedades fluidas en la deformación; distribuido en la superficie horizontal, pero mantiene una superficie fluida inclinada; partículas grandes se depositan (peñones); aparecen ondas, pero se disipan rápidamente.
Avenida de lodo (<i>Mud Flood</i>)	0,35 – 0,40	0,59 – 0,65	Deposición marcada de gravas y cantos rodados; se expande casi completamente sobre la superficie horizontal; aparece la superficie líquida con dos fases del fluido; las olas viajan en la superficie.
	0,30 – 0,35	0,54 – 0,59	Separación del agua en la superficie; las olas viajan fácilmente; la mayoría de las arenas y gravas se han sedimentado y se mueven como arrastre de fondo
	0,20 – 0,30	0,41 – 0,54	Se distinguen claramente las olas y ondas; todas las partículas descansando en el fondo en condición inmóvil.
Inundación de agua	< 0,20	< 0,41	Inundación de agua con carga suspendida convencional y arrastre de fondo.

Nota. Esta tabla es en base a (O'Brien, FLO-2D User's Manul, 2000), "Flo-2D User's Manual"

2.2.2.4. Hidrología aplicada flujo de escombros

Los flujos de escombros que ocurren en una cuenca, se inician en forma de un deslizamiento de ladera, inducido mayormente por precipitaciones intensas, la masa de suelo se fluidifica e incrementa velocidad por la asimilación de agua procedente de las precipitaciones y escorrentía, y aumenta su volumen por el acopio y arrastre de todo material que encuentra a su paso, (Choi y

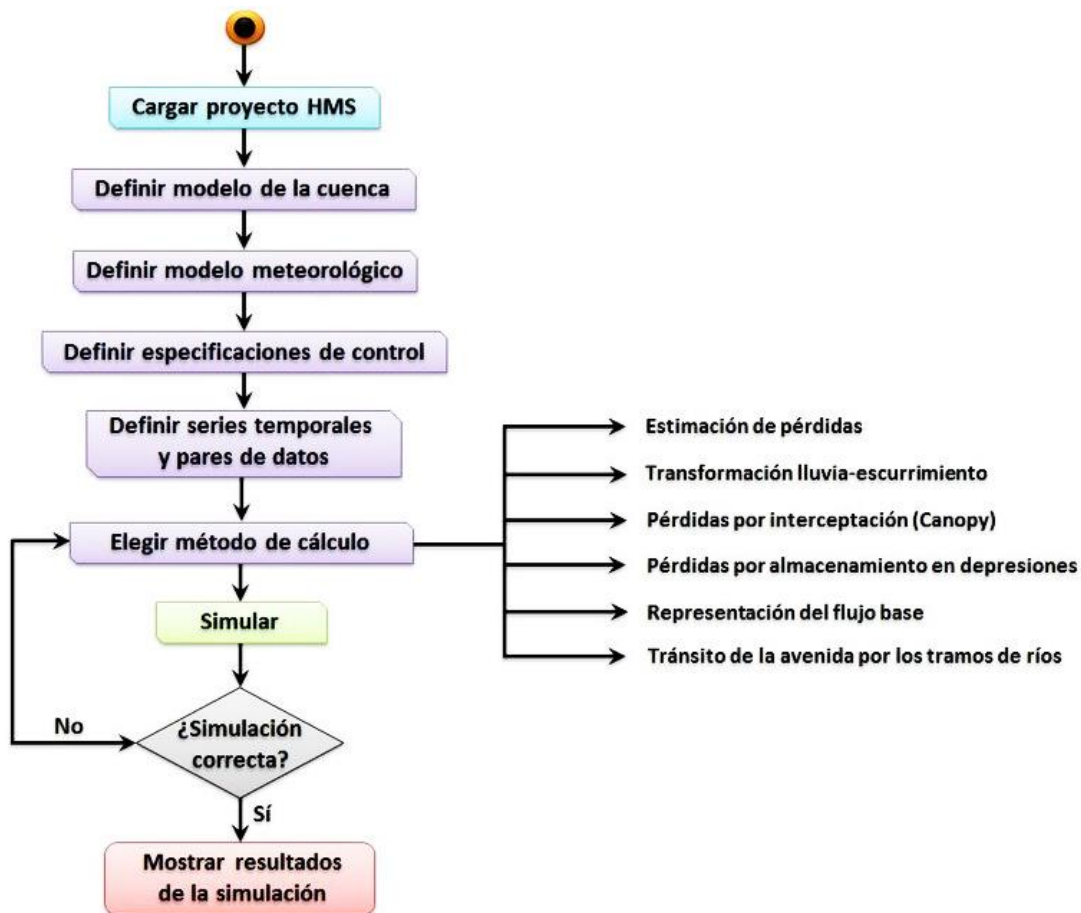
otros, 2020), en ese sentido, (Negi y otros, 2020) señala que es preciso realizar un seguimiento espaciotemporal de las precipitaciones.

2.2.2.4.1. Modelo hidrológico con el software HEC-HMS

El modelo HEC-HMS (Hydrologic Modeling System), simula la escorrentía generada por lluvia en una cuenca hidrográfica, representándola como un conjunto de componentes hidrológicos interconectados, incluyendo subcuencas, puntos de confluencia, embalses y la precipitación misma. La representación de cada componente requiere una serie de parámetros que especifiquen las características particulares del mismo y las relaciones matemáticas que lo originan (Scharffenberg & Fleming, 2006).

Figura 5

Flujograma de modelamiento hidrológico con HEC-HMS



Nota: Elaborado por (Carrera y otros, 2013).

2.3. Definición de términos básicos

Escorrentía superficial: Según (Chow, 1994), se produce cuando la intensidad de las precipitaciones es mayor a la capacidad de infiltración del suelo, de modo que el agua no puede ser absorbida o almacenada en el terreno.

Factores condicionantes: Según (Wieczorek, 1996), corresponden a las propiedades del suelo, como la pendiente, cohesión del suelo, el contenido de agua y la cobertura vegetal, los cuales definen la estabilidad del material antes de que se produzca algún deslizamiento.

Flujo de escombros: Según (Takahashi, 1980), son corrientes compuestas por una mezcla de agua y sedimentos que descienden por pendientes empinadas, incrementando su volumen a medida que arrastran rocas, arbustos y troncos a su paso.

Formaciones: Según (Lopez, 2017), lo describe como unidades litoestratigráficas que corresponden a cuerpos rocosos con propiedades litológicas similares, las cuales los diferencian de los cuerpos adyacentes o cercanos.

Geología: Según (Iriondo, 2006), es una rama de las ciencias naturales que estudia la historia, composición, estructura y fenómenos de la Tierra, especialmente las rocas que componen su superficie.

Hidrología: Según (Mejía Marcacuzco, 2012), es la disciplina que estudia los procesos que regulan el vaciado y la utilización de los reservorios de agua en las áreas terrestres.

Morfometría: Según (Pedraza, 1996), consiste en el estudio cuantitativo de la superficie terrestre, considerando como variables principales la altitud o hipsometría, la inclinación del terreno y la densidad de drenaje, aunque pueden incluirse muchas otras según la morfodinámica y la morfogénesis.

Morfología: Según (Pedraza, 1996), la morfología incluye el análisis cuantitativo y cualitativo de las formas del terreno, considerando tanto los elementos exógenos (como la meteorización) como los endógenos (como las fallas y plegamientos).

CAPITULO III

METODOLOGIA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. Ámbito

El presente estudio se enmarca en la línea de investigación simulación y modelamiento numérico y experimental en Ingeniería Civil, con un enfoque específico en el modelamiento hidráulico y geológico para la prevención y mitigación de desastres. La investigación utiliza el software Flo-2D para simular el comportamiento del flujo de escombros en un área de alta susceptibilidad a deslizamientos. El ámbito geográfico de la investigación abarca el departamento de Junín, específicamente en la provincia de Chanchamayo, distrito de La Merced, dentro de la cuenca del río Toro, zona caracterizada por fuertes pendientes y frecuentes lluvias torrenciales que provocan deslizamientos de sedimentos. La investigación está dirigida a comunidades vulnerables que habitan a lo largo de la quebrada, así como a las autoridades locales responsables de la planificación y gestión del riesgo.

3.2. Nivel, tipo y diseño de investigación

3.2.1. Nivel

Según el autor (Mejia Mejia, 2005) considera que el nivel explicativo consiste en: “brindar respuesta a las causas que originan eventos, sucesos y fenómenos sociales o físicos. Se caracterizan por ser mejor estructuradas y más profundas” (p. 69).

La investigación tiene un nivel explicativo puesto que pretende explicar las causas que generan la variación de las velocidades y volúmenes del flujo de escombros.

3.2.2. Tipo de investigación

Según (Ñaupá Paitán, 2018) una investigación tipo aplicada se basa en los resultados de la investigación básica, pura o fundamental, de las ciencias naturales y sociales, que hemos visto, se formulan problemas e hipótesis de trabajo para resolver los problemas de la vida social de la comunidad regional o del país.

Esta investigación es de tipo aplicada, ya que se estudia el comportamiento del flujo de escombros con relación a su velocidad y volumen para solucionar problemas en la vida social.

3.2.3. Diseño de investigación

Según el autor (Sampieri, 2014) asume que un diseño no experimental es aquella “investigación que se elabora sin realizar la manipulación deliberada de las variables. Donde no se hace variar intencionalmente la variable independiente para analizar cómo influye en la dependiente” (p. 152).

Esta investigación es de tipo no experimental, ya que no se realizará ninguna manipulación de la variable independiente (factores condicionantes), en vista que analiza el fenómeno del flujo de escombros en las mismas condiciones tal como se produce en la cuenca.

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

Según (Sampieri, 2014), concibe a la población como: “la totalidad de los casos o participantes correspondientes a una serie de descripciones que constan de elementos que no se pueden dividir, pudiendo ser estas personas, objetos, organismos que forman parte del estudio, definidos y limitados en el análisis del problema de investigación” (p. 174).

La población está constituida por el cauce principal de la cuenca del río Toro, entre los sectores A y C, según la figura 6 y tiene un recorrido de 10.27 km, en las que, los flujos de escombros conocidos también como huaycos son recurrentes, entre diciembre y abril de cada año.

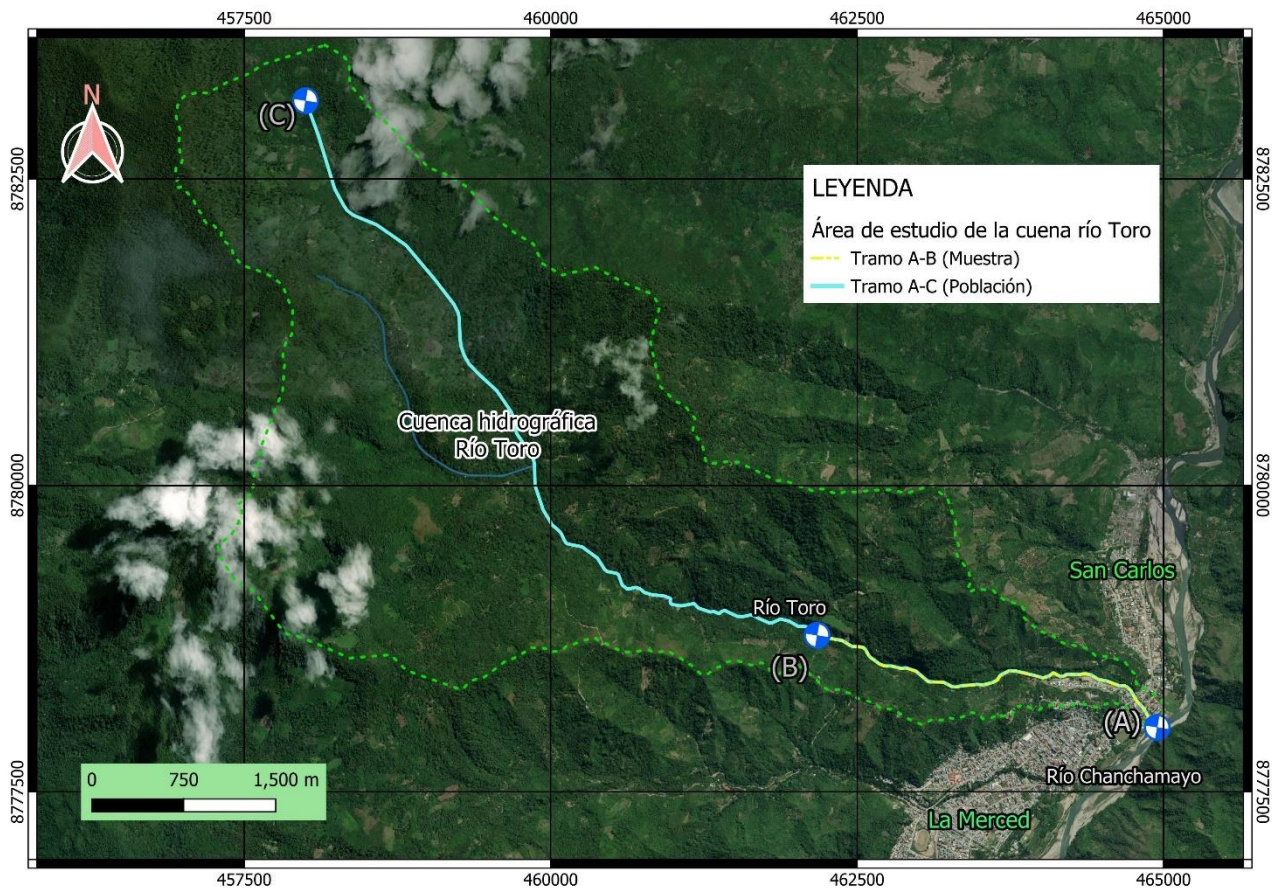
3.3.2. Muestra

Según (Muñoz Rocha, 2015), la muestra llega a ser un elemento de la población que es considerada representativa de toda la población y es seleccionada para conseguir información sobre variables de estudio (p. 168).

La muestra tomada es un tramo de la cuenca del río Toro, entre los sectores A y B, según la figura 6 y tiene un recorrido de 3.00 km, dado que, posee las características morfométricas que están en concordancia con los objetivos de la investigación.

Figura 6

Delimitación del área de estudio en la cuenca río Toro.



Nota. Según la imagen se muestra el tramo A-C que representa la población y el y tramo A-B representa la muestra del estudio.

3.4. Procedimientos, técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Procedimiento

3.4.1.1. Trabajo de campo

- Reconocimiento del terreno, tipos de relieve, pendientes, localización de cárcavas y erosión en los suelos.
- Realización del levantamiento fotogramétrico en el área de estudio con un vehículo aéreo no tripulado, siguiendo los lineamientos de la Norma Técnica Geodésica del Instituto Geográfico Nacional del Perú, en el cual menciona las especificaciones técnicas para

levantamientos geodésicos verticales. Asimismo, se toma en cuenta la Resolución Jefatural IGN N° 086 – 2011 - IGN/OAJ/DGC. (Instituto Geográfico Nacional, 2011)

- Realización de calicatas para estudio geotécnico de los suelos subyacentes en la cuenca, siguiendo los lineamientos de la Norma Técnica E.050 de Suelos y Cimentaciones y la norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones.

3.4.1.2. Trabajo de gabinete

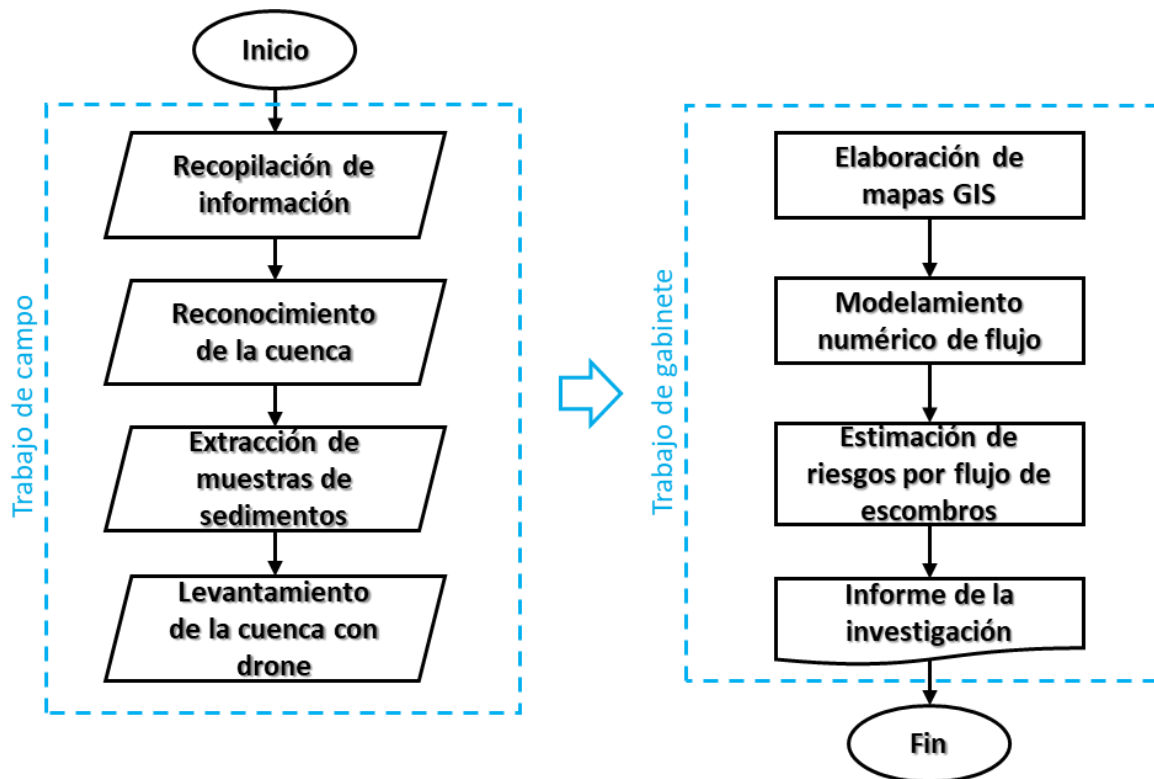
- Comienza con la revisión bibliográfica de libros, tesis y artículos de investigación relacionados con el problema objeto de estudio.
- Recolección de datos pluviométricos de estaciones meteorológicas establecidos posteriormente, siguiendo los lineamientos del Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2011)
- La ejecución de la modelación numérica mediante el software Flo-2D es respaldada por la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias de los Estados Unidos (s.f); el (Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos (2025), Distrito de Sacramento; el Distrito de Control de Inundaciones del Condado de Maricopa (s.f) en Phoenix, Arizona; así como por otras organizaciones internacionales dedicadas a la gestión de riesgos y desastres naturales.
- Acopio de planos, mapas y registros hidrometeorológicos correspondiente a la zona en estudio.

3.4.1.3. Procesamiento de datos.

- Representación de mapas temáticos utilizando software de Sistemas de Información Geográfica (SIG).
- Análisis hidrológico y simulación de flujo de escombros utilizando Software de Simulación Hidráulica (SSH).
- Evaluación del efecto de la distancia de las barreras con respecto a la fuente en el comportamiento del flujo de escombros.

Figura 7

Diagrama de flujo del procedimiento.



Nota. En el diagrama se muestra todo el procedimiento a realizar de la presente investigación.

3.4.2. Técnicas: Observación directa

Según (Escudero Sanchez & Cortez Suarez, 2018), la observación de campo consiste en la descripción de lo que se percibe, se oye, se huele y se siente (p.14).

Esta investigación emplea la técnica de observación directa en el campo, porque evalúa las características geológicas, geomorfológicas e hidrológicas de la cuenca del río Toro.

3.4.3. Instrumentos: Ficha de recopilación de datos

Según (Mathinson, 2004), la hoja de recogida de información consta de proporcionar datos en entornos naturales de laboratorio para el análisis de la investigación (p.98).

En este proyecto de investigación se emplearán fichas destinadas a la recolección de datos.

3.4.3.1. Validez

Según (Sampieri, 2014), menciona que:

“Esto se consigue a través de la crítica de los expertos y teniendo presente que las dimensiones medidas por el instrumento representen a la población y a la dimensión de las variables del estudio)” (p.298).

Tabla 7

Grado de validez.

Intervalo	Grado de Validez
0.53 a menos	Validez nula
0.54 a 0.59	Validez baja
0.60 a 0.65	Válida
0.66 a 0.71	Muy Valida
0.72 a 0.99	Excelente Validez
1.00	Validez perfecta

Nota: Esta tabla de validez fue extraído de (Oseda Gago, 2008)

Tabla 8

Validez de contenido de las fichas de recolección de datos.

N°	Grado	Apellidos y nombres	DNI	Dictamen
1	Ing/Mg	Curi Vega Abner	44490038	0.94
2	Ing/Dr	Romero Vela Anjhinson	43698687	0.92
3	Ing/Mg	Torres Arias Percy Omar	44475757	0.84

Nota: En esta tabla se muestra los resultados de la validación por los expertos siendo esta aprobatoria.

3.4.3.2. Confiabilidad

Según el autor (Kellstedt & Whitten , 2013), es la característica que al aplicar al mismo elemento de la muestra el instrumento de medición ocasiona efectos similares. Existen diversos parámetros para determinar la fiabilidad de un instrumento de medición, los cuales generalmente

varían entre cero y uno. Un coeficiente de cero indica una fiabilidad muy baja, mientras que un valor de uno refleja una fiabilidad extremadamente alta.

Tabla 9

Confiabilidad

Rangos	Magnitud
0.01 a 0.20	Muy baja
0.21 a 0.40	Baja
0.41 a 0.60	Moderada
0.61 a 0.80	Alta
0.81 a 1.00	Muy alta

Nota: Esta tabla de confiabilidad fue extraído de (Ruiz Bolívar, 2002)

3.4.4. Análisis de la información

Se aplicó la estadística descriptiva empleando el software Excel. Asimismo, la estadística inferencial para el contraste de hipótesis haciendo uso del software SPSS.

Para estudiar las características morfológicas y geológicas de la cuenca se ha utilizado el software QGIS, asimismo para el estudio hidrológico se aplica el software HEC-HMS y HYFRAN, mientras que para la simulación del flujo de escombros se utilizó el software de aplicación Flo-2D.

3.5. Análisis de datos.

En primer lugar, se analizan las unidades litológicas para representarlas en el plano geológico del área de estudio, luego a partir de modelos digitales de elevación (DEM), se determina el plano de pendientes utilizando software de sistemas de información geográfica (SIG).

A continuación, los datos hidrológicos se tratan estadísticamente a fin de determinar los eventos extremos a considerar en la modelación del flujo de escombros a través de software de simulación hidrológica (SSH).

3.6. Consideraciones éticas.

El equipo de investigación se compromete a observar y garantizar el respeto absoluto hacia los derechos de autor de todos los materiales consultados durante el desarrollo del estudio. Esto incluye

tanto las obras bibliográficas físicas (como libros impresos y documentos) como los recursos electrónicos (como artículos académicos, libros digitales y bases de datos). Además, se asegura de cumplir con las disposiciones legales que protegen la propiedad intelectual de los creadores de estos contenidos. Por otro lado, se reconoce la importancia de las herramientas informáticas utilizadas en el proceso de investigación. El equipo valora y respeta los derechos reservados asociados con el software, las plataformas y los sistemas tecnológicos empleados, garantizando su uso de manera ética y en conformidad con los términos y condiciones establecidos por sus desarrolladores.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción de la zona de estudio

El estudio se llevó a cabo en la cuenca del río Toro, que cuenta con zonas geomorfológicamente diferenciadas. La zona inferior de la cuenca se distingue por una topografía predominantemente llana, funcionando como un límite geográfico entre las zonas pobladas de La Merced y San Carlos, y desembocando en el río Chanchamayo. La zona superior de la cuenca se caracteriza por sus inclinadas pendientes pronunciadas, cubiertas por una densa cobertura vegetal. En las áreas con acceso, predominan cultivos agrícolas como el café y el plátano.

4.1.1. Ubicación política

El área de estudio políticamente está ubicada en:

- Departamento : Junín
- Provincia : Chanchamayo
- Distrito : Chanchamayo
- Lugar : río Toro

4.1.2. Ubicación geográfica

El área de estudio está geográficamente posicionada en coordenadas UTM, en el sistema de coordenadas WGS84, en la zona 18S.

Tabla 10

Ubicación geográfica de la zona de estudio.

Coordenadas UTM - WGS84		
Norte (m)	Este (m)	Altitud (m)
8778213	464806	747

El mapa de ubicación se encuentra ANEXOS: Planos, “Plano Ubicación y localización”, Lamina UL-01

4.2. Estudios previos

4.2.1. Trabajo de campo

Se realizó un reconocimiento detallado a lo largo de la cuenca del río Toro, comenzando como punto de referencia el puente que se ubica entre La Merced y San Carlos, siguiendo el cauce principal hacia la zona alta de la cuenca. Durante el recorrido, se observaron fenómenos significativos de transporte de sedimentos que incluían el arrastre de troncos, rocas de gran tamaño y materiales de diversa granulometría, evidencia de una alta energía fluvial. Además, se identificaron zonas críticas de erosión lateral y vertical en las márgenes del río, lo que pone de manifiesto procesos de degradación del suelo y pérdida de estabilidad en las laderas adyacentes.

Posteriormente, se realizó la exploración geotécnica de los suelos mediante calicatas. Asimismo, se realizó el levantamiento fotogramétrico mediante un vehículo aéreo no tripulado (drone).

4.2.1.1. Exploración geotécnica de suelos

Se realizaron 7 calicatas con una profundidad promedio de 1.50 m, con separación variable según la morfología del terreno. Esta exploración de suelo se llevó a cabo siguiendo las normas técnicas E-050 (Suelos y Cimentaciones) y E-030 (Diseño Sismorresistente) del Reglamento Nacional de Edificaciones.

4.2.1.2. Estudio fotogramétrico

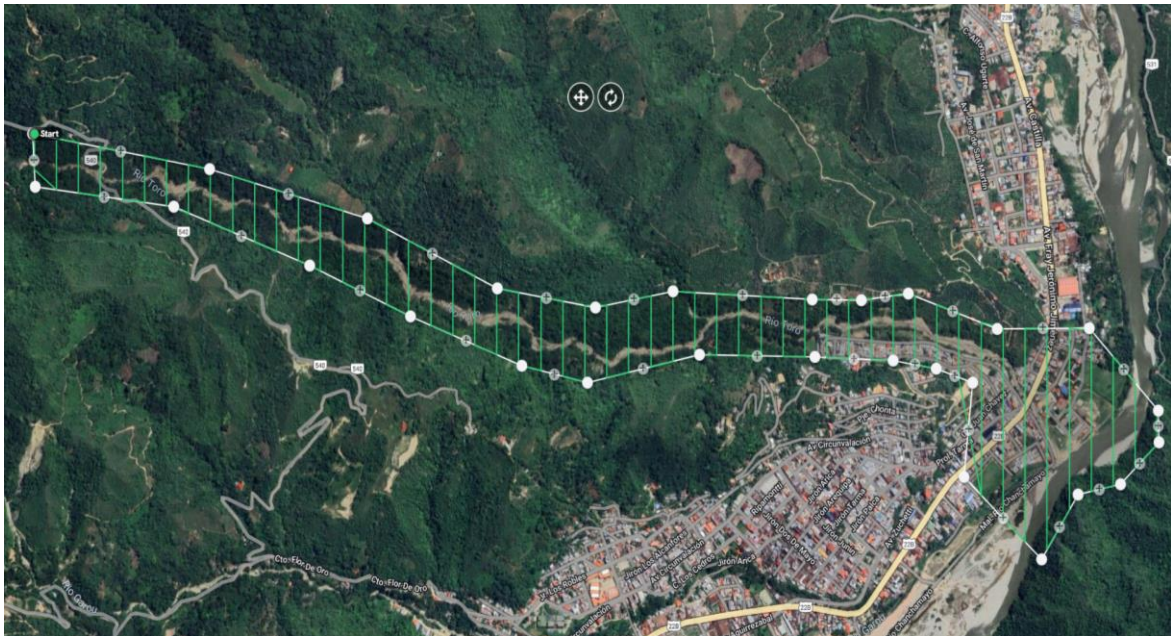
Para realizar este estudio y dadas las características del terreno, se utilizó la técnica de fotogrametría aérea, mediante imágenes tomadas con un vehículo aéreo no tripulado (drone) de alta precisión y resolución. El proceso ofrece una mayor flexibilidad, una cobertura mucho más amplia y rápida.

Precisión: La toma de las coordenadas de los puntos de control para la georreferenciación del levantamiento fotogramétrico se realizó con un receptor GNSS cuya precisión RMS cinemática (RTK) horizontal es de: 8 mm + 1 ppm RMS; tiempo de iniciación <10 s y fiabilidad de inicialización > 99.9 %. Así mismo, su precisión postprocesamiento estático horizontal es: 2.5 mm + 0.5 ppm RMS y vertical 5 mm + 0.5 ppm RMS.

Planificación de vuelo: El plan de vuelo se estableció a una altura de 120.00 m, cubriendo una extensión de 60 hectáreas para recopilar información detallada con una resolución espacial menor o igual a 5.00 centímetros por píxel (GDS).

Figura 8

Área del plan de vuelo del dron.



Los parámetros de los planes de vuelo son los siguientes:

Tabla 11

Parámetros de plan de vuelo

Parámetros	Valor
Altura de vuelo	120 m
Cantidad de vuelo	01
Traslape longitudinal	80%
Traslape transversal	70%
Velocidad de vuelo	15 m/s

Desarrollo de vuelo en campo: En esta etapa se respetaron las regulaciones y normativas establecidas para el uso de drones con la supervisión de un piloto certificado. El levantamiento fotogramétrico se realizó tomando en cuenta las siguientes normas:

- Proyecto de Norma Técnica Geodésica – Especificaciones Técnicas para Levantamientos Geodésicos Verticales. (Instituto Geográfico Nacional, 2015)
- Resolución Jefatural IGN N° 086 – 2011 - IGN/OAJ/DGC. (Instituto Geográfico Nacional, 2011)
- Especificación Técnica ISO/TS 19138. (International Organization for Standardization, 2006)

4.2.2. Trabajo de laboratorio

Las pruebas de laboratorio se realizaron de acuerdo a los métodos actualizados del ASTM (American Society for Testing and Materials) y los procedimientos recomendados según las Normas Técnicas Peruanas (NTP).

Los ensayos realizados para la caracterización de suelos son los siguientes:

Perfil estratigráfico	: ASTM D-2488-09A / NTP.339.150.
Análisis granulométrico por tamizado	: ASTM D-422 (02) / NTP 339.128.
Límite líquido	: ASTM D-4318 (00) / NTP 339.129.
Límite plástico	: ASTM D-4318 (00) / NTP 339.129.
Análisis macrogranulométrico	: ASTM D-5519 / ASTM D-422
Peso unitario	: ASTM D-7263 - 21/ NTP 400.017
Clasificación de suelos (SUCS)	: ASTM D-5519 / ASTM D-422
Clasificación de suelos (AASHTO)	: ASTM D-5519 / ASTM D-422
Ensayo de corte directo	: ASTM D3080 / NTP 339.171

4.2.3. Trabajo de gabinete

4.2.3.1. Procesamiento de imágenes

Se empleó el software Agisoft Metashape. El procesamiento de estas imágenes se realizó de la siguiente manera: En primer lugar, se importaron las imágenes al software, luego se alinearon las imágenes, asimismo se creó una malla 3D, así como las texturas y finalmente se generaron la ortofoto y el DEM.

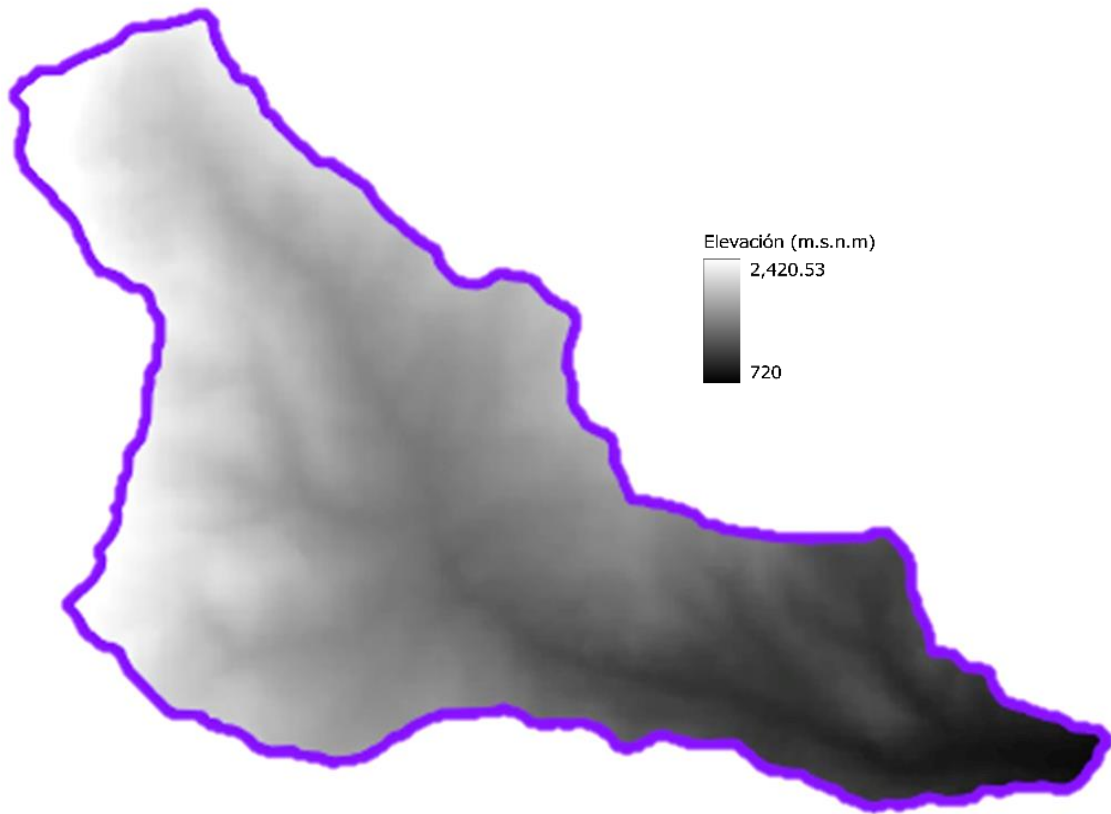
Figura 9

Ortofoto de la cuenca río Toro



Figura 10

Modelo Digital de Elevación de la cuenca río Toro.



4.2.4. Estudio hidrológico

4.2.4.1. Parámetros básicos de cuenca hidrográfica

Se determinaron los parámetros fundamentales de la cuenca río Toro con el software QGIS. Primero, se emplearon Modelos Digitales de Elevación obtenidos del satélite ALOS PALSAR, cuya información fue comparada con la cartografía digital de curvas de nivel y la red de drenaje a escala 1:100,000 proporcionadas por el Instituto Geográfico Nacional (IGN). Posteriormente, el DEM se procesó en QGIS, rellenando depresiones y configurando el sistema de referencia espacial adecuado. A continuación, se delimitó la cuenca utilizando herramientas de acumulación y dirección de flujo, definiendo un punto de salida (outlet) para generar el perímetro de la cuenca. A partir de esto, se calcularon el área y el perímetro usando herramientas de geometría. Además, se generó un mapa de pendientes para calcular la pendiente promedio mediante estadísticas zonales, y se extrajo la red hídrica identificando el cauce principal y los afluentes menores. Finalmente, se calcularon todos los parámetros considerados en la siguiente tabla.

Tabla 12

Parámetros Geomorfológicos de la cuenca del río Toro.

Parámetros	Características	Unidad	Cuenca río Toro
	Área	km ²	18.53
	Perímetro	km	30.80
	Longitud	km	10.27
	Ancho	km	1.97
Parámetros de forma de la cuenca	Índice de forma		
	Factor Forma de Horton	$R_f = A/L^2$	Rf = 0.176
	Índice de Compacidad (Gravellius)	$I_c = 0.28 P/\sqrt{A}$	Ic = 2.018
	Razón de Circularidad	$R_{ci} = 4\pi A/P^2$	Rc = 0.32
	Centroide de la cuenca		
	Este (X)	m	459940
	Norte (y)	m	8780280
	Cota máxima	msnm	2105.00
	Cota salida	msnm	752.00
Parámetros de relieve	Pendiente media	%	13.20
	Elevación media	msnm	1484.67
	Punto de cierre de la cuenca		
	Este (X)	m	464627
	Norte (y)	m	8778247
	Longitud total de drenaje	km	35.55

Parámetros Hidráulicos	Densidad de drenaje	km/km ²	3.86
	Orden de Strahler		3.00
	Orden de Sreve		28.00
	Propiedades del cauce principal		
	Longitud del cauce principal	km	10.704
	Longitud hasta la divisoria	km	11.07
	Cota mayor	msnm	1931.00
	Cota menor	msnm	735.00
	Pendiente media	%	11.17

4.2.4.2. Análisis de variables hidrológicas

Esta investigación se analizó esencialmente la variable hidrológica correspondiente a la precipitación, la información fue extraída de SENAMHI y ANA, considerando a las estaciones meteorológicas más próximas a la cuenca río Toro: Oxapampa, San Ramón, Huasahuasi y Pichanaqui.

4.2.4.2.1. Información hidrográfica

Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, 2008), se menciona que la representatividad, calidad, cobertura y consistencia de los datos son esenciales a la hora de poner en marcha un estudio hidrológico, ya que es conveniente disponer de datos históricos para garantizar la fiabilidad de los resultados. Este estudio presenta registros promedio de 20 años, abarcando desde 1952 hasta 2023. Los datos pluviométricos utilizados son los siguientes.

Tabla 13

Registros históricos de precipitación máxima de 24 horas de las estaciones meteorológicas Huasahuasi, Pichanaqui, Oxapampa y San Ramón.

Año	Precipitación media anual			
	Huasahuasi	Pichanaqui	Oxapampa	San Ramón
1952	-	-	52	-
1959	-	-	-	84.46
1960	-	-	-	49.2
1961	-	-	-	52.9
1962	-	-	-	56.8
1963	-	-	62	49.7
1964	16.5	-	40	111.5

1965	-	-	42	75
1966	-	-	47	56.1
1967	-	-		53.6
1968	-	-	26	75
1969	-	-	25.6	55
1970	15	-	43.2	65
1971	19	-	68.4	70
1972	31	-	43.2	88
1973	-	-	56.8	75
1974	22	-	20.4	46.49
1975	-	-	23.2	60.8
1976	-	-	22.8	48.7
1977	-	-	51.7	50.5
1978	-	-	52.5	54.1
1979	-	-	40	88.2
1985	20	-	-	-
1986	20	-	-	-
1987	21	-	-	-
1988	24	-	-	-
1989	20	-	-	-
1990	19	-	-	-
1991	21	-	-	-
1992	21	-	-	-
1993	17	-	-	-
1994	19	-	-	-
1995	18.7	-	27	-
1996	17.4	73	55	-
1997	29.4	-	76	-
1998	20	80.6	60	-
1999	24.4	81.6	33.5	-
2000	25.8	78.9	63	-
2001	21.8	50.2	42	-
2002	23.8	-	40	-
2003	19.1	73	53	-
2004	21.5	57.2	62	-
2005	15	-	37	-
2006	23	-	37	-
2007	33.8	122.1	35	-
2008	23.7	107.2	32	-
2009	34.2	71.8	58	-
2010	30.8	77.4	30	-
2011	21.2	81	52	-
2012	25	72.3	60	-

2013	23.8	65.1	62	-
2014	19.3	48.8	49	-
2015	-	39.2	36	-
2016	23.8	91.7	64	-
2017	31.6	65	47	-
2018	22.2	91.7	74.15	-
2019	28.1	69.9	50.1	-
2020	26.7	78.4	46	-
2021	26.1	49.8	43	-
2022	35	85.9	65	-
2023	24.5	73	56	-

Nota. Datos extraídos de (Autoridad Nacional del Agua, 2024) y (Senamhi, 2024).

4.2.4.2.2. Análisis de datos dudosos

Se procedió al cálculo de los parámetros estadísticos fundamentales para definir los umbrales límites requeridos en el análisis de los caudales máximos. Este análisis se realizó conforme a la metodología especificada en el numeral 2.2.1.2.1.1 en las ecuaciones Ec. 4, 5 y 6, aplicándola de manera consistente para las cuatro estaciones meteorológicas seleccionadas como objeto de estudio.

a. Estación Meteorológica Huasahuasi:

Se determinaron los parámetros estadísticos y los umbrales límites para el manejo de los datos de precipitación máxima cuestionables de la estación meteorológica Huasahuasi.

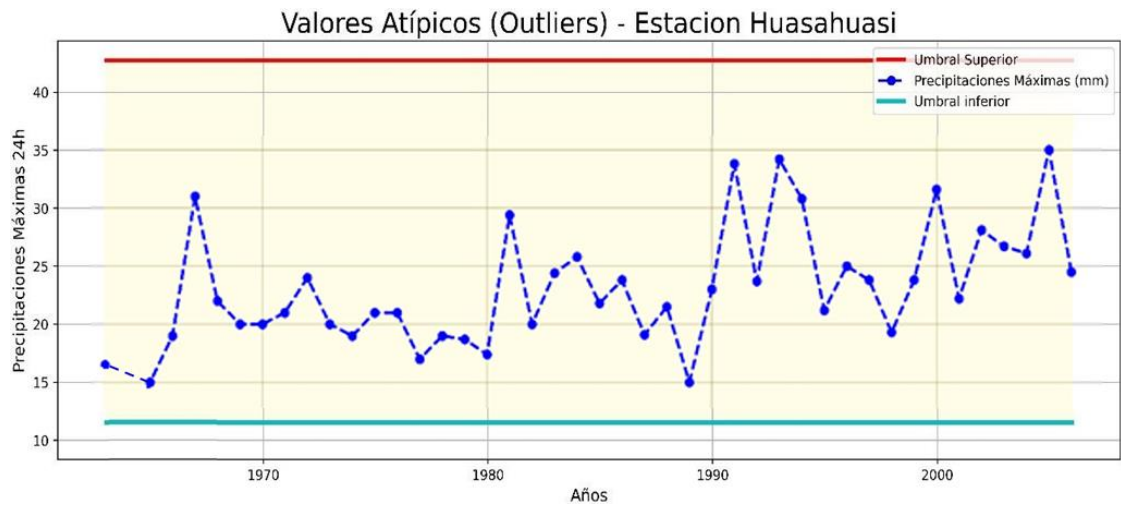
Tabla 14

Parámetros Estadísticos de límites de datos dudosos (Est. Huasahuasi)

Parámetros Estadísticos			
Media		D. Estándar	
1.3466		0.1046	
Umbrales Para Datos Dudosos Superior E Inferior			
Yh(log)	Yl(log)	Pt(mm)	Pl(mm)
1.63	1.06	42.76	11.53

Figura 11

Valores atípicos de Pmax24h (Estación Huasahuasi)



b. Estación Meteorológica Pichanaqui:

Se determinaron los parámetros estadísticos y los umbrales límites para el manejo de los datos de precipitación máxima cuestionables de la estación meteorológica Pichanaqui.

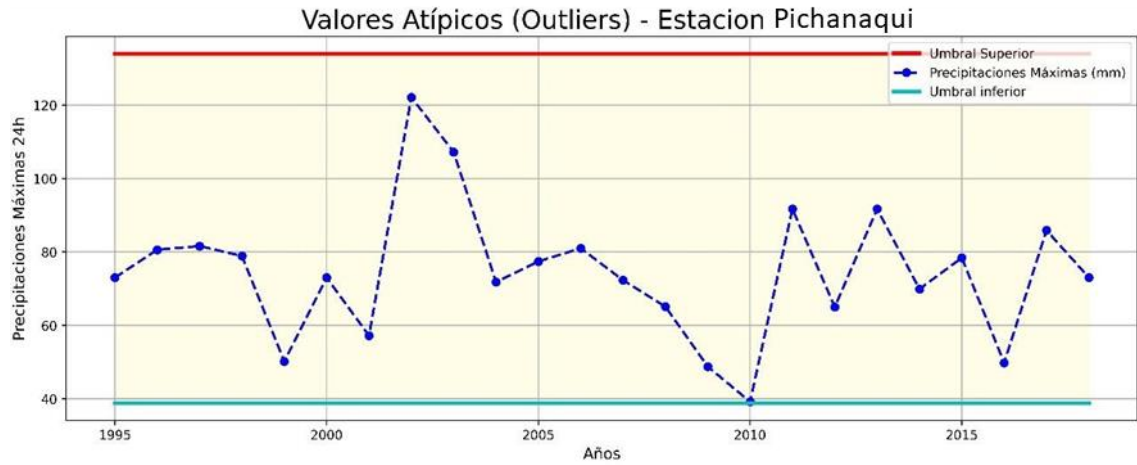
Tabla 15

Parámetros Estadísticos de límites de datos dudosos (Est. Pichanaqui)

Parámetros Estadísticos			
Media		D. Estándar	
1.8581		0.1089	
Umbrales Para Datos Dudosos Superior E Inferior			
Yh(log)	Yl(log)	Pt(mm)	Pl(mm)
2.12	1.58	133.94	38.84

Figura 12

Valores atípicos de Pmax24h (Estación Pichanaqui)



c. Estación Meteorológica Oxapampa:

Se determinaron los parámetros estadísticos y los umbrales límites para el manejo de los datos de precipitación máxima cuestionables de la estación meteorológica Oxapampa.

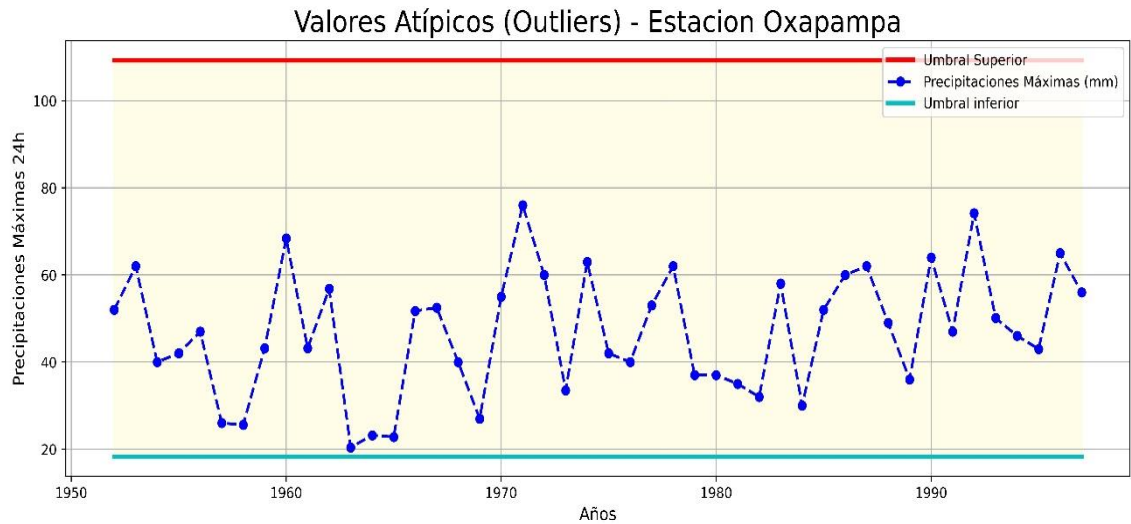
Tabla 16

Parámetros Estadísticos de límites de datos dudosos (Est. Oxapampa)

Parámetros Estadísticos			
Media		D. Estándar	
1.6504		0.1418	
Umbrales Para Datos Dudosos Superior E Inferior			
Yh(log)	Yl(log)	Pt(mm)	Pl(mm)
2.03	1.26	109.26	18.29

Figura 13

Valores atípicos de Pmax24h (Estación Oxapampa)



d. Estación Meteorológica San Ramón:

Se determinaron los parámetros estadísticos y los umbrales límites para el manejo de los datos de precipitación máxima cuestionables de la estación meteorológica San Ramón.

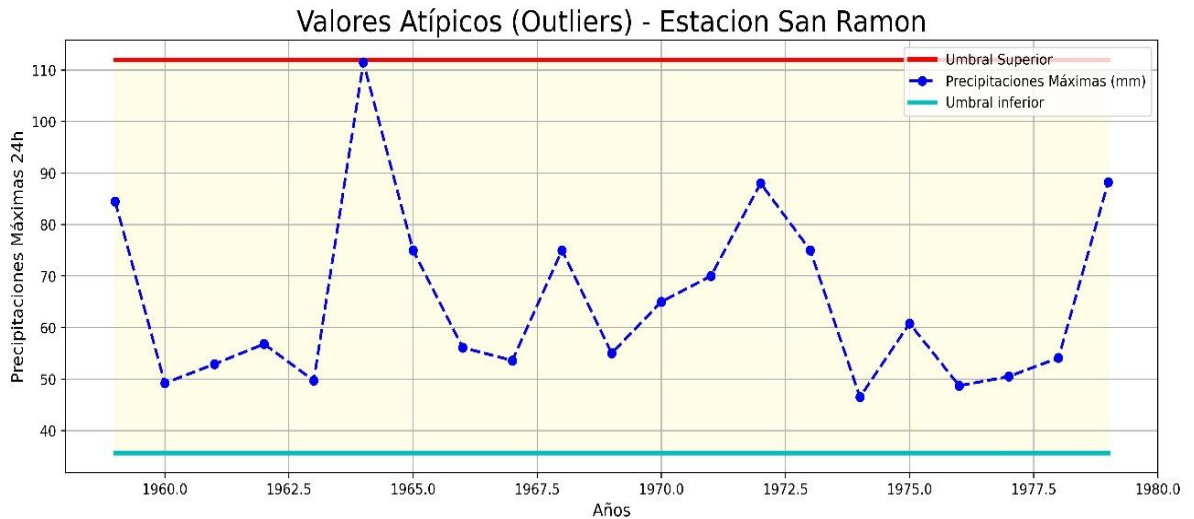
Tabla 17

Parámetros Estadísticos de límites de datos dudosos (Est. San Ramón)

Parámetros Estadísticos			
Media		D. Estándar	
1.800		0.103	
Umbrales Para Datos Dudosos Superior E Inferior			
Yh(log)	Yl(log)	Pt(mm)	Pl(mm)
2.04	1.55	111.97	35.60

Figura 14

Valores atípicos de Pmax24h (Estación San Ramón)



Los datos presentados en los gráficos de valores atípicos (outliers) en las estaciones meteorológicas consideradas para el estudio muestran que todos los datos que se emplearán se encuentran dentro de los umbrales de valores máximos y mínimos de precipitaciones. Las estaciones Huasahuasi, Pichanaqui, Oxapampa y San Ramón no presentan valores atípicos en su serie de datos.

4.2.4.3. Análisis estadístico de precipitaciones máximas

Para determinar los caudales máximos de diseño utilizados en la investigación, se establecieron según los siguientes criterios definidos por la (Autoridad Nacional del Agua, 2016):

- Para cauces naturales de agua en zonas agrícolas, se considera un período de retorno de 50 años.
- En el caso de cauces naturales de agua situados junto a áreas urbanas, se establecen períodos de retorno de 100 y 200 años.

Los datos pluviométricos utilizados anteriormente fueron analizados utilizando un enfoque probabilístico con el software HYFRAN. Para ello, se utilizaron los registros de precipitación máxima de 24 horas y caudal máximo anual de las estaciones meteorológicas Huasahuasi, Pichanaqui, Oxapampa y San Ramón. Estos fueron sometidos a las pruebas de hipótesis

proporcionadas por el software HYFRAN, como la prueba de estacionalidad (Kendall), la prueba de independencia (Wald-Wolfowitz) y la prueba de homogeneidad anual (Wilcoxon), entre otras. Además, la herramienta permite visualizar las variaciones anuales de precipitación y flujos a través de gráficos, facilitando la identificación de posibles valores atípicos.

Una vez que los datos pluviométricos pasaron las verificaciones estadísticas, se ajustaron a diferentes distribuciones de probabilidad (Gumbel, Gamma, Weibull, GEV, Normal, Log-Normal de tres parámetros y Log-Pearson tipo III, entre otras). Se consideran los siguientes términos:

P(Mi): Probabilidad a priori

P(Mi | x): Probabilidad a posteriori (Método de Schwartz)

BIC: Criterio de información bayesiano

AIC: Criterio de información de Akaike

4.2.4.3.1. Estación meteorológica de Huasahuasi

Tabla 18

Parámetros Estadísticos estación Huasahuasi para TR= 20 años

Estación Huasahuasi - TR=20 años						
Modelo	N° Parámetros	XT	P(Mi)	P(Mi x)	BIC	AIC
Gumbel (Maximum Likelihood)	2	32.9	10	26.2	263.1	259.5
Inverse Gamma (Maximum Likelihood)	2	32.4	10	24.6	263.2	259.7
Lognormal (Maximum Likelihood)	2	32.1	10	18.8	263.7	260.2
Gamma (Maximum Likelihood)	2	31.7	10	11.4	264.7	261.2
Pearson type 3 (Maximum Likelihood)	3	32.6	10	4.8	266.5	261.2
GEV (Maximum Likelihood)	3	32.5	10	4.2	266.7	261.4
Log-Pearson type 3 (Méthode SAM)	3	32.4	10	3.9	266.8	261.6
Generalized Gamma (Maximum Likelihood)	3	32.6	10	3.9	266.8	261.6
Normal (Maximum Likelihood)	2	31.5	10	1.9	268.3	264.8

Weibull (Maximum Likelihood)	2	31.8	10	0.3	271.9	268.4
------------------------------	---	------	----	-----	-------	-------

Nota. En la estación de Huasahuasi, para un periodo de retorno de 20 años, la mejor distribución estadística que nos brinda el HYFRAN es el método Gumbel (Maximum Likelihood).

Tabla 19

Parámetros Estadísticos estación Huasahuasi para TR= 50 años

Estación Huasahuasi - TR=50 años						
Modelo	N° Parámetros	XT	P(Mi)	P(Mi x)	BIC	AIC
Gumbel (Maximum Likelihood)	2	36.8	10	26.2	263.1	259.5
Inverse Gamma (Maximum Likelihood)	2	35.7	10	24.6	263.2	259.7
Lognormal (Maximum Likelihood)	2	35.0	10	18.8	263.7	260.2
Gamma (Maximum Likelihood)	2	34.3	10	11.4	264.7	261.2
Pearson type 3 (Maximum Likelihood)	3	35.9	10	4.8	266.5	261.2
GEV (Maximum Likelihood)	3	35.9	10	4.2	266.7	261.4
Log-Pearson type 3 (Méthode SAM)	3	35.8	10	3.9	266.8	261.6
Generalized Gamma (Maximum Likelihood)	3	36.2	10	3.9	266.8	261.6
Normal (Maximum Likelihood)	2	33.6	10	1.9	268.3	264.8
Weibull (Maximum Likelihood)	2	33.6	10	0.3	271.9	268.4

Nota. En la estación de Huasahuasi, para un periodo de retorno de 50 años, la mejor distribución estadística que nos brinda el HYFRAN es el método Gumbel (Maximum Likelihood).

Tabla 20

Parámetros Estadísticos estación Huasahuasi para TR= 100 años

Estación Huasahuasi - TR=100 años						
Modelo	N° Parámetros	XT	P(Mi)	P(Mi x)	BIC	AIC
Gumbel (Maximum Likelihood)	2	39.7	10	26.2	263.1	259.5
Inverse Gamma (Maximum Likelihood)	2	38.1	10	24.6	263.2	259.7
Lognormal (Maximum Likelihood)	2	37.1	10	18.8	263.7	260.2

Gamma (Maximum Likelihood)	2	36.0	10	11.4	264.7	261.2
Pearson type 3 (Maximum Likelihood)	3	38.3	10	4.8	266.5	261.2
GEV (Maximum Likelihood)	3	38.4	10	4.2	266.7	261.4
Log-Pearson type 3 (Méthode SAM)	3	38.4	10	3.9	266.8	261.6
Generalized Gamma (Maximum Likelihood)	3	39.0	10	3.9	266.8	261.6
Normal (Maximum Likelihood)	2	35.0	10	1.9	268.3	264.8
Weibull (Maximum Likelihood)	2	34.8	10	0.3	271.9	268.4

Nota. En la estación de Huasahuasi, para un periodo de retorno de 100 años, la mejor distribución estadística que nos brinda el HYFRAN es el método Gumbel (Maximum Likelihood).

Tabla 21

Parámetros Estadísticos estación Huasahuasi para TR= 200 años

Estación Huasahuasi - TR=200 años						
Modelo	N° Parámetros	XT	P(Mi)	P(Mi x)	BIC	AIC
Gumbel (Maximum Likelihood)	2	42.6	10	26.2	263.1	259.5
Inverse Gamma (Maximum Likelihood)	2	40.5	10	24.6	263.2	259.7
Lognormal (Maximum Likelihood)	2	39.2	10	18.8	263.7	260.2
Gamma (Maximum Likelihood)	2	37.7	10	11.4	264.7	261.2
Pearson type 3 (Maximum Likelihood)	3	40.6	10	4.8	266.5	261.2
GEV (Maximum Likelihood)	3	40.8	10	4.2	266.7	261.4
Log-Pearson type 3 (Méthode SAM)	3	40.9	10	3.9	266.8	261.6
Generalized Gamma (Maximum Likelihood)	3	41.7	10	3.9	266.8	261.6
Normal (Maximum Likelihood)	2	36.2	10	1.9	268.3	264.8
Weibull (Maximum Likelihood)	2	35.8	10	0.3	271.9	268.4

Nota. En la estación de Huasahuasi, para un periodo de retorno de 200 años, la mejor distribución estadística que nos brinda el HYFRAN es el método Gumbel (Maximum Likelihood).

4.2.4.3.2. Estación meteorológica de Pichanaqui

Tabla 22

Parámetros Estadísticos estación Pichanaqui para TR= 20 años

Estación Pichanaqui - TR=20 años						
Modelo	N° Parámetros	XT	P(Mi)	P(Mi x)	BIC	AIC
Gamma (Maximum Likelihood)	2	106.7	10	21.5	212.9	210.6
Normal (Maximum Likelihood)	2	104.8	10	16.4	213.5	211.1
Lognormal (Maximum Likelihood)	2	110.0	10	16.3	213.5	211.1
Inverse Gamma (Maximum Likelihood)	2	112.4	10	9.6	214.5	212.2
Gumbel (Maximum Likelihood)	2	116.3	10	9.6	214.5	212.2
Weibull (Maximum Likelihood)	2	105.1	10	8.8	214.7	212.3
Pearson type 3 (Maximum Likelihood)	3	105.8	10	4.6	216.0	212.5
Generalized Gamma (Maximum Likelihood)	3	105.9	10	4.5	216.0	212.5
Log-Pearson type 3 (Méthode SAM)	3	105.8	10	4.4	216.1	212.6
GEV (Maximum Likelihood)	3	106.7	10	4.3	216.1	212.6

Nota. En la estación de Pichanaqui, para un periodo de retorno de 20 años, la mejor distribución estadística que nos brinda el HYFRAN es el método Gamma (Maximum Likelihood).

Tabla 23

Parámetros Estadísticos estación Pichanaqui para TR= 50 años

Estación Pichanaqui - TR=50 años						
Modelo	N° Parámetros	XT	P(Mi)	P(Mi x)	BIC	AIC
Gamma (Maximum Likelihood)	2	116.5	10	21.5	212.9	210.6
Normal (Maximum Likelihood)	2	112.3	10	16.4	213.5	211.1
Lognormal (Maximum Likelihood)	2	122.1	10	16.3	213.5	211.1
Inverse Gamma (Maximum Likelihood)	2	127.1	10	9.6	214.5	212.2
Gumbel (Maximum Likelihood)	2	132.3	10	9.6	214.5	212.2
Weibull (Maximum Likelihood)	2	111.8	10	8.8	214.7	212.3
Pearson type 3 (Maximum Likelihood)	3	114.8	10	4.6	216.0	212.5

Generalized Gamma (Maximum Likelihood)	3	114.9	10	4.5	216.0	212.5
Log-Pearson type 3 (Méthode SAM)	3	114.4	10	4.4	216.1	212.6
GEV (Maximum Likelihood)	3	115.5	10	4.3	216.1	212.6

Nota. En la estación de Pichanaqui, para un periodo de retorno de 50 años, la mejor distribución estadística que nos brinda el HYFRAN es el método Gamma (Maximum Likelihood).

Tabla 24

Parámetros Estadísticos estación Pichanaqui para TR= 100 años

Estación Pichanaqui - TR=100 años						
Modelo	N° Parámetros	XT	P(Mi)	P(Mi x)	BIC	AIC
Gamma (Maximum Likelihood)	2	123.3	10	21.5	212.9	210.6
Normal (Maximum Likelihood)	2	117.4	10	16.4	213.5	211.1
Lognormal (Maximum Likelihood)	2	131.0	10	16.3	213.5	211.1
Inverse Gamma (Maximum Likelihood)	2	138.2	10	9.6	214.5	212.2
Gumbel (Maximum Likelihood)	2	144.2	10	9.6	214.5	212.2
Weibull (Maximum Likelihood)	2	116.1	10	8.8	214.7	212.3
Pearson type 3 (Maximum Likelihood)	3	121.1	10	4.6	216.0	212.5
Generalized Gamma (Maximum Likelihood)	3	121.1	10	4.5	216.0	212.5
Log-Pearson type 3 (Méthode SAM)	3	120.1	10	4.4	216.1	212.6
GEV (Maximum Likelihood)	3	121.3	10	4.3	216.1	212.6

Nota. En la estación de Pichanaqui, para un periodo de retorno de 100 años, la mejor distribución estadística que nos brinda el HYFRAN es el método Gamma (Maximum Likelihood).

Tabla 25

Parámetros Estadísticos estación Pichanaqui para TR= 200 años

Estación Pichanaqui - TR=200 años						
Modelo	N° Parámetros	XT	P(Mi)	P(Mi x)	BIC	AIC
Gamma (Maximum Likelihood)	2	129.8	10	21.5	212.9	210.6
Normal (Maximum Likelihood)	2	122.0	10	16.4	213.5	211.1

Lognormal (Maximum Likelihood)	2	139.6	10	16.3	213.5	211.1
Inverse Gamma (Maximum Likelihood)	2	149.3	10	9.6	214.5	212.2
Gumbel (Maximum Likelihood)	2	156.2	10	9.6	214.5	212.2
Weibull (Maximum Likelihood)	2	120.0	10	8.8	214.7	212.3
Pearson type 3 (Maximum Likelihood)	3	126.9	10	4.6	216.0	212.5
Generalized Gamma (Maximum Likelihood)	3	126.9	10	4.5	216.0	212.5
Log-Pearson type 3 (Méthode SAM)	3	125.3	10	4.4	216.1	212.6
GEV (Maximum Likelihood)	3	126.4	10	4.3	216.1	212.6

Nota. En la estación de Pichanaqui, para un periodo de retorno de 200 años, la mejor distribución estadística que nos brinda el HYFRAN es el método Gamma (Maximum Likelihood).

4.2.4.3.3. Estación meteorológica Oxapampa

Tabla 26

Parámetros Estadísticos estación Oxapampa para TR= 20 años

Estación Oxapampa - TR=20 años						
Modelo	N° Parámetros	XT	P(Mi)	P(Mi x)	BIC	AIC
Weibull (Maximum Likelihood)	2	69.6	10	40.3	379.9	376.3
Normal (Maximum Likelihood)	2	70.3	10	24.8	380.9	377.2
Gamma (Maximum Likelihood)	2	73.5	10	11.9	382.4	378.7
GEV (Maximum Likelihood)	3	69.3	10	6.2	383.7	378.2
Generalized Gamma (Maximum Likelihood)	3	69.4	10	6.0	383.7	378.3
Log-Pearson type 3 (Méthode SAM)	3	71.9	10	4.5	384.3	378.8
Lognormal (Maximum Likelihood)	2	77.0	10	3.4	384.9	381.2
Gumbel (Maximum Likelihood)	2	79.6	10	2.4	385.6	381.9
Inverse Gamma (Maximum Likelihood)	2	81.1	10	0.6	388.5	384.8
Pearson type 3 (Maximum Likelihood)	3	69.8	10	N/D	N/D	N/D

Nota. En la estación de Oxapampa, para un periodo de retorno de 20 años, la mejor distribución estadística que nos brinda el HYFRAN es el método Weibull (Maximum Likelihood).

Tabla 27*Parámetros Estadísticos estación Oxapampa para TR= 50 años*

Estación Oxapampa - TR=50 años						
Modelo	N° Parámetros	XT	P(Mi)	P(Mi x)	BIC	AIC
Weibull (Maximum Likelihood)	2	74.6	10	40.3	379.9	376.3
Normal (Maximum Likelihood)	2	76.0	10	24.8	380.9	377.2
Gamma (Maximum Likelihood)	2	81.8	10	11.9	382.4	378.7
GEV (Maximum Likelihood)	3	73.6	10	6.2	383.7	378.2
Generalized Gamma (Maximum Likelihood)	3	74.4	10	6.0	383.7	378.3
Log-Pearson type 3 (Méthode SAM)	3	78.3	10	4.5	384.3	378.8
Lognormal (Maximum Likelihood)	2	88.1	10	3.4	384.9	381.2
Gumbel (Maximum Likelihood)	2	92.0	10	2.4	385.6	381.9
Inverse Gamma (Maximum Likelihood)	2	96.2	10	0.6	388.5	384.8
Pearson type 3 (Maximum Likelihood)	3	75.3	10	N/D	N/D	N/D

Nota. En la estación de Oxapampa, para un periodo de retorno de 50 años, la mejor distribución estadística que nos brinda el HYFRAN es el método Weibull (Maximum Likelihood).

Tabla 28*Parámetros Estadísticos estación Oxapampa para TR= 100 años*

Estación Oxapampa - TR= 100 años						
Modelo	N° Parámetros	XT	P(Mi)	P(Mi x)	BIC	AIC
Weibull (Maximum Likelihood)	2	77.9	10	40.3	379.9	376.3
Normal (Maximum Likelihood)	2	79.9	10	24.8	380.9	377.2
Gamma (Maximum Likelihood)	2	87.7	10	11.9	382.4	378.7
GEV (Maximum Likelihood)	3	76.1	10	6.2	383.7	378.2
Generalized Gamma (Maximum Likelihood)	3	77.5	10	6.0	383.7	378.3
Log-Pearson type 3 (Méthode SAM)	3	82.4	10	4.5	384.3	378.8
Lognormal (Maximum Likelihood)	2	96.4	10	3.4	384.9	381.2
Gumbel (Maximum Likelihood)	2	101.3	10	2.4	385.6	381.9

Inverse Gamma (Maximum Likelihood)	2	108.3	10	0.6	388.5	384.8
Pearson type 3 (Maximum Likelihood)	3	79.0	10	N/D	N/D	N/D

Nota. En la estación de Oxapampa, para un periodo de retorno de 100 años, la mejor distribución estadística que nos brinda el HYFRAN es el método Weibull (Maximum Likelihood).

Tabla 29

Parámetros Estadísticos estación Oxapampa para TR= 200 años

Estación Oxapampa - TR= 200 años						
Modelo	N° Parámetros	XT	P(Mi)	P(Mi x)	BIC	AIC
Weibull (Maximum Likelihood)	2	80.8	10	40.3	379.9	376.3
Normal (Maximum Likelihood)	2	83.4	10	24.8	380.9	377.2
Gamma (Maximum Likelihood)	2	93.4	10	11.9	382.4	378.7
GEV (Maximum Likelihood)	3	78.1	10	6.2	383.7	378.2
Generalized Gamma (Maximum Likelihood)	3	80.4	10	6.0	383.7	378.3
Log-Pearson type 3 (Méthode SAM)	3	86.0	10	4.5	384.3	378.8
Lognormal (Maximum Likelihood)	2	104.7	10	3.4	384.9	381.2
Gumbel (Maximum Likelihood)	2	110.6	10	2.4	385.6	381.9
Inverse Gamma (Maximum Likelihood)	2	120.9	10	0.6	388.5	384.8
Pearson type 3 (Maximum Likelihood)	3	82.4	10	N/D	N/D	N/D

Nota. En la estación de Oxapampa, para un periodo de retorno de 200 años, la mejor distribución estadística que nos brinda el HYFRAN es el método Weibull (Maximum Likelihood).

4.2.4.3.4. Estación meteorológica San Ramón

Tabla 30

Parámetros Estadísticos estación San Ramón para TR= 20 años

Estación San Ramón - TR=20 años						
Modelo	N° Parámetros	XT	P(Mi)	P(Mi x)	BIC	AIC

3-parameter lognormal (Maximum Likelihood)	3	108.3	11.1	36.2	176.2	173.1
GEV (Maximum Likelihood)	3	113.4	11.1	17.6	177.7	174.6
Gumbel (Maximum Likelihood)	2	93.3	11.1	15.7	177.9	175.8
Inverse Gamma (Maximum Likelihood)	2	94.1	11.1	12.0	178.5	176.4
Lognormal (Maximum Likelihood)	2	94.3	11.1	7.1	179.5	177.4
Log-Pearson type 3 (Méthode SAM)	3	97.1	11.1	6.6	179.6	176.5
Gamma (Maximum Likelihood)	2	93.0	11.1	3.8	180.7	178.6
Normal (Maximum Likelihood)	2	93.3	11.1	0.7	184.1	182.0
Weibull (Maximum Likelihood)	2	94.9	11.1	0.3	185.6	183.5

Nota. En la estación de San Ramón, para un periodo de retorno de 20 años, la mejor distribución estadística que nos brinda el HYFRAN es el método 3-parameter lognormal (Maximum Likelihood).

Tabla 31

Parámetros Estadísticos estación San Ramón para TR= 50 años

Estación San Ramón - TR=50 años						
Modelo	N° Parámetros	XT	P(Mi)	P(Mi x)	BIC	AIC
3-parameter lognormal (Maximum Likelihood)	3	137.3	11.1	36.2	176.2	173.1
GEV (Maximum Likelihood)	3	157.2	11.1	17.6	177.7	174.6
Gumbel (Maximum Likelihood)	2	104.6	11.1	15.7	177.9	175.8
Inverse Gamma (Maximum Likelihood)	2	105.0	11.1	12.0	178.5	176.4
Lognormal (Maximum Likelihood)	2	104.2	11.1	7.1	179.5	177.4
Log-Pearson type 3 (Méthode SAM)	3	111.5	11.1	6.6	179.6	176.5
Gamma (Maximum Likelihood)	2	101.4	11.1	3.8	180.7	178.6
Normal (Maximum Likelihood)	2	100.3	11.1	0.7	184.1	182.0

Weibull (Maximum Likelihood)	2	101.6	11.1	0.3	185.6	183.5
------------------------------	---	-------	------	-----	-------	-------

Nota. En la estación de San Ramón, para un periodo de retorno de 50 años, la mejor distribución estadística que nos brinda el HYFRAN es el método 3-parameter lognormal (Maximum Likelihood).

Tabla 32

Parámetros Estadísticos estación San Ramón para TR= 100 años

Estación San Ramón - TR= 100 años						
Modelo	N° Parámetros	XT	P(Mi)	P(Mi x)	BIC	AIC
3-parameter lognormal (Maximum Likelihood)	3	163.6	11.1	36.2	176.2	173.1
GEV (Maximum Likelihood)	3	206.0	11.1	17.6	177.7	174.6
Gumbel (Maximum Likelihood)	2	113.0	11.1	15.7	177.9	175.8
Inverse Gamma (Maximum Likelihood)	2	113.2	11.1	12.0	178.5	176.4
Lognormal (Maximum Likelihood)	2	111.3	11.1	7.1	179.5	177.4
Log-Pearson type 3 (Méthode SAM)	3	122.9	11.1	6.6	179.6	176.5
Gamma (Maximum Likelihood)	2	107.3	11.1	3.8	180.7	178.6
Normal (Maximum Likelihood)	2	105.0	11.1	0.7	184.1	182.0
Weibull (Maximum Likelihood)	2	105.9	11.1	0.3	185.6	183.5

Nota. En la estación de San Ramón, para un periodo de retorno de 100 años, la mejor distribución estadística que nos brinda el HYFRAN es el método 3-parameter lognormal (Maximum Likelihood).

Tabla 33

Parámetros Estadísticos estación San Ramón para TR= 200 años

Estación San Ramón - TR= 200 años						
Modelo	N° Parámetros	XT	P(Mi)	P(Mi x)	BIC	AIC

3-parameter lognormal (Maximum Likelihood)	3	194.09	11.1	36.18	176.245	173.11
GEV (Maximum Likelihood)	3	274.21	11.1	17.56	177.691	174.56
Gumbel (Maximum Likelihood)	2	121.43	11.1	15.73	177.911	175.82
Inverse Gamma (Maximum Likelihood)	2	121.24	11.1	11.96	178.459	176.37
Lognormal (Maximum Likelihood)	2	118.33	11.1	7.08	179.509	177.42
Log-Pearson type 3 (Méthode SAM)	3	134.99	11.1	6.6	179.647	176.51
Gamma (Maximum Likelihood)	2	112.85	11.1	3.84	180.734	178.65
Normal (Maximum Likelihood)	2	109.28	11.1	0.72	184.092	182.00
Weibull (Maximum Likelihood)	2	109.77	11.1	0.33	185.616	183.53

Nota. En la estación de San Ramón, para un periodo de retorno de 200 años, la mejor distribución estadística que nos brinda el HYFRAN es el método 3-parameter lognormal (Maximum Likelihood).

En las tablas anteriores se presenta la comparación de los ajustes de bondad obtenidos para cada período de retorno en las estaciones evaluadas. Una vez determinados estos ajustes, se analizan los criterios correspondientes para seleccionar el que mejor se adecue a las condiciones de cada estación. Este procedimiento se aplica de manera reiterada para cada período de retorno en todas las estaciones estudiadas.

De este modo, se calcularon las precipitaciones máximas en 24 horas para períodos de retorno de 20, 50, 100 y 200 años en cada estación meteorológica considerada en el análisis de la cuenca del río Toro.

Tabla 34

Precipitación máxima en 24 horas (mm)

Estaciones	Este	Norte	P20	P50	P100	P200
Huasahuasi	431026	8754153	32.995	36.825	39.695	42.555
Pichanaqui	514539	8791389	106.739	116.499	123.315	129.772
Oxapampa	457368	8829020	69.564	74.634	77.913	80.847

San Ramon	463569	8771070	108.302	137.261	163.55	194.09
-----------	--------	---------	---------	---------	--------	--------

Nota. Se muestran los valores de precipitaciones máximas obtenidas a partir de los análisis estadísticos.

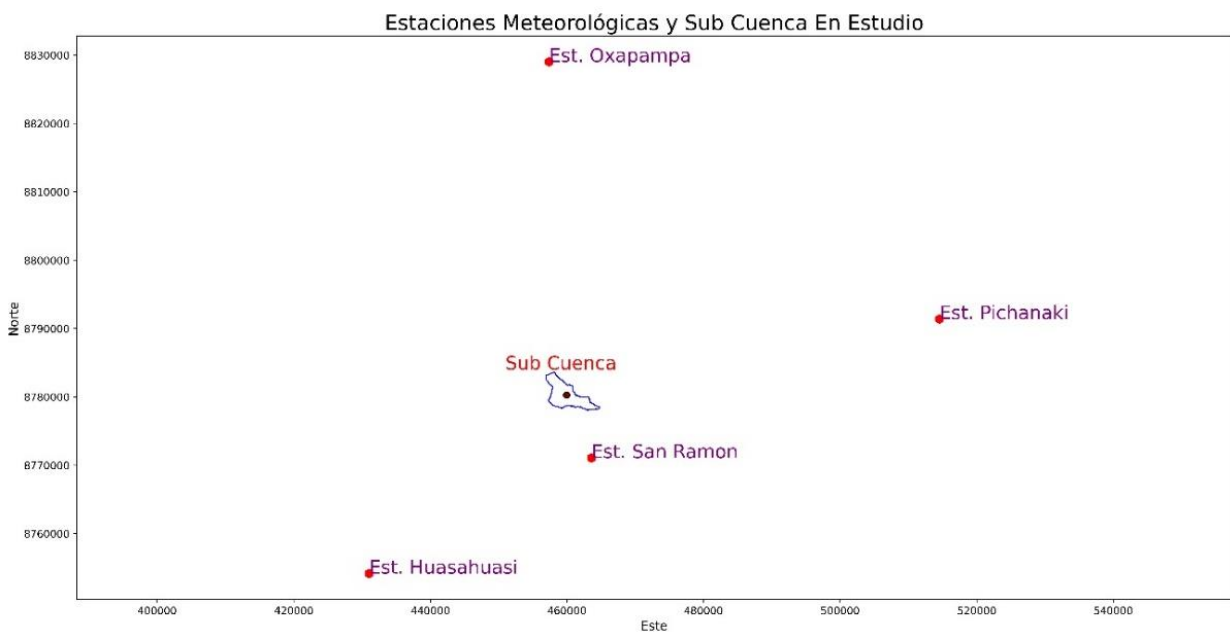
4.2.4.4. Precipitación máxima promedia de la cuenca río Toro.

4.2.4.4.1. Método distancia inversa

Para determinar la intensidad de las precipitaciones y los caudales máximos, se utilizaron medias conservadoras obtenidas mediante un proceso de interpolación en toda la cuenca.

Figura 15

Cuenca del río Toro y Estaciones Meteorológicas



Se utilizó interpolación por distancia inversa, que se basa en la idea de que la precipitación de las estaciones más cercanas tiene mayor relevancia para estimar la precipitación en la estación definida. En este procedimiento, el peso asignado a cada estación se determina mediante la inversa de la distancia a la estación de objetivo, elevada a un exponente específico. Para garantizar que las ponderaciones sean iguales a 1, el valor de cada distancia inversa se normaliza dividiéndolo por la suma de las distancias inversas de todas las estaciones participantes.

Figura 16

Interpolaciones de precipitación IDW para TR=20 años, TR=50 años, TR=100 años y TR=200 años

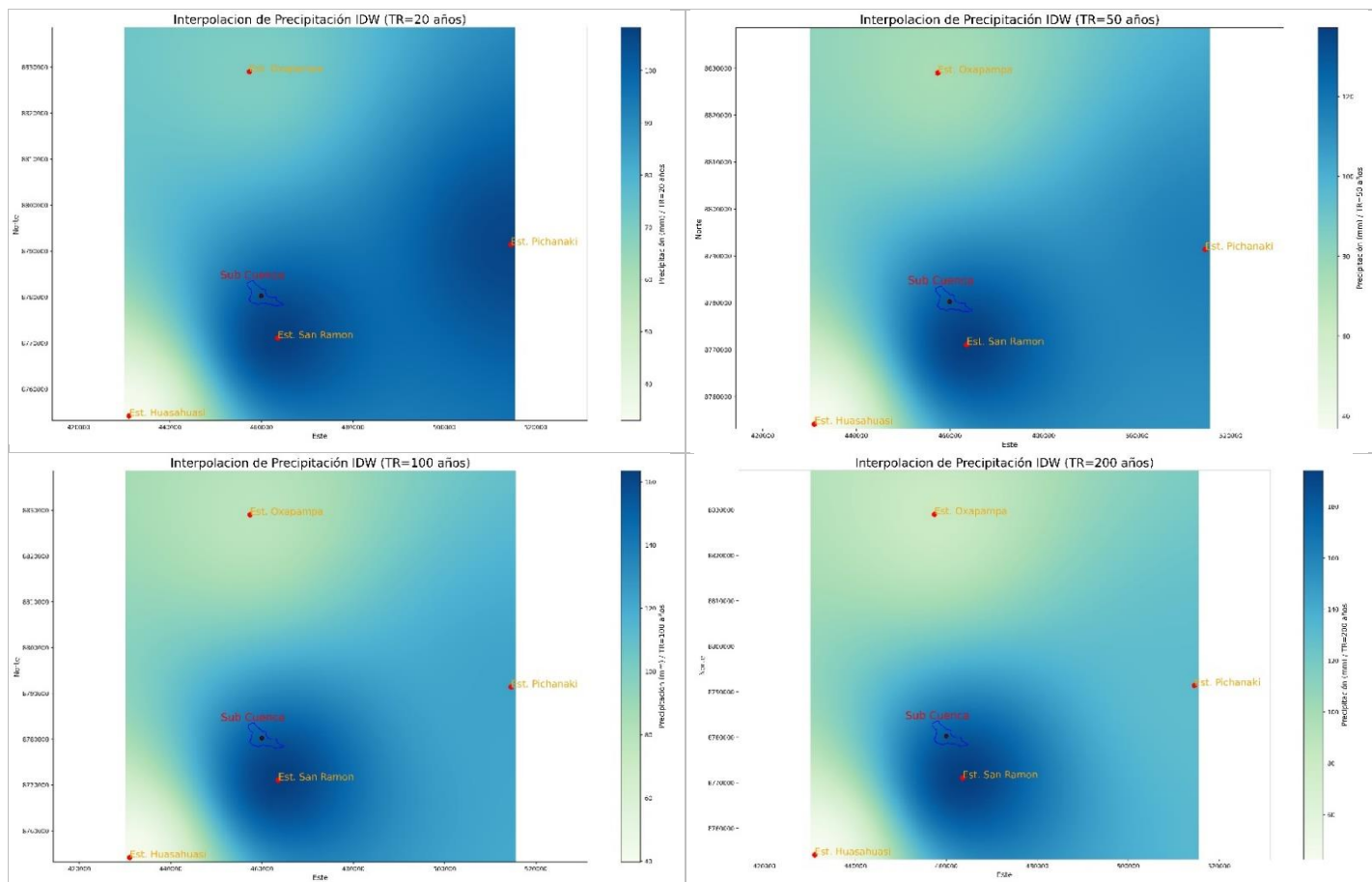


Tabla 35

Precipitación máxima en 24 horas(mm) para la Cuenca

Cuenca	Este	Norte	P20	P50	P100	P200
río Toro	459946.295	8780274.953	102.592	128.732	152.323	179.629

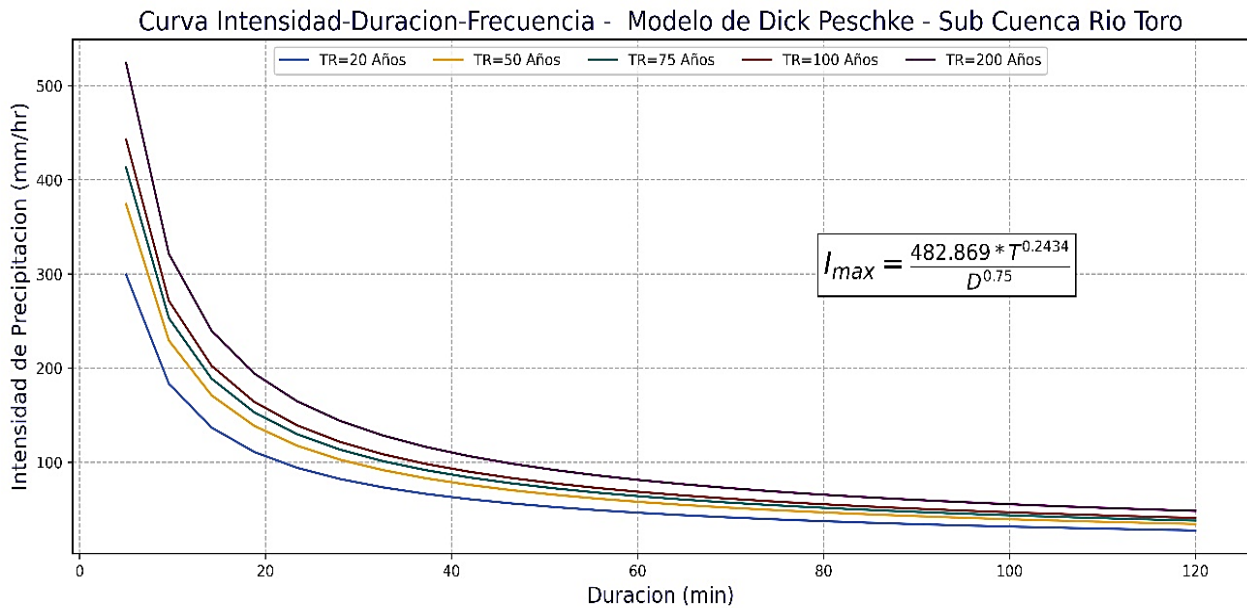
4.2.4.4.2. Método Dick Peshcke para generar curvas IDF

a. Cálculo de Intensidad – Duración y Frecuencia

En la siguiente figura se muestra la Curva Duración y Frecuencia, obtenidos en base a las ecuaciones en el numeral 2.2.1.2.1.3 – a, Ec. 37, 38 y 39.

Figura 17

Curvas Intensidad – Duración - Frecuencia (río Toro)



b) Generación de hietogramas a partir de las curvas IDF

Para generar hietogramas a partir de las curvas IDF, se calcula el tiempo de concentración de la cuenca “Tc” el cual se utiliza la expresión del numeral 2.2.1.2.1.3 – c, Ec. 41.

Se tiene como dato morfológico:

- L = 10.703 km
- S = 0.1117 m/m

Por ende:

Tc =0.95 horas ≈ 1 hora

Figura 18

Hietograma - Cuenca río Toro (TR=20 años)

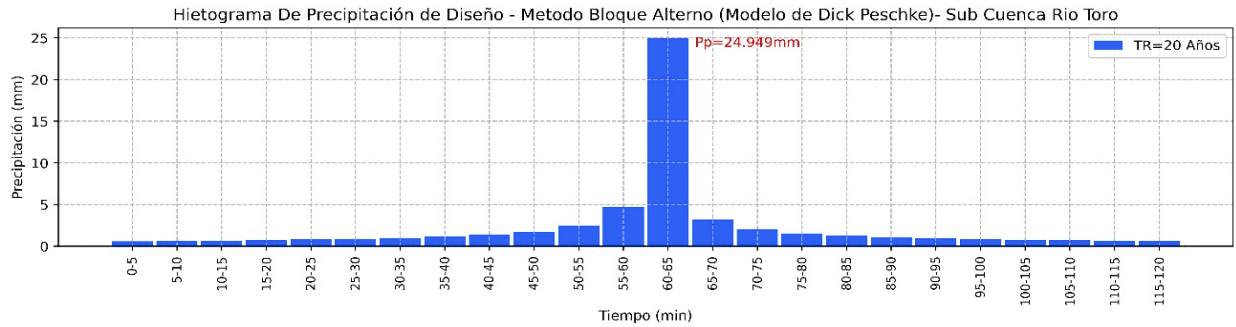


Figura 19

Hietograma - Cuenca río Toro (TR=50 años)

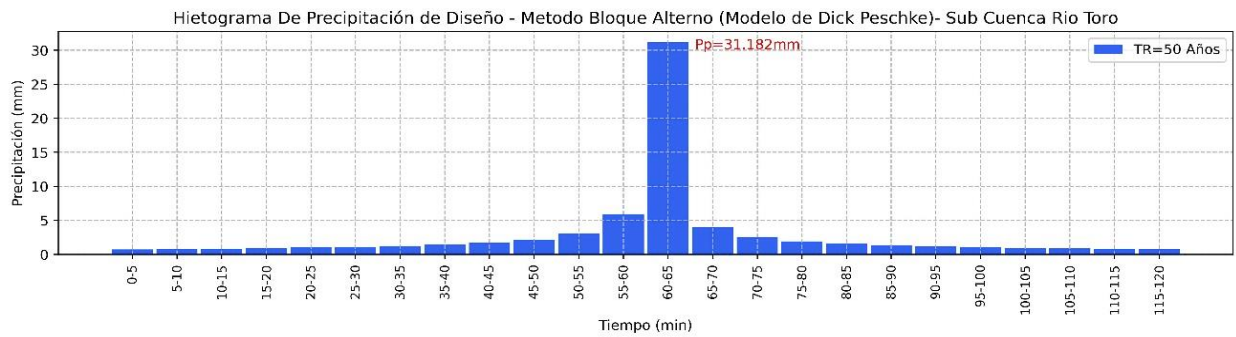


Figura 20

Hietograma - Cuenca río Toro (TR=100 años)

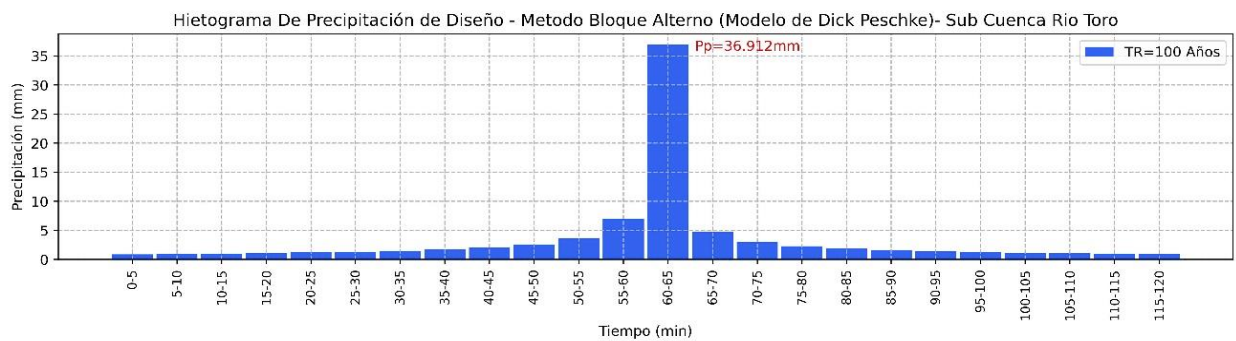
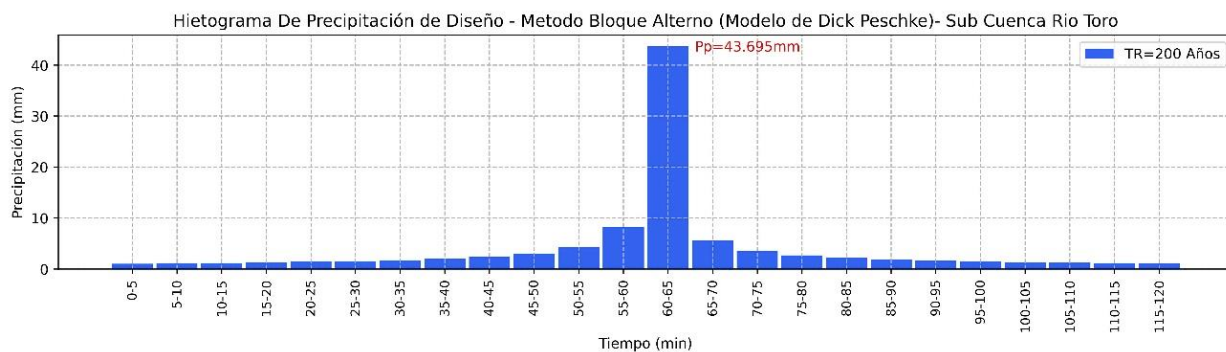


Figura 21

Hietograma - Cuenca río Toro (TR=200 años)



4.2.4.4.3. Método IILA-SENAMHI para generar curvas IDF

Según la Ec. 40 del numeral 2.2.1.2.1.3 – b, los valores de las constantes fueron tomados de las tablas 3.a, 3.b y 3.c de la Norma Técnica OS. 060 drenaje pluvial urbano, siendo estos:

$$K'g = 0.553 \quad (\text{Por pertenecer a la zona } 123_8)$$

$$\varepsilon_g = 26.6$$

$$n = 0.232$$

$$a = 14$$

$$b = 0.2 \quad (\text{Por pertenecer a la parte selva})$$

a. Cálculo de Intensidad – Duración y Frecuencia

Tabla 36

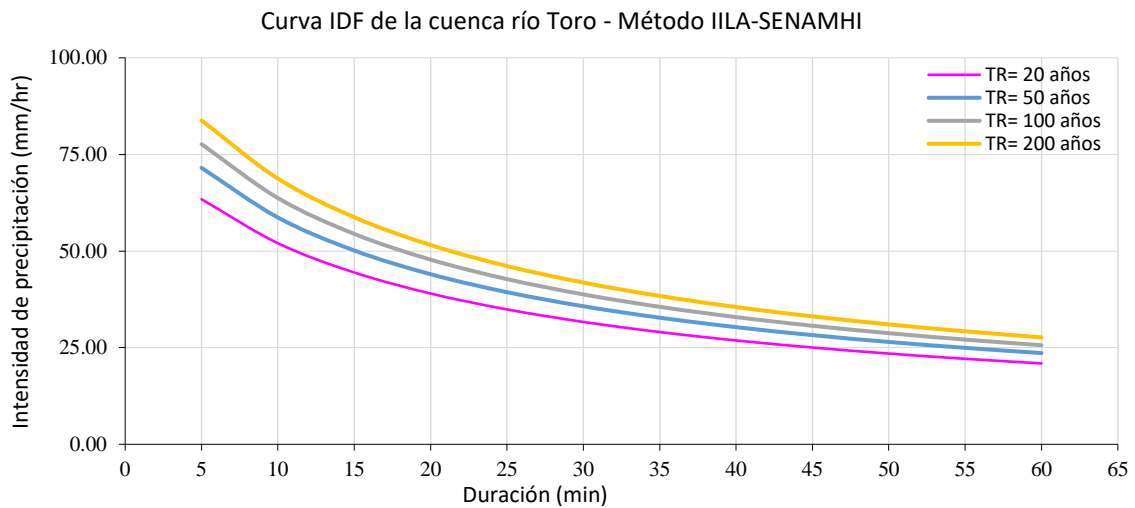
Valores de IDF para los diferentes años de retorno

Duración (minutos)	Período de retorno (años)					
	10	20	50	100	200	500
5	57.27	63.41	71.53	77.66	83.80	91.92
10	46.98	52.02	58.68	63.71	68.75	75.41
15	40.15	44.45	50.14	54.44	58.74	64.43
20	35.23	39.01	44.00	47.78	51.56	56.55
25	31.52	34.90	39.36	42.74	46.12	50.58
30	28.59	31.66	35.71	38.77	41.84	45.89
35	26.23	29.04	32.75	35.57	38.38	42.09
40	24.27	26.87	30.31	32.91	35.51	38.95
45	22.62	25.04	28.24	30.67	33.09	36.30

50	21.20	23.47	26.48	28.75	31.02	34.03
55	19.98	22.12	24.95	27.09	29.23	32.06
60	18.90	20.93	23.61	25.63	27.66	30.34

Figura 22

Gráfica de las curvas IDF de la cuenca río Toro para los períodos de retorno de 20, 50, 100 y 200 años.



b. Generación de hietogramas a partir de las curvas IDF

Hietograma para período de retorno 20 años:

- Tiempo que dura la tormenta (h): 1.0
- Intensidad de la tormenta (mm/h): 20.93
- Precipitación en 24 horas (mm): 20.93
- Intervalos de tiempo (min) 5.0

Tabla 37

Tabla de Hietograma de un período de retorno de 20 años

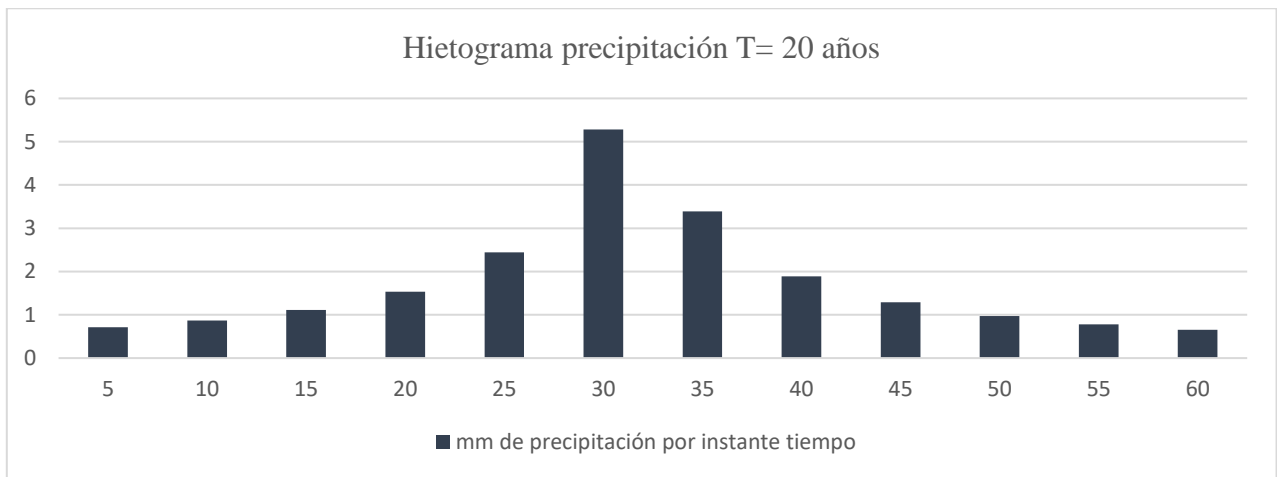
Instante (min)	Intensidad (mm/h)	Precipitación acumulada (mm)	Precipitación (mm)	Intensidad parcial (mm/h)	Precipitación Alternada (mm)	Int. Parcial Alternada (mm)
5	63.41	5.28	5.28	63.41	0.71	8.54
10	52.02	8.67	3.39	40.63	0.87	10.41

15	44.45	11.11	2.44	29.31	1.11	13.32
20	39.01	13.00	1.89	22.70	1.54	18.43
25	34.90	14.54	1.54	18.43	2.44	29.31
30	31.66	15.83	1.29	15.47	5.28	63.41
35	29.04	16.94	1.11	13.32	3.39	40.63
40	26.87	17.91	0.97	11.68	1.89	22.70
45	25.04	18.78	0.87	10.41	1.29	15.47
50	23.47	19.56	0.78	9.38	0.97	11.68
55	22.12	20.27	0.71	8.54	0.78	9.38
60	20.93	20.93	0.65	7.84	0.65	7.84

Nota. Se obtuvo la precipitación alternada y la intensidad de precipitación parcial alternada en una hora de tormenta.

Figura 23

Gráfica del Hietograma de precipitación para un período de retorno de 20 años



Hietograma para período de retorno 50 años

- Tiempo que dura la tormenta (h): 1.0
- Intensidad de la tormenta (mm/h): 23.61
- Precipitación en 24 horas (mm): 23.61
- Intervalos de tiempo (min) 5.0

Tabla 38

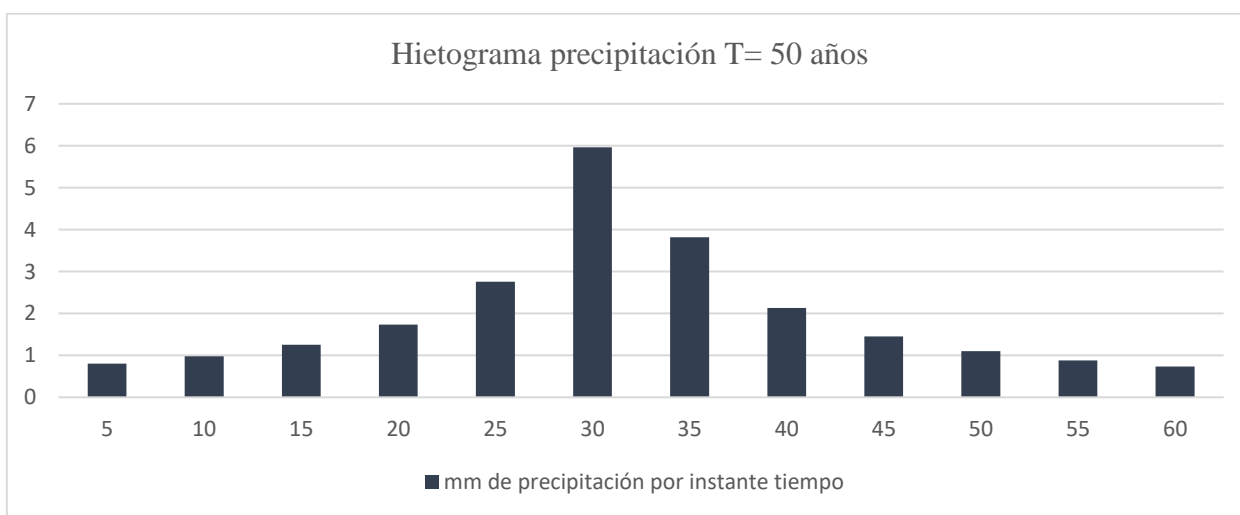
Tabla de Hietograma de un período de retorno de 50 años

Instante (min)	Intensidad (mm/h)	Precipitación acumulada (mm)	Precipitación (mm)	Intensidad parcial (mm/h)	Precipitación Alternada (mm)	Int. Parcial Alternada (mm)
5	71.53	5.96	5.96	71.53	0.80	9.64
10	58.68	9.78	3.82	45.83	0.98	11.74
15	50.14	12.53	2.75	33.06	1.25	15.02
20	44.00	14.67	2.13	25.60	1.73	20.79
25	39.36	16.40	1.73	20.79	2.75	33.06
30	35.71	17.85	1.45	17.45	5.96	71.53
35	32.75	19.11	1.25	15.02	3.82	45.83
40	30.31	20.21	1.10	13.18	2.13	25.60
45	28.24	21.18	0.98	11.74	1.45	17.45
50	26.48	22.07	0.88	10.58	1.10	13.18
55	24.95	22.87	0.80	9.64	0.88	10.58
60	23.61	23.61	0.74	8.85	0.74	8.85

Nota. Se obtuvo la precipitación alternada y la intensidad de precipitación parcial alternada en una hora de tormenta.

Figura 24

Gráfica del Hietograma de precipitación para un período de retorno de 50 años



Hietograma para período de retorno 100 años

- Tiempo que dura la tormenta (h): 1.0
- Intensidad de la tormenta (mm/h): 25.63
- Precipitación en 24 horas (mm): 25.63
- Intervalos de tiempo (min) 5.0

Tabla 39

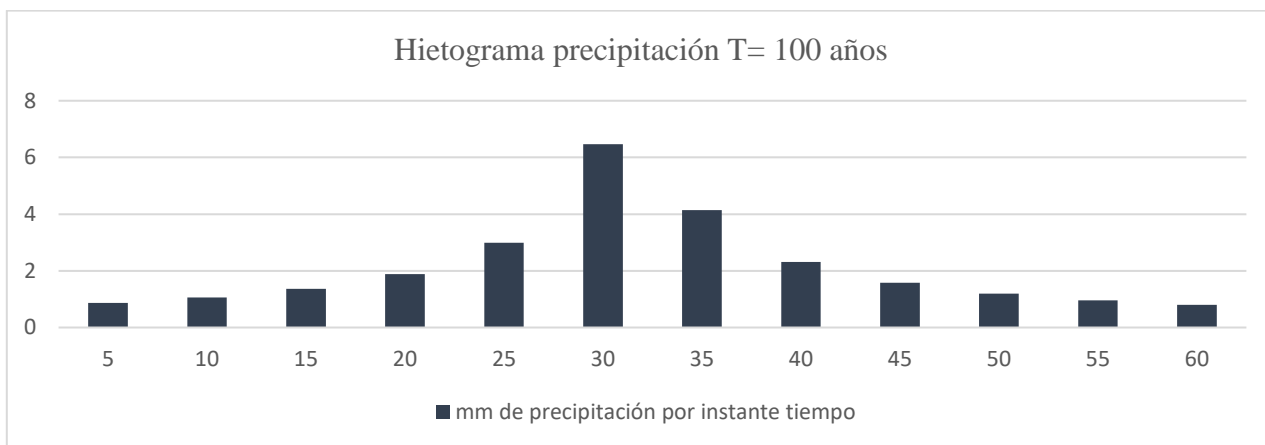
Tabla de Hietograma de un período de retorno de 100 años

Instante (min)	Intensidad (mm/h)	Precipitación acumulada (mm)	Precipitación (mm)	Intensidad parcial (mm/h)	Precipitación Alternada (mm)	Int. Parcial Alternada (mm)
5	77.66	6.47	6.47	77.66	0.87	10.46
10	63.71	10.62	4.15	49.76	1.06	12.75
15	54.44	13.61	2.99	35.90	1.36	16.31
20	47.78	15.93	2.32	27.80	1.88	22.57
25	42.74	17.81	1.88	22.57	2.99	35.90
30	38.77	19.39	1.58	18.95	6.47	77.66
35	35.57	20.75	1.36	16.31	4.15	49.76
40	32.91	21.94	1.19	14.31	2.32	27.80
45	30.67	23.00	1.06	12.75	1.58	18.95
50	28.75	23.96	0.96	11.49	1.19	14.31
55	27.09	24.83	0.87	10.46	0.96	11.49
60	25.63	25.63	0.80	9.61	0.80	9.61

Nota. Se obtuvo la precipitación alternada y la intensidad de precipitación parcial alternada en una hora de tormenta.

Figura 25

Gráfica del Hietograma de precipitación para un período de retorno de 100 años



Hietograma para período de retorno 200 años

- Tiempo que dura la tormenta (h): 1.0
- Intensidad de la tormenta (mm/h): 27.66
- Precipitación en 24 horas (mm): 27.66
- Intervalos de tiempo (min) 5.0

Tabla 40

Tabla de Hietograma de un período de retorno de 200 años

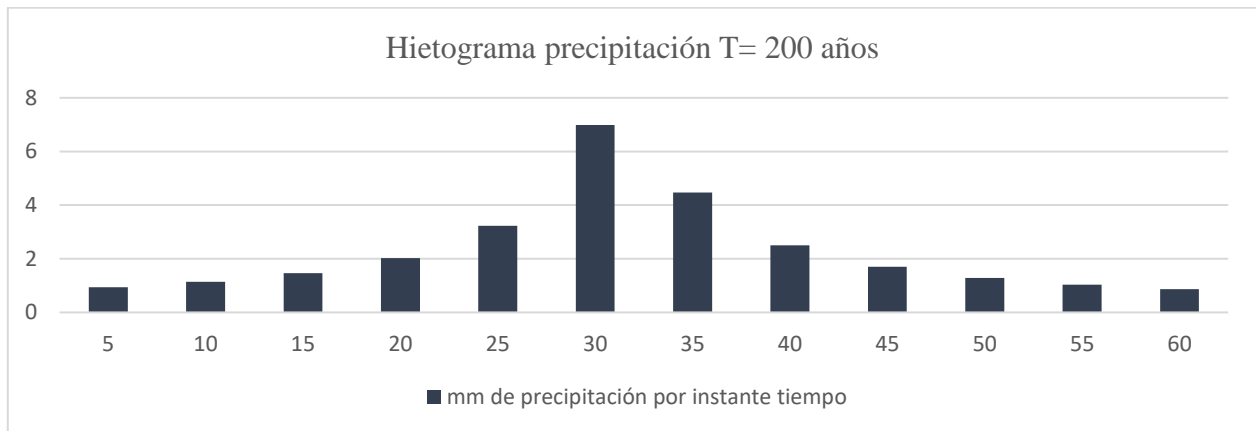
Instante (min)	Intensidad (mm/h)	Precipitación acumulada (mm)	Precipitación (mm)	Intensidad parcial (mm/h)	Precipitación Alternada (mm)	Int. Parcial Alternada (mm)
5	83.80	6.98	6.98	83.80	0.94	11.29
10	68.75	11.46	4.47	53.69	1.15	13.75
15	58.74	14.69	3.23	38.73	1.47	17.60
20	51.56	17.19	2.50	30.00	2.03	24.36
25	46.12	19.22	2.03	24.36	3.23	38.73
30	41.84	20.92	1.70	20.45	6.98	83.80
35	38.38	22.39	1.47	17.60	4.47	53.69
40	35.51	23.67	1.29	15.44	2.50	30.00
45	33.09	24.82	1.15	13.75	1.70	20.45
50	31.02	25.85	1.03	12.40	1.29	15.44
55	29.23	26.79	0.94	11.29	1.03	12.40

60	27.66	27.66	0.86	10.37	0.86	10.37
----	-------	-------	------	-------	------	-------

Nota. Se obtuvo la precipitación alternada y la intensidad de precipitación parcial alternada en una hora de tormenta.

Figura 26

Gráfica del Hietograma de precipitación para un período de retorno de 200 años



4.2.4.5. Caudales máximos de diseño

a. Coeficiente de infiltración

Con el fin de evaluar el grado de infiltración en la cuenca del río Toro, se empleó el método de Curva Número, desarrollado por el NRCS (Servicio de Conservación de Recursos Naturales de los Estados Unidos). Este enfoque permite calcular la cantidad de agua que una cuenca hidrográfica puede almacenar, considerando las características de cobertura existente y el tipo hidrológico del suelo que posee.

A continuación, se presentan los valores asociados al número de curva de escorrentía, según el grupo de suelo, el tipo de cobertura y la condición hidrológica, de acuerdo con los parámetros utilizados por el SCS (Servicio de Conservación de Suelos).

En los siguientes cuatro grupos se clasifican los suelos:

- A: Suelos con bajo potencial de escurrimiento.
- B: Suelos con un potencial moderadamente bajo de escurrimiento.
- C: Suelos con un potencial moderadamente alto de escurrimiento.
- D: Suelos con alto potencial de escurrimiento.

La densidad de la vegetación determina las siguientes categorías de condiciones hidrológicas en el área de drenaje:

Tabla 41

Tabla del coeficiente de infiltración

Descripción y tipo de tura	Condición hidrológica	Número de curva para grupos de suelos hidrológicos			
		A	B	C	D
Áreas cubiertas de pasto o forraje destinadas al pastoreo de ganado.	Mala	68	79	86	89
	Regular	49	69	79	84
	Buena	39	61	74	80
Praderas extensas, libres de pastoreo, que usualmente se cosechan para producir heno.	-----	30	58	71	78
Zona donde la maleza predomina, mezclada con pasto sembrado.	Mala	48	67	77	83
	Regular	35	56	70	77
	Buena	30	48	65	86
Integración de áreas boscosas y pastizales, típicamente en huertas o granjas que incluyen árboles.	Mala	57	73	82	82
	Regular	43	65	76	79
	Buena	32	58	72	83
Bosques	Mala	45	66	77	83
	Regular	38	60	73	79
	Buena	30	65	70	77
Terrenos agrícolas, edificaciones y caminos rurales.	-----	59	74	82	86

Nota. En la presente tabla se muestra los valores correspondientes al tipo de cobertura existente en la cuenca hidrográfica, la tabla fue extraído de (Schwab y otros, 1990).

Tabla 42

Atributos del uso de suelo de la cuenca río Toro

Uso de suelo	Área (Ha)	hi (%)	Hi (%)
Bosque natural	1683.364	90.20%	90.20%
Terreno agrícola	75.588	4.05%	94.25%
Zonas sin vegetación	58.385	3.13%	97.38%
Zonas habitadas	18.519	0.99%	98.38%
Cauce de río	16.52	0.89%	99.26%

Zonas de deslizamiento	13.795	0.74%	100.00%
Total	1866.170		

Como se pudo apreciar en la tabla anterior, la cuenca hidrográfica río Toro presenta una significativa extensión de bosque natural, seguido en menor proporción de terreno agrícola, por ende, empleando la tabla de número de escorrentía y realizando la respectiva comparación de la cobertura vegetal y el uso de suelo, se obtuvo que el tipo de suelo hidrológico de la cuenca del río Toro es el grupo B, con una condición hidrológica (regular) presentando un moderadamente bajo potencial de escurrimiento $CN = 82.4$

4.2.4.5.1. Cálculo de caudales máximos con el software HEC-HMS con datos de Hietograma generados por el método de Dick Peshcke

Los parámetros morfológicos utilizados para ingresar los datos en la modelación con HEC-HMS incluyen: el área de la cuenca, el perímetro, la longitud del cauce principal, la cota máxima y mínima y la pendiente del cauce. Con estos valores se determina el tiempo de concentración, y a partir de él se calcula el tiempo de retardo (Lag time), el cual equivale a 0.6 veces el tiempo de concentración (T_c).

Tabla 43

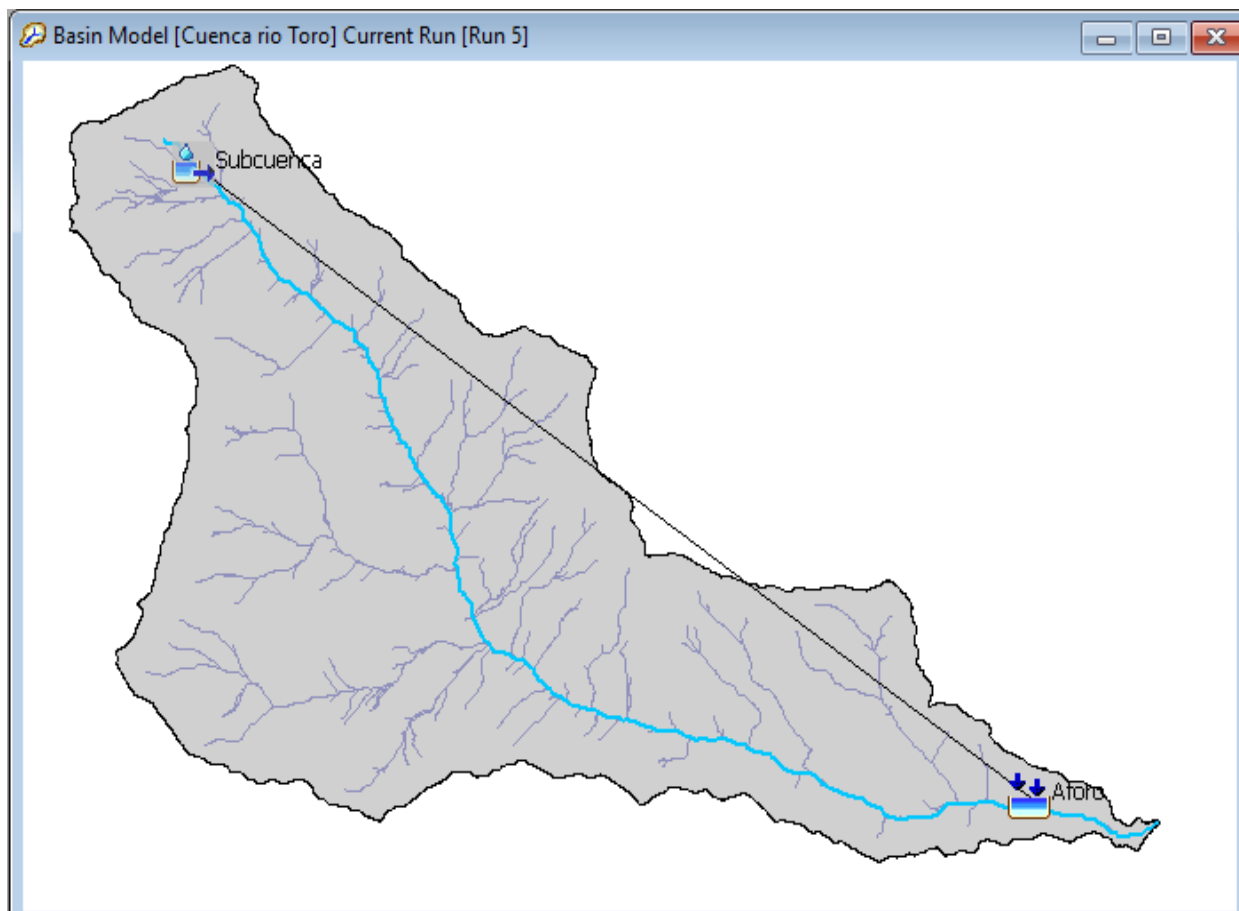
Características Geomorfológicas cuenca de drenaje río Toro

Área de la Microcuenca (ha)	Long. Cauce Principal (km)	Desnivel (m)	Pendiente (m/m)	Tiempo de Concentración (horas)			Lag Time
				Kirpich	Chow	Valor óptimo	(min)
1853.10	10.27	1353.00	0.132	0.865	1.367	1.367	49.206

Se empleó la metodología del Servicio de Conservación de Suelos (SCS) para generar el hidrograma de crecidas máximas, debido a su simplicidad y efectividad. Los caudales obtenidos serán validados mediante la comparación con los cálculos realizados en estudios anteriores, con el objetivo de verificar la precisión de los resultados generados por el modelo HEC-HMS.

Figura 27

Modelación hidrológica de la delimitación de las subcuencas de la zona de estudio, son afluentes del río Chanchamayo



Porcentaje de Impermeabilidad

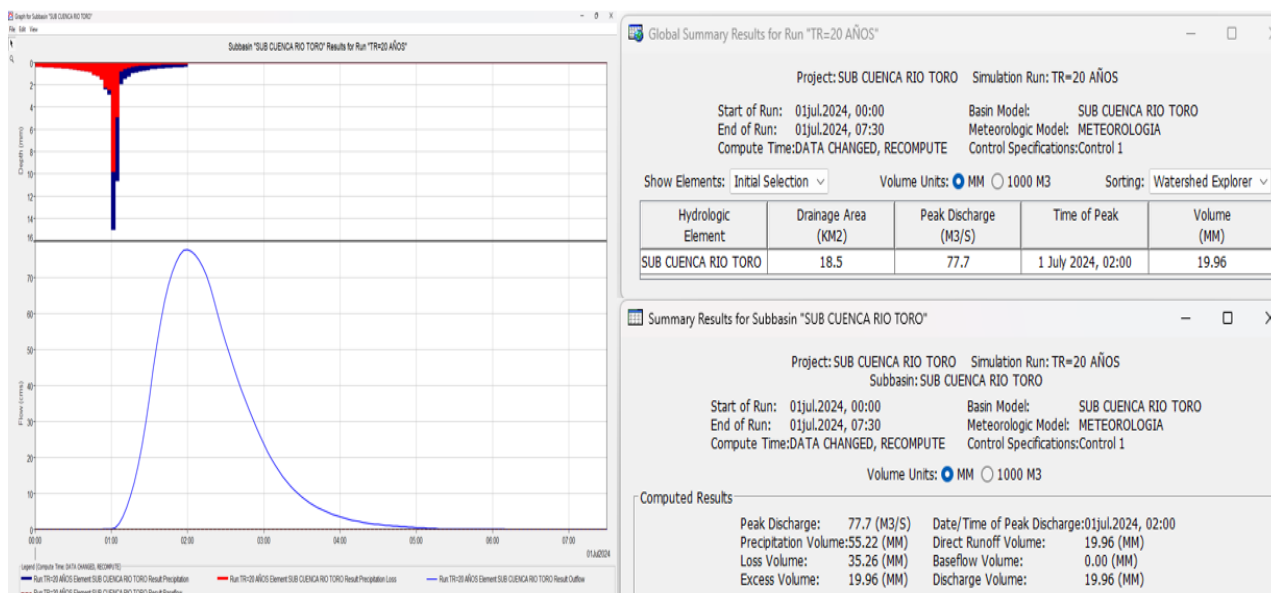
Se utilizó un porcentaje de impermeabilidad del 100 % para calcular el caudal pico, con el fin de considerar toda el agua precipitada como escorrentía superficial. De este modo, se obtuvieron caudales que representan una situación hidrológica extrema, similar a la que se experimenta durante un huayco o fenómenos asociados a flujos de escombros.

Intervalo de tiempo para los hidrogramas: 30 min

Los resultados que se presentan a continuación fueron obtenidos luego de ingresar los datos iniciales al modelo de la cuenca en el software HEC-HMS.

Figura 28

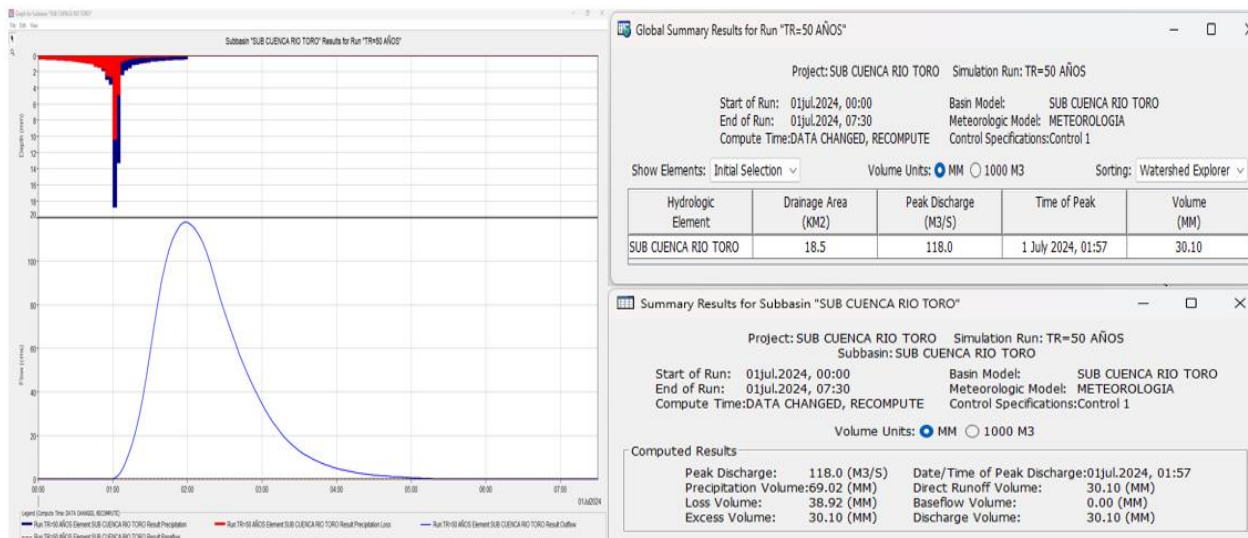
Caudal Máximo para TR= 20 años (Cuenca río Toro)



La gráfica presenta el hidrograma para un periodo de retorno de 20 años, obtenido mediante la simulación hidrológica con el modelo HEC-HMS, empleando el método del Servicio de Conservación de Suelos (SCS). La simulación consideró como parámetros de entrada el área de la cuenca, un hidrograma de precipitación calculado con el método de Dick-Peschke, el número de curva (CN), el tiempo de concentración y el tiempo de retardo. El hidrograma resultante presenta un caudal pico de 77.7 m³/s y un volumen pico de precipitación total de 19.96 mm.

Figura 29

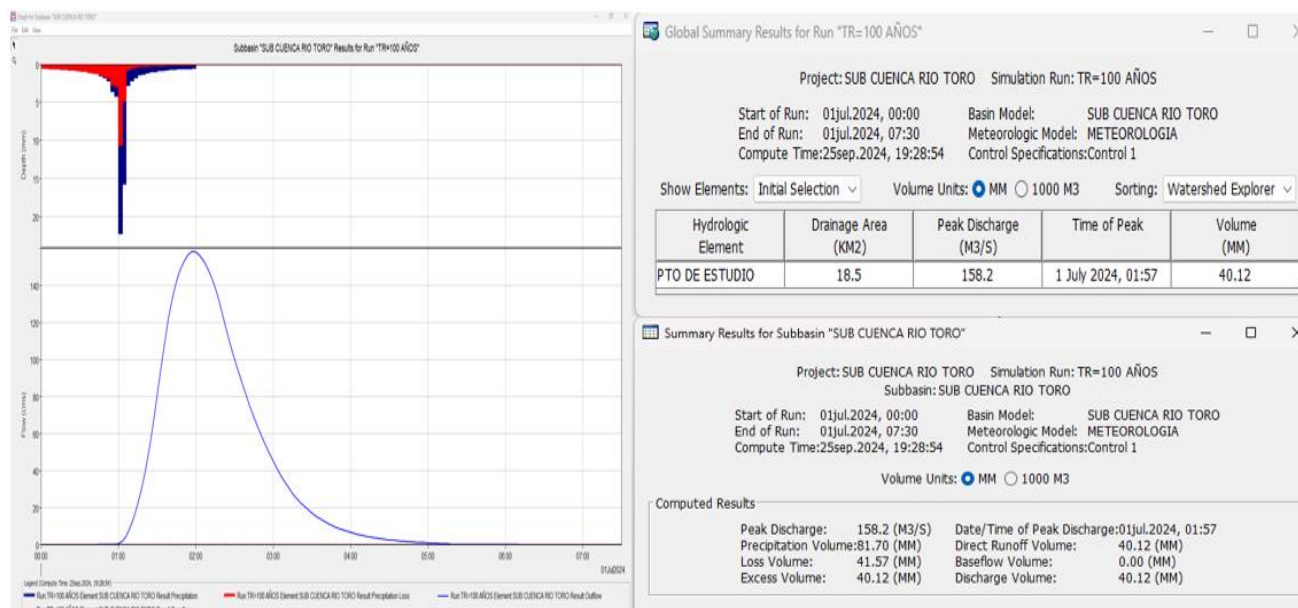
Caudal Máximo para TR= 50 años (Cuenca río Toro)



La gráfica presenta el hidrograma para un periodo de retorno de 50 años, obtenido mediante la simulación hidrológica con el modelo HEC-HMS, empleando el método del Servicio de Conservación de Suelos (SCS). La simulación consideró como parámetros de entrada el área de la cuenca, un hidrograma de precipitación calculado con el método de Dick-Peschke, el número de curva (CN), el tiempo de concentración y el tiempo de retardo. El hidrograma resultante presenta un caudal pico de 118.0 m³/s y un volumen pico de precipitación total de 30.10 mm.

Figura 30

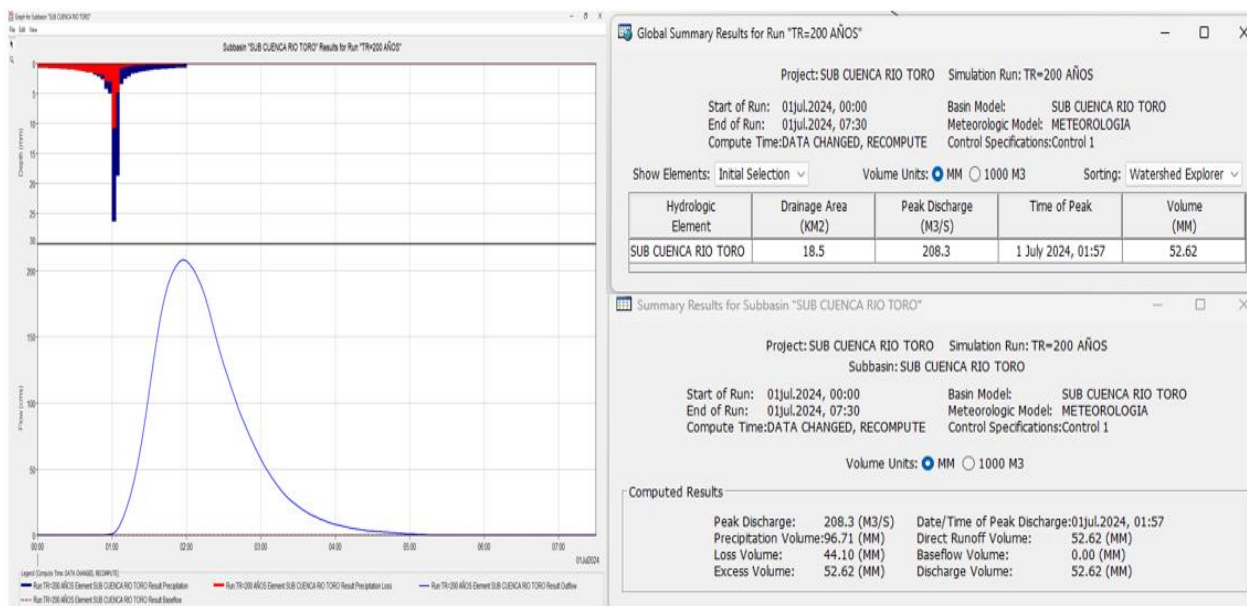
Caudal Máximo para TR= 100 años (Cuenca río Toro)



La gráfica presenta el hidrograma para un periodo de retorno de 100 años, obtenido mediante la simulación hidrológica con el modelo HEC-HMS, empleando el método del Servicio de Conservación de Suelos (SCS). La simulación consideró como parámetros de entrada el área de la cuenca, un hidrograma de precipitación calculado con el método de Dick-Peschke, el número de curva (CN), el tiempo de concentración y el tiempo de retardo. El hidrograma resultante presenta un caudal pico de 158.2 m³/s y un volumen pico de precipitación total de 40.12 mm.

Figura 31

Caudal Máximo para TR= 200 años (Cuenca río Toro)

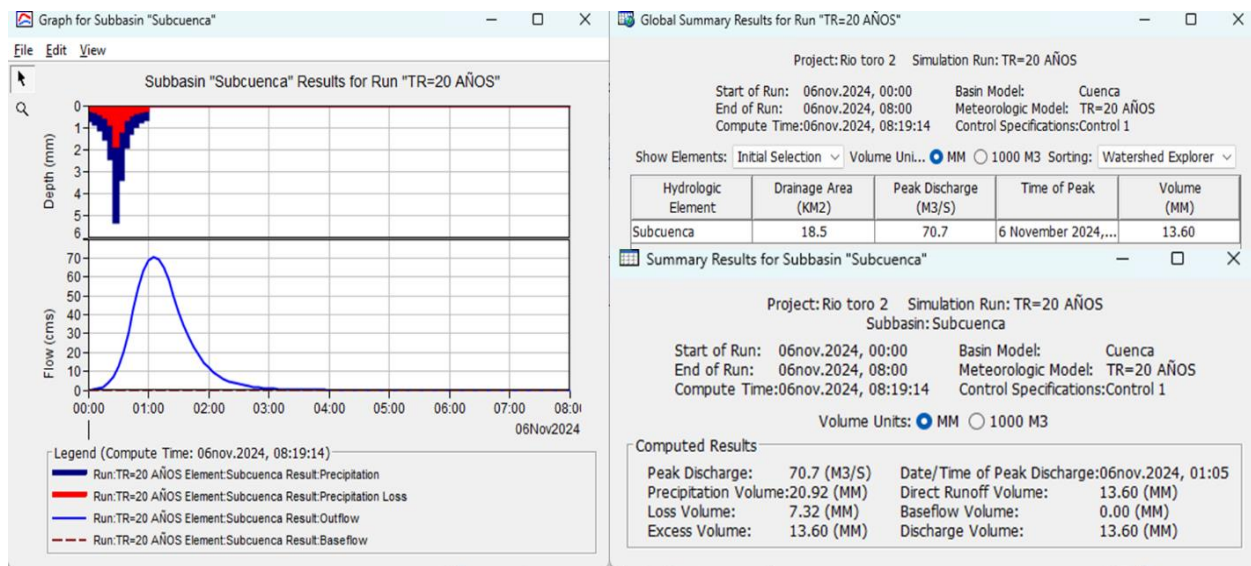


La gráfica presenta el hidrograma para un periodo de retorno de 200 años, obtenido mediante la simulación hidrológica con el modelo HEC-HMS, empleando el método del Servicio de Conservación de Suelos (SCS). La simulación consideró como parámetros de entrada el área de la cuenca, un hidrograma de precipitación calculado con el método de Dick-Peschke, el número de curva (CN), el tiempo de concentración y el tiempo de retardo. El hidrograma resultante presenta un caudal pico de 208.3 m³/s y un volumen pico de precipitación total de 52.62 mm.

4.2.4.5.2. Cálculo de caudales máximos con el software HEC-HMS con datos de Hietograma generados por el método de IILA-SENAMHI

Figura 32

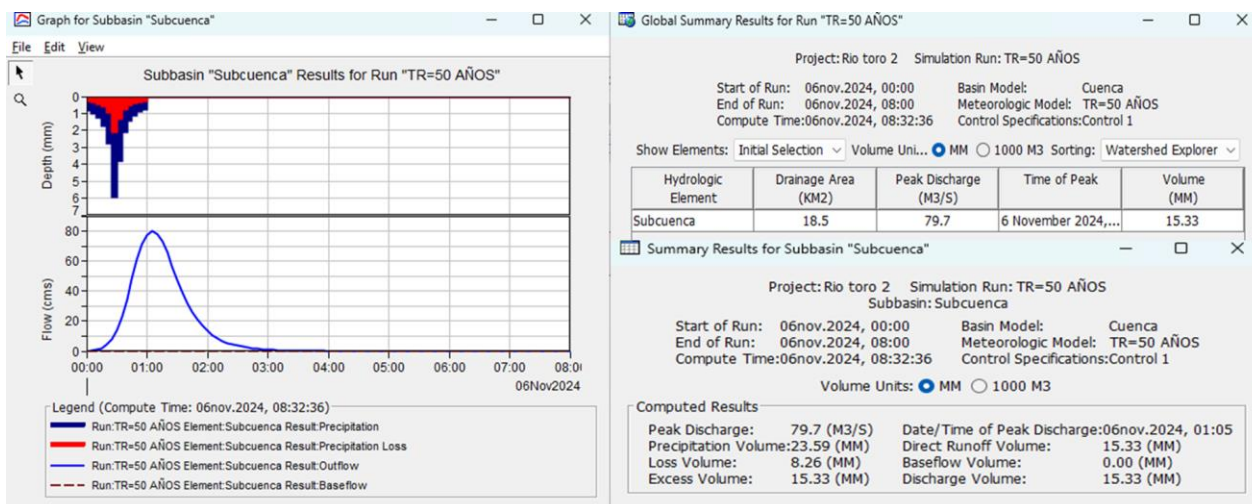
Caudal Máximo para TR= 20 años (Cuenca río Toro)



La gráfica presenta el hidrograma para un periodo de retorno de 20 años, obtenido mediante la simulación hidrológica con el modelo HEC-HMS, empleando el método del Servicio de Conservación de Suelos (SCS). La simulación consideró como parámetros de entrada el área de la cuenca, un hietograma de precipitación calculado con el método IILA SENAMHI, el número de curva (CN), el tiempo de concentración y el tiempo de retardo. El hidrograma resultante presenta un caudal pico de 70.7 m³/s y un volumen pico de precipitación total de 13.60 mm.

Figura 33

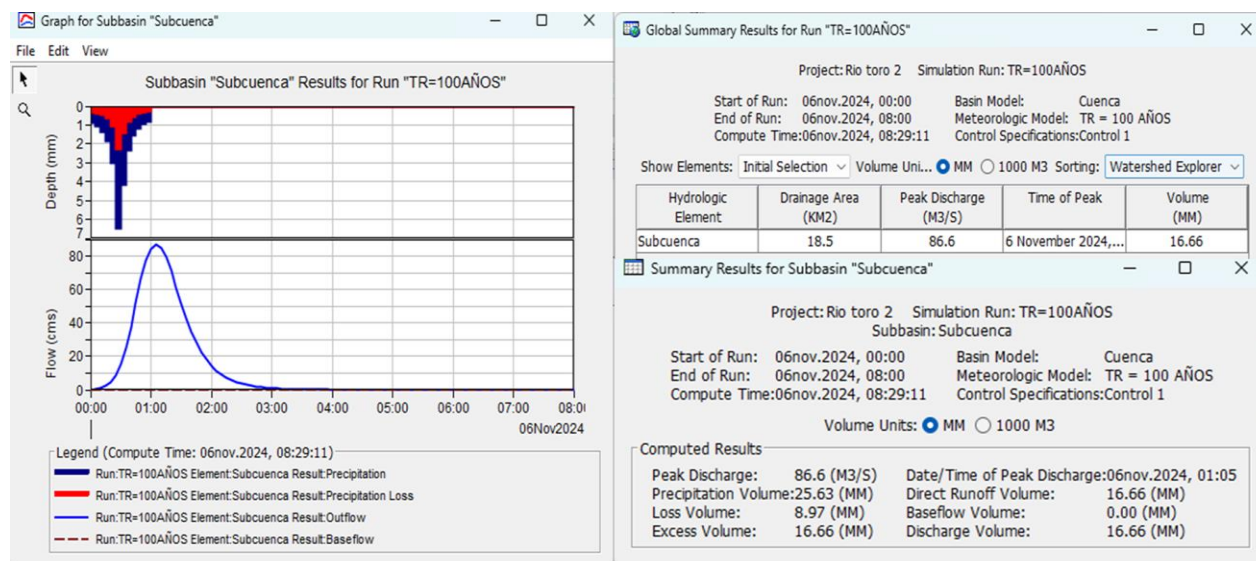
Caudal Máximo para TR= 50 años (Cuenca río Toro)



La gráfica presenta el hidrograma para un periodo de retorno de 50 años, obtenido mediante la simulación hidrológica con el modelo HEC-HMS, empleando el método del Servicio de Conservación de Suelos (SCS). La simulación consideró como parámetros de entrada el área de la cuenca, un hietograma de precipitación calculado con el método IILA SENAMHI, el número de curva (CN), el tiempo de concentración y el tiempo de retardo. El hidrograma resultante presenta un caudal pico de 79.7 m³/s y un volumen pico de precipitación total de 15.33 mm.

Figura 34

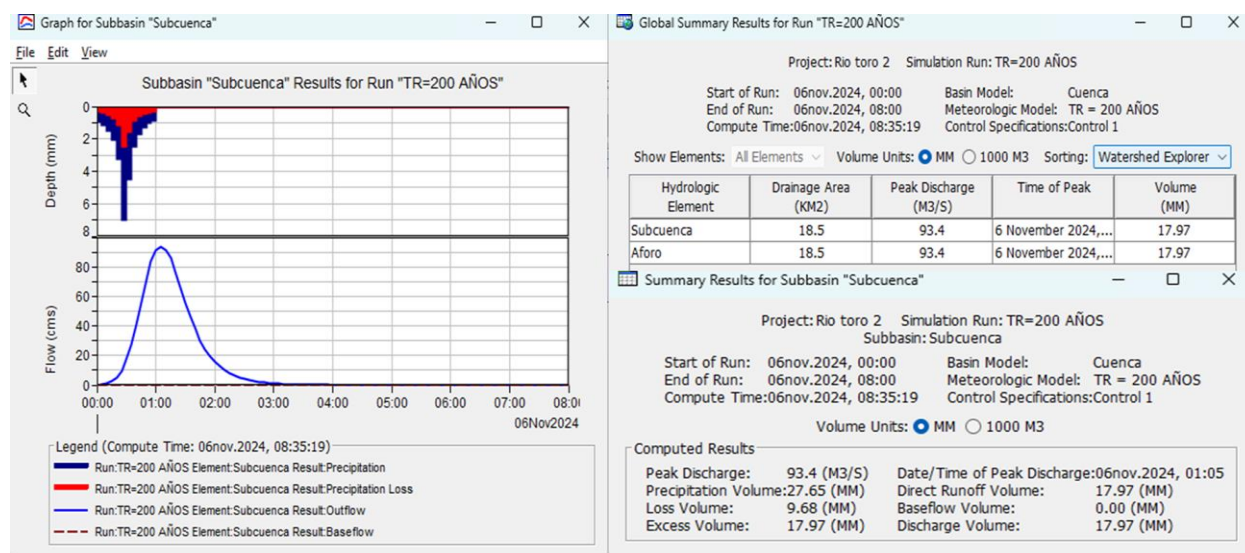
Caudal Máximo para TR= 100 años (Cuenca río Toro)



La gráfica presenta el hidrograma para un periodo de retorno de 100 años, obtenido mediante la simulación hidrológica con el modelo HEC-HMS, empleando el método del Servicio de Conservación de Suelos (SCS). La simulación consideró como parámetros de entrada el área de la cuenca, un hietograma de precipitación calculado con el método IILA SENAMHI, el número de curva (CN), el tiempo de concentración y el tiempo de retardo. El hidrograma resultante presenta un caudal pico de 86.6 m³/s y un volumen pico de precipitación total de 16.66 mm.

Figura 35

Caudal Máximo para TR= 200 años (Cuenca río Toro)



La gráfica presenta el hidrograma para un periodo de retorno de 200 años, obtenido mediante la simulación hidrológica con el modelo HEC-HMS, empleando el método del Servicio de Conservación de Suelos (SCS). La simulación consideró como parámetros de entrada el área de la cuenca, un hietograma de precipitación calculado con el método IILA SENAMHI, el número de curva (CN), el tiempo de concentración y el tiempo de retardo. El hidrograma resultante presenta un caudal pico de 93.4 m³/s y un volumen pico de precipitación total de 17.97 mm.

4.2.4.5.3. Comparación de caudales y volúmenes de los métodos Dick Peshcke vs IILA SENAMHI

Tabla 44

Cuadro comparativo de los métodos empleados para la generación de caudales de diseño

	TR= 20 años		TR= 50 años		TR= 100 años		TR= 200 años	
	Q(m ³ /s)	V(mm)	Q(m ³ /s)	V(mm)	Q(m ³ /s)	V (mm)	Q(m ³ /s)	V (mm)
Dick Peshcke	77.7	19.96	118.0	30.10	158.2	40.12	208.3	52.62
IILA-SENAMHI	70.7	13.60	79.7	15.33	86.6	16.66	93.4	17.97

Nota. La tabla muestra los resultados obtenidos del caudal de diseño y volumen de precipitaciones máximas generados por el método Dick-Peschke e IILA SENAMHI, existe una variación significativa en los valores obtenidos, esta diferencia radica en que el método Dick-Peschke para la generación de los hietogramas de diseño, trabaja con datos de estaciones meteorológicas próximas a la zona de estudio, donde a partir de estas se estima la precipitación efectiva, sin embargo, el método IILA SENAMHI se aplica en zonas donde no se disponga de información meteorológica, por ende los hietogramas se generan a base de una distribución bloques alternantes, cuyos parámetros y coeficientes se encuentran estipulados en la norma técnica O.S. 060 Drenaje pluvial urbano. No obstante, para esta investigación se optó los caudales de diseño generados por el método Dick-Peschke, puesto que se contó con suficiente información meteorológica.

4.2.4.6. Hidrogramas de diseño

a. Hidrograma líquido

Los datos procesados, tales como las redes de drenaje, la superficie de la cuenca, el área, el perímetro, la pendiente media de la cuenca y del cauce principal, son utilizados como insumos para calcular los caudales máximos. Una vez obtenidos los hidrogramas correspondientes a diferentes períodos de retorno (20, 50, 100 y 200 años), se realizará la simulación hidráulica del flujo de escombros.

Figura 36

Hidrograma de Avenida Máxima para TR (Cuenca río Toro)

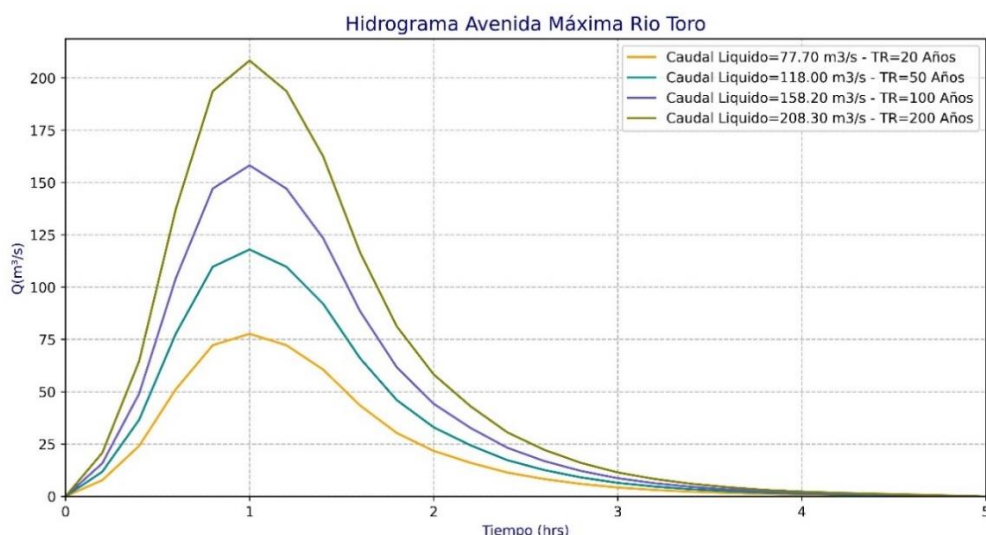


Tabla 45*Caudales Máximos extraordinarios – río Toro*

Afluente	Caudales Máximos Extraordinarios (m ³ /s)			
	TR=20 años	TR=50 años	TR=100 años	TR=200 años
río Toro	77.7	118.0	158.2	208.3

4.3. Presentación, análisis e interpretación de resultados**4.3.1. Análisis****4.3.1.1. Estimación de la incidencia de la geomorfología en el flujo de escombros en la cuenca del río Toro.**

El comportamiento hidrológico de una cuenca está determinado en gran medida por sus características físicas y morfológicas, las cuales influyen en cómo responde la cuenca a los distintos eventos hidrometeorológicos que ocurren.

Para determinar los parámetros geomorfológicos, se utilizaron modelos digitales como el DEM y el mapa de pendientes generados en el software QGIS.

4.3.1.1.1. Parámetros de forma

La cuenca tiene una forma alargada y muy irregular, lo que significa que el agua tarda más en concentrarse en el cauce principal debido a su extensión y contorno sinuoso.

Tabla 46*Parámetros de geomorfológicos de la cuenca río Toro*

Cuenca	Área de la cuenca		Perímetro		Long. del Cauce Principal		Coef. Compacidad Ic	Factor de forma Rf
	(ha)	(km ²)	(m)	(km)	(m)	(km)		
río Toro	1853.10	18.53	30800.0	30.80	10265.02	10.27	2.018	0.176

4.3.1.1.2. Parámetros de relieve

4.3.1.1.2.1. Pendiente de la cuenca río Toro

La pendiente media de la cuenca del río Toro se calculó utilizando un Modelo Digital de Elevación (DEM), procesado con QGIS. Los resultados se detallan en la siguiente tabla.

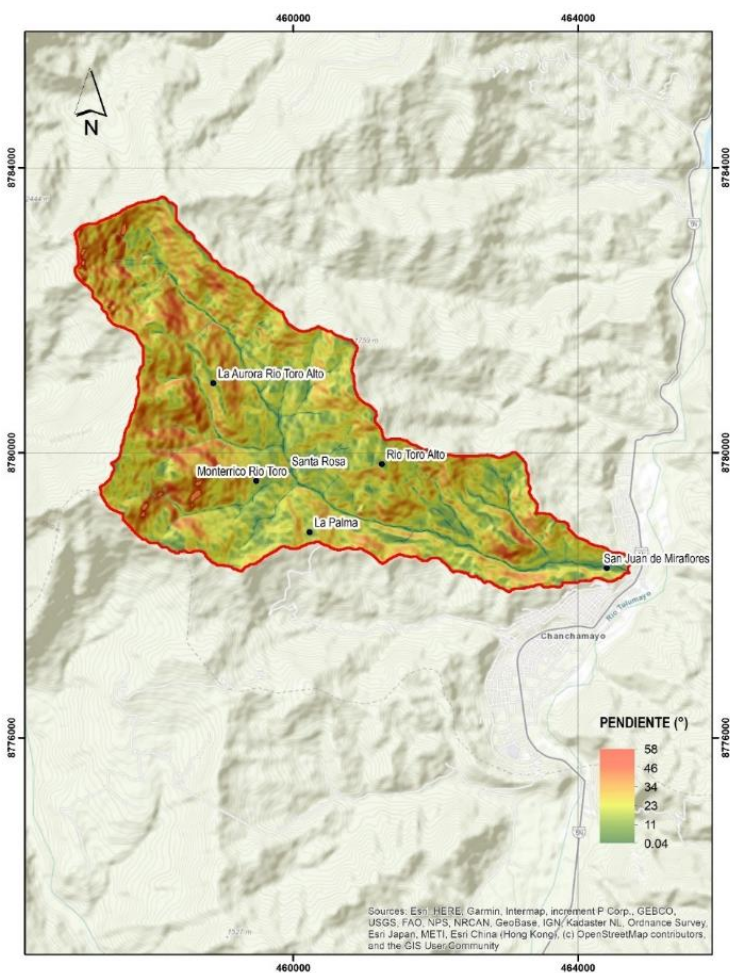
Tabla 47

Pendiente media de la cuenca río Toro

Cuenca	Cota (msnm)		Desnivel (m)	Pendiente (m/m)
	Máxima	Mínima		
río Toro	2105.00	752.00	1353	0.132

Figura 37

Distribución espacial de pendientes



4.3.1.1.2.2. Curva hipsométrica de la cuenca del río Toro

La siguiente sección presenta las curvas hipsométricas de la cuenca del río Toro, generadas a partir de datos de área y altitud extraídos de los modelos digitales descritos anteriormente.

Tabla 48

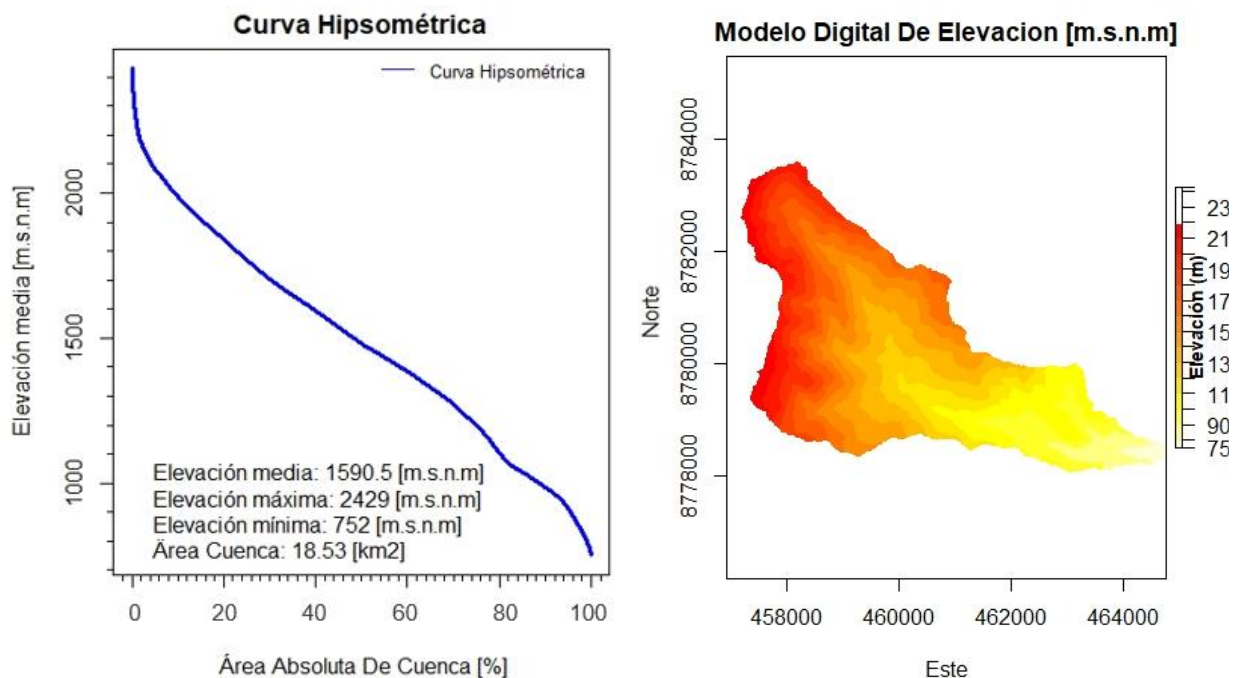
Cálculo de las áreas y cotas de la cuenca río Toro

Área	Altitud	Área (km ²)	Áreas curvas	Cota min.	Cota máx.	Altura prom.	Área acum %	% Área acum
522289.92	864.29	0.52	0.52	764.29	864.29	814.29	18.59	100.00
1390219.50	964.29	1.39	0.87	864.29	964.29	914.29	18.06	97.19
3113847.05	1064.29	3.11	1.72	964.29	1064.29	1014.29	17.20	92.52
4119736.36	1164.29	4.12	1.01	1064.29	1164.29	1114.29	15.47	83.25
5316438.86	1264.29	5.32	1.20	1164.29	1264.29	1214.29	14.47	77.83
6947878.66	1364.29	6.95	1.63	1264.29	1364.29	1314.29	13.27	71.39
8753264.90	1464.29	8.75	1.81	1364.29	1464.29	1414.29	11.64	62.62
10425648.42	1564.29	10.43	1.67	1464.29	1564.29	1514.29	9.83	52.90
12144383.33	1664.29	12.14	1.72	1564.29	1664.29	1614.29	8.16	43.90
13688914.30	1764.29	13.69	1.54	1664.29	1764.29	1714.29	6.44	34.66
15023254.63	1864.29	15.02	1.33	1764.29	1864.29	1814.29	4.90	26.35
16337960.01	1964.29	16.34	1.31	1864.29	1964.29	1914.29	3.56	19.17
17404363.63	2064.29	17.40	1.07	1964.29	2064.29	2014.29	2.25	12.09
18130342.11	2164.29	18.13	0.73	2064.29	2164.29	2114.29	1.18	6.35
18380253.30	2264.29	18.38	0.25	2164.29	2264.29	2214.29	0.45	2.45
18529285.86	2364.29	18.53	0.15	2264.29	2364.29	2314.29	0.20	1.10
18585229.40	2464.29	18.59	0.06	2364.29	2464.29	2414.29	0.06	0.30

Se graficó la curva hipsométrica y, a partir de los resultados de dicha gráfica, se puede observar que la cuenca se encuentra en la fase de madurez y está en constante producción de sedimentos.

Figura 38

Curva hipsométrica de la cuenca de río Toro



4.3.1.1.3. Parámetros de cobertura vegetal

La cuenca del río Toro cuenta con una diversidad de coberturas vegetales que abarcan desde bosques primarios hasta zonas agrícolas, con un enfoque creciente en la conservación y restauración de áreas degradadas para asegurar la sostenibilidad regional a futuro.

La vegetación en la cuenca del río Toro es crucial para mantener el equilibrio hidrológico de la zona, ya que afecta la regulación de los caudales, la calidad del agua y contribuye a la prevención de deslizamientos y erosión.

A continuación, se presenta un análisis de la cobertura vegetal en la cuenca del río Toro.

Figura 39

Cobertura vegetal y uso de suelo en la cuenca río Toro.

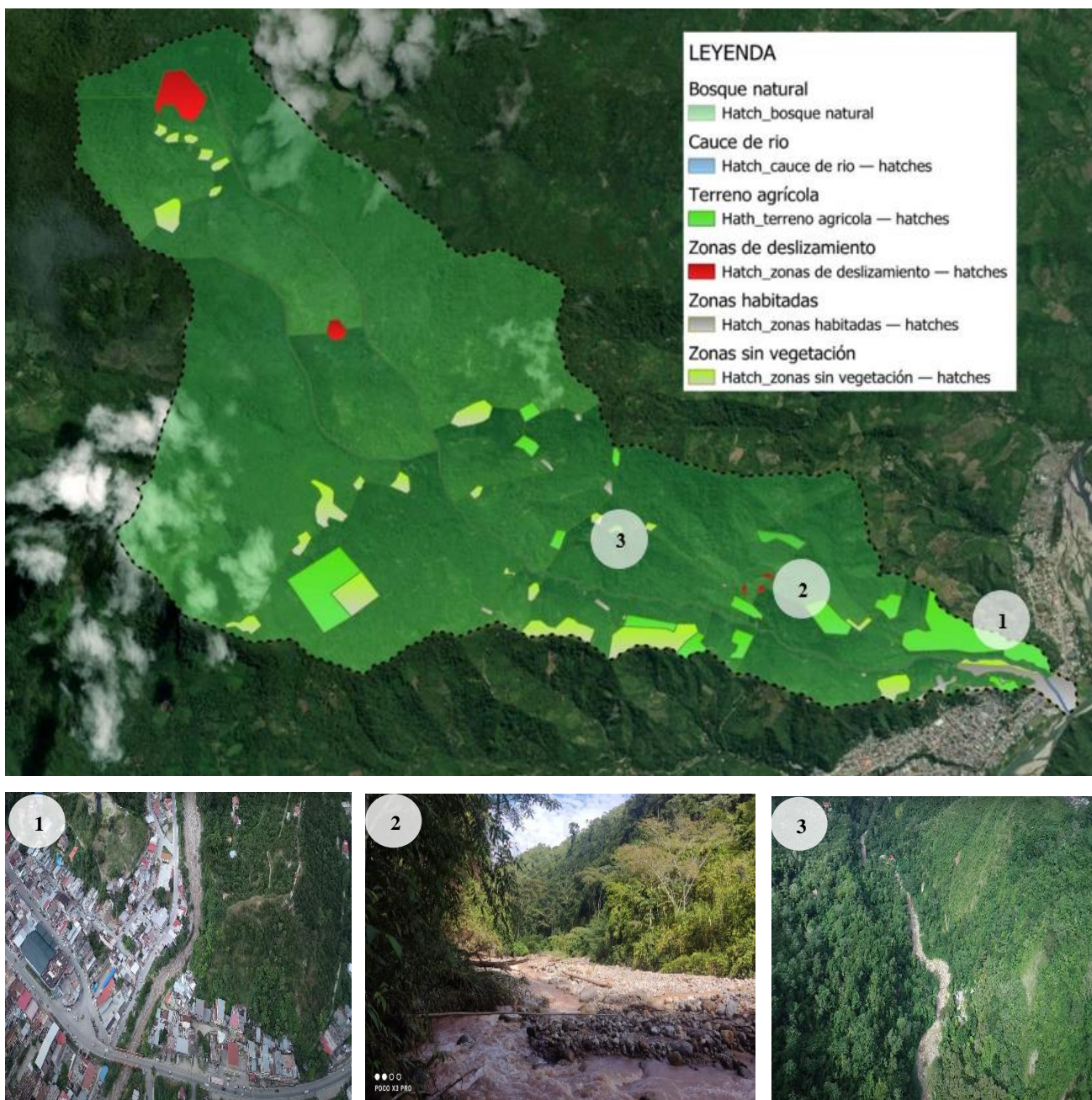








Tabla 49*Atributos del uso de suelos en la cuenca río Toro*

Uso de suelo	Área (Ha)	hi (%)	Hi (%)
 Bosque natural	1683.364	90.20%	90.20%
 Cauce de río	16.520	0.89%	91.09%
 Terreno agrícola	75.588	4.05%	95.14%
 Zonas de deslizamiento	13.795	0.74%	95.88%
 Zonas habitadas	18.519	0.99%	96.87%
 Zonas sin vegetación	58.385	3.13%	100.00%
Total	1866.170		

En las partes más bajas y medias de la cuenca predominan los bosques húmedos tropicales. Estos bosques son densos y muy diversos, con una rica variedad de especies de árboles maderables, como el cedro, la caoba y el tornillo.

4.3.1.1.4. Parámetros hidráulicos

4.3.1.1.4.1. Tipo de río

La sinuosidad es la relación entre la longitud total del *Thalweg* (el eje o alineamiento que atraviesa las zonas de mayor velocidad y profundidad en el cauce de un río) en el tramo analizado y la distancia en línea recta entre los extremos de ese tramo.

En este sentido, un cauce se considera semirrecto si su sinuosidad es inferior a 1.1; se clasifica como sinuoso si el valor se encuentra entre 1.1 y 1.5, y como meándrico si la sinuosidad supera 1.5 (Suárez Díaz, 2001). A continuación, se presentan los resultados en la tabla correspondiente.

Tabla 50*Tipos de río y/o quebrada*

Río y/o quebrada	Longitud del Thalweg del tramo evaluado (m) [1]	Longitud en línea recta del tramo evaluado (m) [2]	Sinuosidad [3]= [1] / [2]	Tipo de río por geometría	Características principales
río Toro	2054.42	1812.58	1.13	Sinuoso	Sinuoso. Es aquel cuya sinuosidad "P", es mayor de 1.1, pero menor de 1.5.

4.3.1.1.4.2. Condiciones hidráulicas especiales

Las principales condiciones hidráulicas del flujo corresponden a lo observado y registrado durante los trabajos de campo en el área de influencia del cauce del río Toro. Para la clasificación por tramos, se utilizó el método propuesto por Lojtin, y los resultados se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 51*Condiciones hidráulicas del flujo en los cauces*

Río y/o quebrada	Dirección de flujo	Pendiente (%)	Froude	Tipo de Cauce por tramo de evaluación
río Toro	Sur Este	5.00	1.05	Sinuoso. Es aquel cuya sinuosidad "P", es mayor de 1.1, pero menor de 1.5.

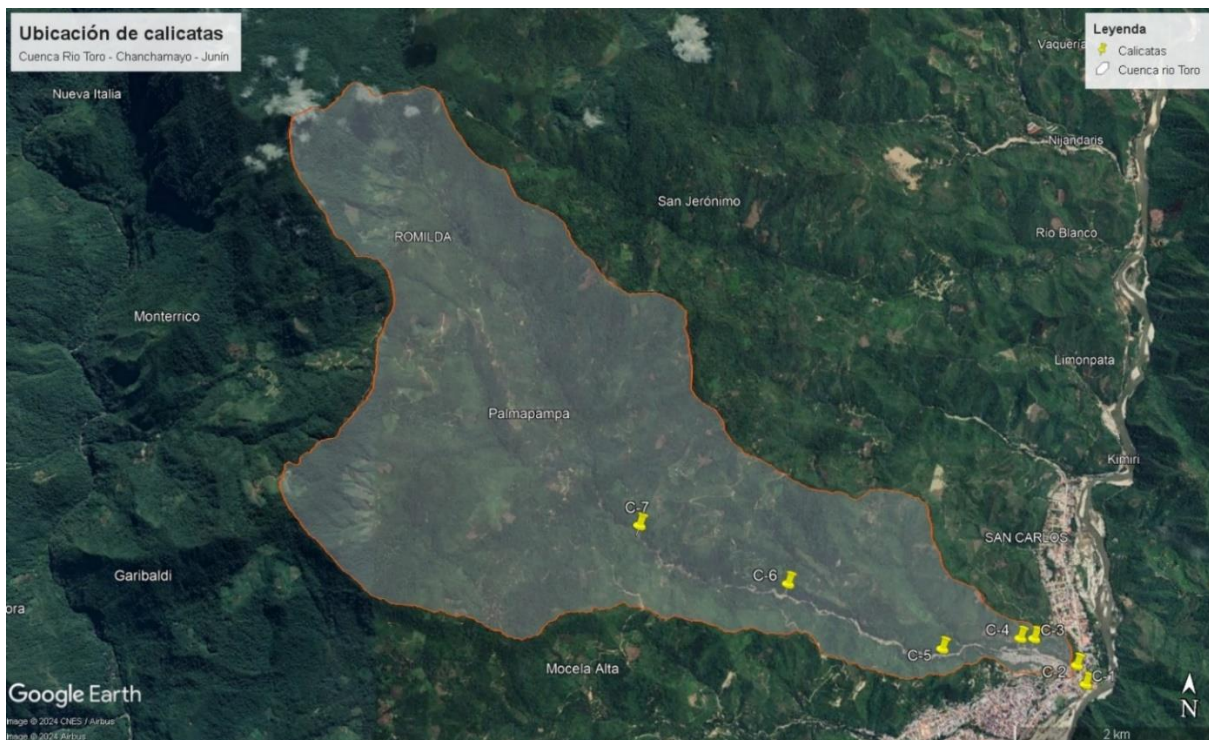
4.3.1.1.5. Parámetros geotécnicos

La caracterización del suelo se llevó a cabo mediante análisis macrogranulométrico para determinar la distribución de partículas grandes, complementados con análisis granulométricos, límites de Atterberg, peso unitario, peso específico y ensayos de corte directo obtenidos de muestras de calicatas.

Sobre el lecho del río se extrajeron 7 calicatas manuales, de las cuales se tomaron muestras alteradas de suelos para su respectivo análisis y la determinación de parámetros geotécnicos.

Figura 40

Ubicación de calicatas a lo largo de la cuenca río Toro.



Las calicatas fueron excavadas manualmente. En la siguiente tabla se detalla su ubicación, la profundidad excavada y el nivel freático detectado.

Tabla 52

Ubicación de calicatas extraídas en la cuenca río Toro.

Ubicación	Calicata	Coordenada UTM		Profundidad Excavada	Nivel Freático
		Este	Norte		
río Toro	C-01	464908	8778032	1.50 m	NP
	C-02	464799	8778227	1.50 m	NP
	C-03	464380	8778474	1.50 m	0.40 m
	C-04	464141	8778457	1.50 m	0.40 m
	C-05	463427	8778357	1.50 m	0.50 m
	C-06	461491	8778965	1.50 m	NP
	C-07	459037	8781747	1.50 m	NP

4.3.1.1.5.1. Muestreo macrogranulométrico

El muestreo macrogranulométrico se realizó en cada punto definido en la tabla anterior, ya que el lecho está compuesto por gravas y piedras de gran tamaño, lo que dificulta el traslado de la muestra al laboratorio.

Para el muestreo, se tomaron en cuenta los siguientes pasos:

- De las calicatas se extrajeron las gravas y rocas, clasificándolas en rangos según su tamaño, considerando aberturas de 3” hasta los 13”. El material que pasa por esta malla se trabajará en laboratorio utilizando la técnica del tamizado.
- Una vez clasificadas en los rangos mencionados, se procede a determinar el peso de cada fracción.

Tabla 53

Análisis macrogranulométrico en la cuenca río Toro

Punto	Fotografías de trabajo en campo
C-01	
Descripción: La imagen “A” muestra el tamizaje realizado en el punto de exploración de la calicata C-01, la imagen “B” muestra las gravas y rocas ya seleccionados por los rangos establecidos, en el cual se observa que predominan las partículas de 4” y 5”.	



Descripción: La imagen “A” muestra el tamizaje realizado en el punto de exploración de la calicata C-02, la imagen “B” muestra las gravas y rocas ya seleccionados por los rangos establecidos, en el cual se observa que predominan las partículas de 13”.



Descripción: La imagen “A” muestra el tamizaje realizado en el punto de exploración de la calicata C-03, la imagen “B” muestra las gravas y rocas ya seleccionados por los rangos establecidos, en el cual se observa que predominan las partículas de 13”.



Descripción: La imagen “A” muestra el tamizaje realizado en el punto de exploración de la calicata C-04, la imagen “B” muestra las gravas y rocas ya seleccionados por los rangos establecidos, en el cual se observa que predominan las partículas de 3” y 10”.



Descripción: La imagen “A” muestra el tamizaje realizado en el punto de exploración de la calicata C-05, la imagen “B” muestra las gravas y rocas ya seleccionados por los rangos establecidos, en el cual se observa que predominan las partículas de 7”.



Descripción: La imagen “A” muestra el tamizaje realizado en el punto de exploración de la calicata C-07, la imagen “B” muestra las gravas y rocas ya seleccionados por los rangos establecidos, en el cual se observa que predominan las partículas de 4”.

La tabla anterior muestra los trabajos que se realizaron a lo largo del río Toro para el análisis macrogranulométrico. Como se observa en las imágenes, las partículas que predominan son de 3”, 4”, 5”, 7”, 10” y 13” concluyendo con ello la presencia de gravas de regular tamaño.

Del análisis realizado, se obtuvieron los datos mostrados en la siguiente tabla.

Tabla 54

Datos obtenidos mediante análisis macrogranulométrico

Rango	Cuenca río Toro						
	C-01	C-02	C-03	C-04	C-05	C-06	C-07
13”	15.76%	22.46%	25.18%	0.00%	6.53%	NP	8.87%

12"	4.53%	4.77%	6.22%	0.00%	8.09%	NP	11.21%
11"	3.60%	4.53%	4.56%	0.00%	16.21%	NP	9.68%
10"	9.97%	7.88%	4.76%	15.33%	14.55%	NP	0.00%
9"	5.81%	6.07%	6.02%	11.92%	17.95%	NP	0.00%
8"	3.37%	2.96%	4.32%	18.56%	11.82%	NP	5.33%
7"	9.59%	4.71%	3.86%	7.72%	18.57%	NP	6.39%
6"	5.39%	5.98%	4.85%	5.69%	6.28%	NP	8.87%
5"	18.88%	15.33%	10.08%	9.39%	0.00%	NP	13.22%
4"	16.08%	14.58%	12.30%	13.99%	0.00%	NP	20.21%
3"	4.80%	7.36%	15.28%	15.33%	0.00%	NP	16.21%

4.3.1.1.5.2. Muestreo de sedimentos

El muestreo por excavación se realizó utilizando el método de tamizado en laboratorio. Se excavaron 7 calicatas de 1 m x 1 m, con una profundidad de 1.50 m. Posteriormente, se extrajeron las muestras, las cuales fueron enviadas al laboratorio para determinar la curva granulométrica, los límites de Atterberg, el peso unitario, el peso específico, la humedad y realizar el ensayo de corte directo.

Tabla 55

Calicatas y extracción de muestras

Punto	Fotografías de trabajo en campo	
C-01		
<p>Descripción: La imagen “A” muestra los trabajos realizados en la calicata C-01 de 1.50 m de profundidad, en la imagen “B” muestra el perfil estratigráfico el cual el terreno está compuesto por grava, arena y limo, de color marrón grisáceo, no presenta plasticidad, poco contenido de humedad.</p>		



C-02

Descripción: La imagen “A” muestra los trabajos realizados en la calicata C-02 de 1.50 m de profundidad, en la imagen “B” muestra el perfil estratigráfico el cual el terreno está compuesto por grava, arena y limo, de color marrón grisáceo, no presenta plasticidad, poco contenido de humedad.



C-03

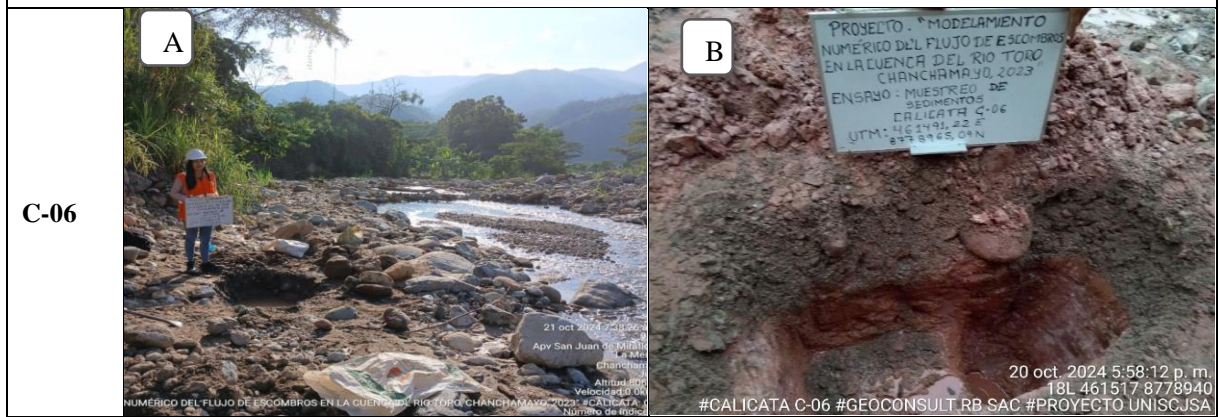
Descripción: La imagen “A” muestra los trabajos realizados en la calicata C-03 de 1.50 m de profundidad, en la imagen “B” muestra el perfil estratigráfico el cual el terreno está compuesto por grava, arena y limo, de color marrón, no presenta plasticidad y con presencia de nivel freático a una profundidad de 0.40 m.



Descripción: La imagen “A” muestra los trabajos realizados en la calicata C-04 de 1.50 m de profundidad, en la imagen “B” muestra el perfil estratigráfico el cual el terreno está compuesto por grava, arena y limo, de color gris oscuro, no presenta plasticidad y con presencia de nivel freático a una profundidad de 0.40 m.



Descripción: La imagen “A” muestra los trabajos realizados en la calicata C-05 de 1.50 m de profundidad, en la imagen “B” muestra el perfil estratigráfico el cual el terreno está compuesto por grava, arena y limo, de color marrón y de gris oscuro, no presenta plasticidad y con presencia de nivel freático a una profundidad de 0.50 m.



Descripción: La imagen “A” muestra los trabajos realizados en la calicata C-06 de 1.50 m de profundidad, en la imagen “B” muestra el perfil estratigráfico el cual el terreno está compuesto por limo arcilloso, de color gris oscuro, no presenta plasticidad, poco contenido de humedad y no presenta bolonería.



Descripción: La imagen “A” muestra los trabajos realizados en la calicata C-07 de 1.50 m de profundidad, en la imagen “B” muestra el perfil estratigráfico el cual el terreno está compuesto por grava, arena y limo, de color marrón rojizo, no presenta plasticidad, poco contenido de humedad.

4.3.1.1.5.3. Análisis granulométrico, límites de consistencia y corte directo

Este estudio empleó parámetros geotécnicos determinados a través de un riguroso programa de ensayos de laboratorio, realizados en muestras de suelo obtenidas mediante calicatas manuales. Se siguieron estrictamente los procedimientos y estándares establecidos por la Sociedad Norteamericana de Ensayos y Materiales (ASTM) y la Norma Técnica Peruana (NTP) a fin de garantizar la confiabilidad y validez de los resultados. Los datos obtenidos, que se detallan en la tabla siguiente, son fundamentales para la selección precisa de los parámetros reológicos utilizados en el presente estudio.

Tabla 56

Resumen de ensayos realizados en el laboratorio.

Calicatas	SUCS	Ensayos de Clasificación			LL	LP	Gravedad Específica de Sólidos (Gs)	Coeficiente de Fricción Interna Ø (°)	Capacidad Portante (Kg/cm ²)
		Gravas (%)	Arenas (%)	Finos (%)					
C-01	SW	32.1	67.4	0.5	NP	NP	2.62	34.32	0.955

C-02	SP	13.3	85.8	0.9	NP	NP	2.63	34.52	0.997
C-03	GP	71.1	28.9	0	NP	NP	2.62	33.9	0.925
C-04	GP	59.2	40.7	0.2	NP	NP	2.63	-	-
C-05	GM	61.76	26.09	12.15	NP	NP	2.26	-	-
C-06	ML	3.30	12.94	83.76	25.1	2.12	2.04	-	-
C-07	SM	38.94	39.04	22.02	NP	NP	1.72	-	-

4.3.1.2. Cálculo de la incidencia de los parámetros hidrológicos en el flujo de escombros en la cuenca del río Toro.

En el Estudio Hidrológico del proyecto, ante la ausencia de estaciones hidrométricas en la cuenca de análisis, se estimaron los hidrogramas de avenidas mediante la modelización precipitación-escorrentía, considerando la variación de las precipitaciones con las estaciones meteorológicas cercanas al área de estudio.

Tabla 57:

Caudales pico (m³/s), hidrogramas generados.

Sector	Sector	TR 20 (Años)	TR 50 (Años)	TR 100 (Años)	TR 200 (Años)
La Merced	río Toro	77.7	118.0	158.0	208.0

En el cuadro anterior se muestran los caudales picos de los hidrogramas resultantes del río Toro para los períodos de retorno de 20, 50, 100 y 200 años.

4.3.1.3. Determinación de la incidencia de los factores condicionantes en el flujo de escombros en la cuenca del río Toro.

4.3.1.3.1. Parámetros de modelamiento con el software Flo-2D

Para el presente estudio, se ha definido la presentación de los resultados de la modelación hidráulica en la situación actual, sin obras y con los siguientes parámetros: topografía, dominio

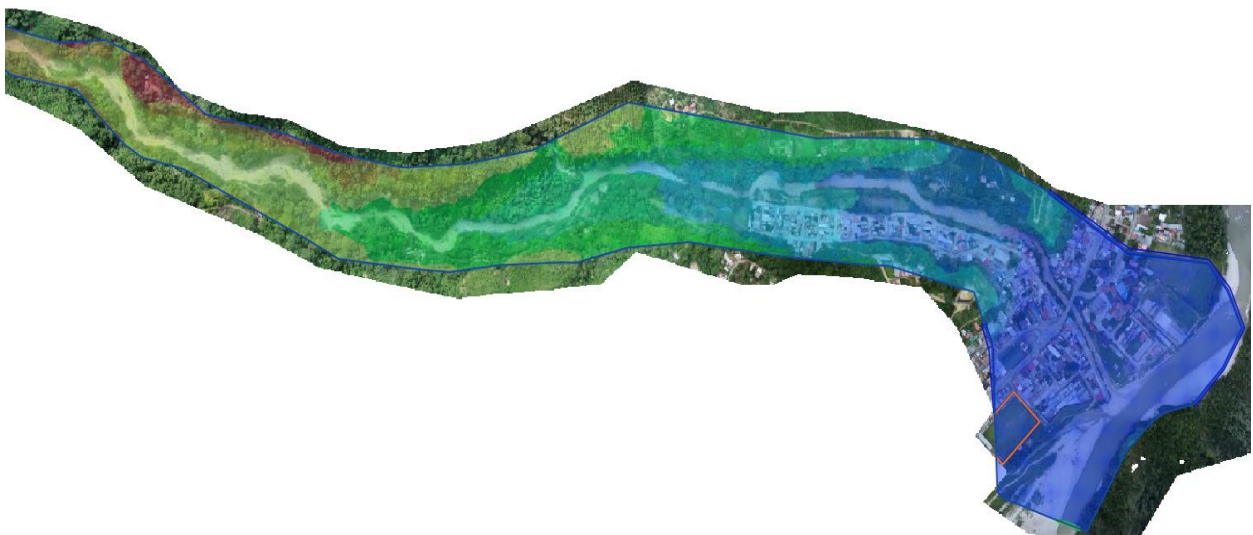
computacional, condiciones de borde, discretización de la malla, coeficiente de rugosidad y reología.

4.3.1.3.1.1. Topografía

El software Flo-2D es compatible con (DEMs) en formato TIFF, los cuales contienen información topográfica del terreno, para lo cual, con base a esta data, se elaboró un modelo digital del terreno (MDT) para la zona de estudio.

Figura 41

Modelo digital de terreno del río Toro



4.3.1.3.1.2. Limitaciones

La principal limitación del modelo Flo-2D es la discretización de la topografía de la llanura aluvial en un sistema de elementos de cuadrícula, es decir, el modelo no cuenta con la opción de mallado no estructurado, sin embargo, presenta varios módulos o métodos de interpolación para representar el terreno y/o las estructuras. Asimismo, al simular un flujo poco profundo y pendientes pronunciadas, el manual recomienda usar elementos de cuadrícula pequeños.

4.3.1.3.1.3. Dominio computacional

Para definir un dominio computacional óptimo, se realizaron previamente modelaciones hidráulicas en cada proyecto para el periodo de retorno de 20, 50, 100 y 200 años, obteniendo de esta manera la mayor mancha de inundación. Seguidamente se trazó un polígono que cubriera toda la mancha de inundación, el cual fue definido como nuestro dominio computacional, de esta forma se estaría optimizando el tiempo computacional y evitando posibles errores de convergencia. En las siguientes figuras se presentan los dominios computacionales utilizados, junto con sus respectivas áreas en cada proyecto.

Figura 42

Dominio computacional en el río Toro



4.3.1.3.1.4. Condiciones de Borde

Los modelos hidráulicos desarrollados en este estudio utilizaron como datos de entrada los hidrogramas de caudal, tanto líquido como sólido, para periodos de retorno de 20, 50, 100 y 200 años. Estos hidrogramas se generaron a partir de los archivos de entrada (input files) especificados en el archivo INFLOW.DAT. La simulación de estos escenarios de caudales máximos permitió una evaluación completa del comportamiento hidráulico del sistema bajo diferentes condiciones de flujo.

En el software Flo-2D, las condiciones de borde de salida incluyen relaciones tiempo-tirante, descarga-tirante o control de profundidad normal, asimismo, las condiciones de frontera en los nodos de salida son especificadas en el archivo OUTFLOW.DAT. Para el presente estudio, se ha seleccionado como tipo de condición de salida Floodplain Outflow (no hydrograph), que corresponde a una salida de llanura de inundación sin hidrograma.

4.3.1.3.1.5. Discretización de la malla

Para definir el tamaño de malla está relacionado con el caudal máximo y al área de la grilla. Adicionalmente se debe tener en cuenta que la razón de descarga por unidad de área debe ser menor a $3 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}^2$. La unidad de área para el presente estudio corresponde a valores menores a 3. En el cuadro que se presenta la verificación del caudal máximo por celda, lo cual ayuda a evitar problemas de inestabilidad numérica.

Tabla 58

Características de la malla por periodo de retorno de diseño

Localidad	Quebrada	TR Diseño Años	Q _{máx} (m^3/s) [1]	Número de celdas escogidas [2]	Caudal por celda (m^3/s) [3] = [1] / [2]	Verificación de caudal < $3 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}^2$
Chanchamayo	río Toro	20	77.70	26.00	0.75	ok
		50	118.00	26.00	1.13	ok
		100	158.00	26.00	1.52	ok
		200	208.00	26.00	2.00	ok

4.3.1.3.1.6. Coeficiente de Rugosidad

Polígonos de coeficiente de Manning para toda la extensión del modelo en formato SHAPEFILE, revisados de acuerdo la tabla siguiente. No se considera un análisis de sensibilidad de este parámetro por ser quebradas pequeñas, cuyo coeficiente de rugosidad no será incidente para evaluar las áreas inundables, las cuales son localizadas según el modelamiento preliminar.

Tabla 59*Coefficientes de rugosidad “n” de Manning típicos recomendados*

Tipo de cauce y descripción	Valor de “n”		
	Mínimo	Normal	Máximo
D. Cauces naturales menores (ancho superior, a nivel de crecida, menor que 30 m)			
D1) Cauces en planicie			
1) Cauce limpio y recto, completamente lleno, sin fallas ni pozos profundos.	0.025	0.030	0.033
2) Similar al anterior, pero con mayor presencia de piedras y pastos.	0.030	0.035	0.040
3) Cauce limpio y curvado, con algunos pozos y bancos.	0.033	0.040	0.045
4) Similar al anterior, pero con algo de pastos y piedras.	0.035	0.045	0.050
5) Similar al punto 3, pero con niveles más bajos, mayor pendiente y secciones menos efectivas.	0.040	0.048	0.055
6) Similar al punto 4, pero con más piedras.	0.045	0.050	0.060
7) Tramos con mucha suciedad, pastos y pozos profundos.	0.500	0.070	0.080
8) Tramos con abundante vegetación (pastos), pozos profundos, o recorridos de crecidas con mucha madera o arbustos bajos.	0.075	0.100	0.150
D2) Cauces de montaña, sin vegetación en el canal, laderas con pendientes pronunciadas, con árboles y arbustos a lo largo de las laderas, sumergidos a niveles altos.			
1) Fondo compuesto por grava, cantos rodados y algunas rocas.	0.030	0.040	0.050
2) Fondo con cantos rodados y algunas rocas.	0.040	0.050	0.070
E) Cauces con planicie de crecidas			
Pastos sin arbustos			
Pastos cortos	0.025	0.030	0.035
Pastos altos	0.030	0.035	0.050
2) Áreas cultivadas			
Sin cultivo	0.020	0.030	0.040
Cultivos maduros alineados	0.025	0.035	0.045
Campo de cultivos maduros	0.030	0.040	0.050
3) Arbustos			
Arbustos escasos, con abundante pasto:	0.035	0.050	0.070
Pequeños arbustos y árboles, en invierno	0.035	0.05	0.06
Pequeños arbustos y árboles, en verano	0.040	0.060	0.080
Arbustos medianos a densos, en invierno	0.045	0.070	0.110
Arbustos medianos a densos, en verano	0.070	0.100	0.160
4) Árboles			
Sauces densos, en verano y rectos	0.110	0.150	0.200

Tierra clara con ramas, sin brotes	0.030	0.040	0.050
Similar al anterior, pero con un crecimiento significativo de brotes.	0.050	0.060	0.080
Grandes grupos de madera, algunos árboles caídos, con poco crecimiento en la parte inferior y nivel de inundación por debajo de las ramas.	0.080	0.100	0.120
Similar al anterior, pero con el nivel de inundación alcanzando las ramas.	0.100	0.120	0.160
F) Los cursos de agua de gran importancia (con un ancho superior a 30 m a nivel de inundación) presentan valores de "n" más bajos que los de cursos menores con características similares, debido a que los bancos ofrecen una resistencia efectiva menor.			
1) Sección uniforme sin presencia de rocas ni arbustos.	0.025	-	0.060
2) Sección irregular y rugosa.	0.035	-	0.100

Fuente: Extraído de (Chow, 1994)

Se ha mapeado la zona de estudio a partir de la visita de campo, obteniendo muestras, tipo de vegetación, lecho de los ríos, curvaturas e identificando todas las posibles obstrucciones que se deben considerar, después de la visita se ha recurrido a las ortofotos y con ello se han obtenido los mapas de usos de suelo. *Ver ANEXO 05: Planos – Cobertura del río Toro-Lamina MC-01*

Una vez teniendo el mapa de usos de suelo, se asigna un coeficiente de Manning para cada uso de suelo según las características hidráulicas de cada tramo y las características que le corresponde según el grado de obstrucción que se tenga.

Tabla 60

Clasificación de usos de suelo

Localidad	Uso de Suelo	Manning
río Toro	Acceso pavimentado	0.016
	Acceso sin pavimentar	0.025
	Lecho de río Chanchamayo	0.045
	Lecho de río Toro	0.044
	Llanura de inundación	0.030
	Media a densa población de arbusto y arboles	0.150
	Pasturas	0.035
	Zona Urbana	0.055

4.3.1.3.1.7. Reología

4.3.1.3.1.7.1. Parámetros reológicos

Del ensayo de mecánica de suelos, se analizaron las diferentes muestras tomadas en la zona de estudio del río Toro, concluyéndose que en el lecho del río el porcentaje de finos es mínimo, y en general, las muestras no presentaron índice plástico. Como resumen, se han seleccionado las muestras más representativas de la matriz del flujo de lodos en el cauce principal, las cuales se detallan en el siguiente cuadro.

Tabla 61

Análisis granulométrico y límites de Atterberg

Calicata	Clasificación SUCS	Ensayos de clasificación			Limite líquido	Índice plástico	Gravedad específica
		gravas (%)	arenas (%)	finos (%)			
C-01	SW	32.1	67.4	0.5	--	--	2.62
C-02	SP	13.3	85.8	0.9	--	--	2.63
C-03	GP	71.1	28.9	0.0	--	--	2.62
C-04	GP	59.2	40.7	0.2	--	--	2.63

La selección de los parámetros reológicos para la modelación del sector del río Toro se basó en la comparación de las muestras de suelo obtenidas en campo con la muestra estándar Glenwood 4, según la literatura, mostrando una similitud significativa en sus propiedades.

Tabla 62

Parámetros usados en el modelo reológico para la simulación con Flo-2D

Localidad	Fuente	Gs	$\tau_y = \alpha_2 e^{\beta_2 C_v}$		$\eta = \alpha_1 e^{\beta_1 C_v}$	
			α	β	α	β
río Toro	Glenwood 4	2.63	0.00172	29.5	0.000602	33.1

La gravedad específica del sedimento es de 2.63, que corresponde al valor promedio de las muestras recolectadas en el campo. El parámetro K, relacionado con la resistencia al flujo laminar, fue

asignado según el tipo de suelo del sector. Los rangos para cada localidad se detallan en el siguiente cuadro.

Tabla 63

Tipo de superficie en cada localidad para la asignación del parámetro K

Localidad	Superficie	Rango de K (*)
río Toro	Vegetación dispersa	1000-4000

4.3.1.3.1.7.2. Concentración Volumétrica (Cv)

Los rangos de los valores de concentración volumétrica para cada localidad de estudio se han determinado en función de los resultados obtenidos en el análisis de campo, específicamente a partir del análisis granulométrico y los límites de Atterberg, que se resumieron previamente.

Tabla 64

Concentraciones volumétricas en el ámbito de estudio

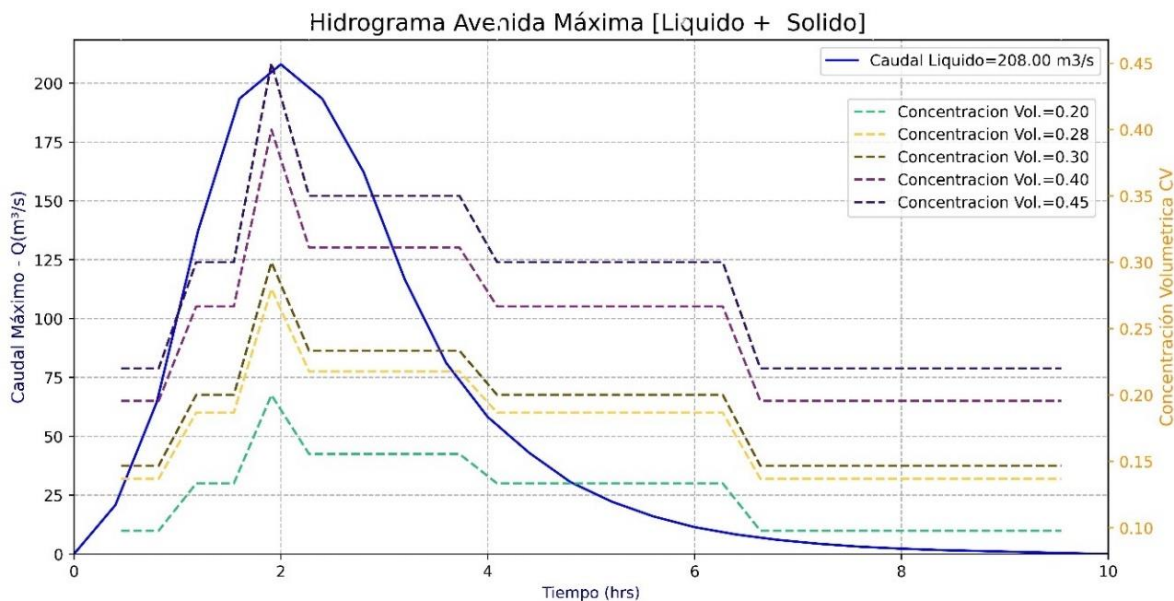
Localidad	Quebrada	CV (*)
Chanchamayo	río Toro	0.20 - 0.35

(*) El rango de CV se asignó de manera preliminar con base en la tabla anterior, y este dato será validado mediante la calibración correspondiente.

Existen diversos enfoques para la construcción del hidrograma líquido + sólido. Se revisaron varias fuentes bibliográficas, donde se observó que, para un evento específico de flujo de escombros, la distribución de CV aumenta gradualmente a medida que avanza el hidrograma.

Figura 43

Formas de construcción de hidrogramas líquidos y sólidos



4.3.1.3.1.8. Calibración del modelo hidráulico

Conforme a la nota y reportes del SINPAD de defensa civil y la ubicación de huellas hídricas dejadas por los eventos hidrológicos extraordinarios se consideró los siguientes puntos como procedimiento para la calibración del modelo hidráulico Flo-2D.

Los hidrogramas resultantes del modelo hidrológico HEC-HMS para el escenario de calibración fueron ingresados al modelo hidráulico Flo-2D.

La calibración consistió principalmente en hacer variar el CV, determinado previamente en el Rango de 0.20-0.35, hasta hacer coincidir con las marcas de agua observadas en campo.

Los parámetros reológicos fueron fijados de acuerdo con lo determinado en campo y la modelación hidráulica de flujo de lodos.

Río Toro

Durante la visita a campo en las riberas del río Toro se exploraron los cauces del río donde se concluyó que la mayor evidencia de marcas de agua visible se encuentra a la altura de los estribos del puente, en el cual cubre la mayoría de los puntos en donde se han tomado fotografías.

Figura 44

Punto de calibración en campo en la ribera del río Toro



Figura 45

Representación de los tirantes en el proceso de calibración del río Toro



Del modelamiento numérico realizado, se observó que el tirante promedio en los tramos rectos cerca de los estribos del puente tiene una altura promedio de 3.50 m, ya que el Y (observado) = 3.40 m y el Y (simulado) = 3.52 m. Tras realizar múltiples simulaciones, se concluyó que el CV que cumple con estas condiciones es de 0.28 para un período de retorno de 100 años, con un caudal máximo de 158.0 m³/seg. En el siguiente cuadro se presentan los resultados finales del CV y del parámetro de resistencia al flujo laminar, K. La imagen muestra los resultados de la simulación hidráulica de la ribera del río Toro utilizando el modelo Flo-2D, el cual refleja de manera aproximada las marcas de agua observadas en el campo y descritas previamente.

Tabla 65*Parámetros obtenidos del proceso de calibración*

Localidad	Quebrada	CV (Calibrado)	K (Calibrado)
Chanchamayo	río Toro	0.28	3000

De acuerdo con la calibración realizada para un periodo de retorno de 100 años con el software Flo-2D tomando en cuenta las huellas hídricas percibidas y el caudal líquido generado, se obtuvo una concentración volumétrica de $CV = 0.28$, y una resistencia al flujo laminar de $K=3000$ (esta se calibró de acuerdo al tipo de suelo evidenciado en campo).

4.3.1.3.1.9. Tiempo de simulación

Se presenta el tiempo computacional de cada uno de los tramos en evaluación, debido a la longitud de los tramos y a la extensión de las inundaciones registradas, se generan áreas con mayores tiempos computacional en el software Flo-2D. A continuación, se presenta los tiempos computacionales en función del número de elementos de grillas según el manual del Flo-2D.

Tabla 66*Tiempos computacionales en función al número de elementos de grillas*

Número de elementos de grillas	Tiempo de simulación
< 50,000	Rápido (minutos)
50,000 - 250,000	Moderado (<12 horas)
250,000 - 1,000,000	Lento (>12 horas)
>1,000,000	Muy Lento (>1 día)

En el siguiente cuadro, se presentan los resultados del tiempo computacional en el ámbito del proyecto, considerando grillas de 2 x 2 m.

Tabla 67

Tiempo computacional del modelamiento hidráulico bidimensional Flo-2D

considerando flujo de lodos – río Toro

Afluente	Numero de Celdas modeladas	Tiempo computacional (horas)			
		TR=20 años	TR=50 años	TR=100 años	TR=200 años
río Toro	191684	1.58	2.54	2.79	2.60

En las siguientes figuras se presenta el rango de tirantes, velocidades máximas y fuerzas de impacto obtenidos a lo largo del cauce del afluente para los periodos de retorno 20, 50, 100, 200 años. Se consideraron 4 puntos de monitoreo, donde se compararán resultados de los parámetros hidráulicos, como tirante, velocidad y fuerza de impacto para cada periodo de retorno.

Figura 46

Puntos de monitoreo – río Toro



4.3.1.3.1.10. Elaboración de mapa de peligro

A continuación, se presenta la metodología que se empleó para la representación de mapas de peligro, tomando en consideración los resultados obtenidos de las tirantes y velocidades de los flujos de escombros del modelo hidráulico en el Flo-2D. Este mapa permite identificar los puntos de mayor vulnerabilidad en la zona urbana, frente a la posibilidad de ocurrencia de un alud torrencial. Las zonas se clasifican en función de la intensidad de la amenaza, esquematizado en los colores rojo, naranja y amarillo, que representan una amenaza alta, media y baja. Cada nivel de amenaza está vinculado a un tipo de daño hacia las personas o edificaciones, siguiendo la metodología del proyecto PREVENE (Basabe, 2001), que se detalla a continuación:

Amenaza Muy Alta (Color Rojo): La amenaza para la población persiste tanto en sus hogares como en el exterior. Las zonas de Muy Alto riesgo requieren políticas de prevención y regularización rigurosas.

Amenaza Alta (Color Naranja): La población se encuentra expuesta a riesgos significativos, tanto en el exterior como en edificaciones que, si bien podrían sufrir daños, no necesariamente colapsarían si cumplen con las normas de construcción adecuadas. Se requiere una política de regularización para las zonas de alta amenaza.

Amenaza Media (Color Amarillo): El riesgo de víctimas es mínimo. Si bien se prevén daños considerables en el interior de las edificaciones, el impacto estructural será leve. Se recomienda priorizar las acciones de sensibilización y concienciación pública.

Dado que los aludes torrenciales suelen tener una alta concentración de rocas y escombros, su potencial destructivo es mayor que el de un flujo de agua. Por esta razón, se han establecido las siguientes relaciones para los aludes torrenciales:

Tabla 68

Metodología de Mapa de Peligro

Intensidad	Parámetros hidráulicos
Muy Alta	$h > 1 \text{ mts}$ ó $vxh > 1 \text{ m}^2/\text{s}$
Alta	$h < 1 \text{ mts}$ ó $vxh < 1 \text{ m}^2/\text{s}$
Media	No existe para este fenómeno (mud/deris flow)

Bajo este enfoque, se elaboró un mapa preliminar de amenaza para el río Toro empleando el software Flo-2D (versión 2023) y su herramienta MAPPER. Este mapa muestra los niveles de amenaza para diferentes periodos de retorno.

Casi el 40% de las edificaciones, calles y viviendas ubicadas en ambas márgenes del río Toro están expuestas a un peligro muy alto. Esto incluye tanto edificaciones de albañilería confinada como construcciones tradicionales, así como parcelas de cultivo, las cuales se encuentran en las zonas de peligro Muy Alto y Alto. Estas áreas son zonas críticas en caso se dé un evento de flujo de escombros.

Con el fin de reducir el impacto de los flujos de escombros, se recomienda la implementación de medidas de mitigación en zonas de alto riesgo (clasificadas con color rojo, véase Anexo 05: Planos, "Mapa de peligro de flujo de escombros" – Lámina 13). Estas medidas incluyen la construcción de muros de contención con una altura mínima de 3 a 4 metros (simulando la altura del cauce del río) o la reubicación de las viviendas situadas en proximidad a la orilla del río. El objetivo es minimizar la pérdida de vidas humanas y los daños a las infraestructuras en caso de un evento de flujo de escombros.

4.3.2. Resultados

4.3.2.1. Resultados de la estimación de la incidencia de los parámetros geomorfológicos en el flujo de escombros en la cuenca del río Toro.

4.3.2.1.1. Parámetro de relieve – (Pendiente del cauce principal)

La cuenca del río Toro se caracteriza por presentar altas pendientes en la parte de su cabecera y bajas pendientes en la desembocadura del cauce. Se analizó la variación de la tirante, velocidad y fuerza de impacto del flujo de escombros en función del cambio de pendiente del cauce del río.

Se tomó cuatro puntos de monitoreo, siendo estos:

P1: Cercano a la desembocadura del río Toro con el río Chanchamayo, progresiva (0+000)

P2: Puente del río Toro, progresiva (0+210)

P3: Parte superior del puente río Toro a unos 140m aproximadamente, progresiva (0+360)

P4: Cabecera de la zona urbana a unos 408m del puente, progresiva (0+618)

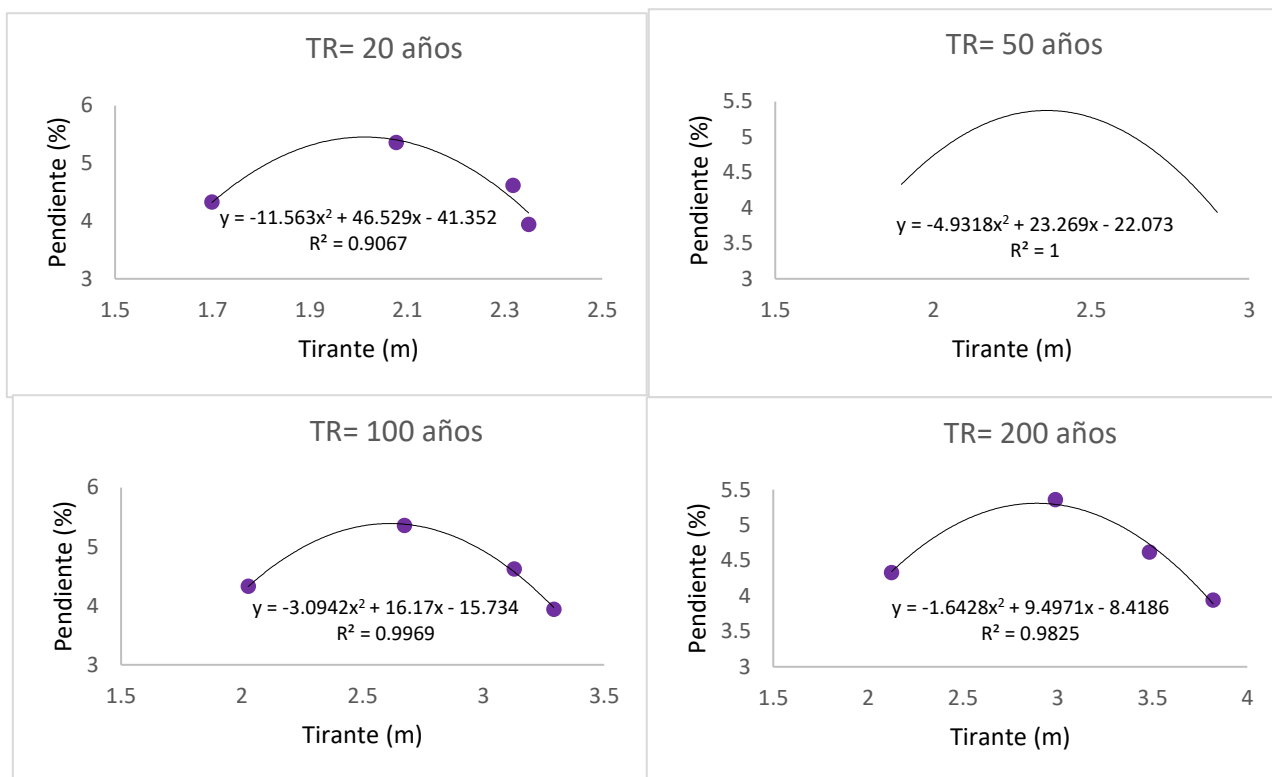
Tabla 69*Resultados de la incidencia de la pendiente en el tirante del flujo de escombros*

Progresiva	S (%)	Tirante del flujo de escombros (m)			
		TR= 20 años	TR= 50 años	TR= 100 años	TR= 200 años
P1 (0+000)	4.33	1.699	1.899	2.026	2.124
P2 (0+210)	3.94	2.349	2.899	3.291	3.820
P3 (0+360)	4.62	2.317	2.749	3.127	3.485
P4 (0+618)	5.26	2.077	2.418	2.673	2.988

El área de estudio de la cuenca río toro es 18.53 km², su pendiente promedio del cauce del río es del 13.2 % correspondiendo a un terreno ligeramente inclinado y una longitud del cauce principal de 10.27 km. Asu vez, es un tipo de río sinuoso, con presencia de ondulaciones a lo largo del eje del cauce del río. En esa misma línea, presenta sedimentos cuya clasificación corresponden a (SW, SP, GP), arenas bien graduadas, arenas mal graduadas y gravas mal graduadas. De los cuatro puntos de monitoreo que se analizó se obtuvieron tirantes máximos de 2.349 m, 2.899 m, 3.291 m y 3.820 m en una pendiente de 3.94 %, para los periodos de retorno de 20, 50, 100 y 200 años respectivamente. Así mismo, se notó que la tirante del flujo de escombros es inversamente proporcional a la pendiente del cauce principal, se pudo evidenciar que cuando se tiene una menor pendiente existe un mayor tirante del flujo de escombros, es por ello que en P2 (Puente del río Toro) donde la pendiente es del 3.94 % se tiene la máxima tirante de 3.820 m en un TR=200 años, superior a los otros 03 puntos de monitoreo.

Figura 47

Incidencia de la pendiente del cauce principal en la tirante del flujo de escombros para los cuatro periodos de retorno en estudio



Nota. La gráfica muestra que en las pendientes menores hubo un mayor tirante de flujo de escombros y un incremento moderado.

Tabla 70

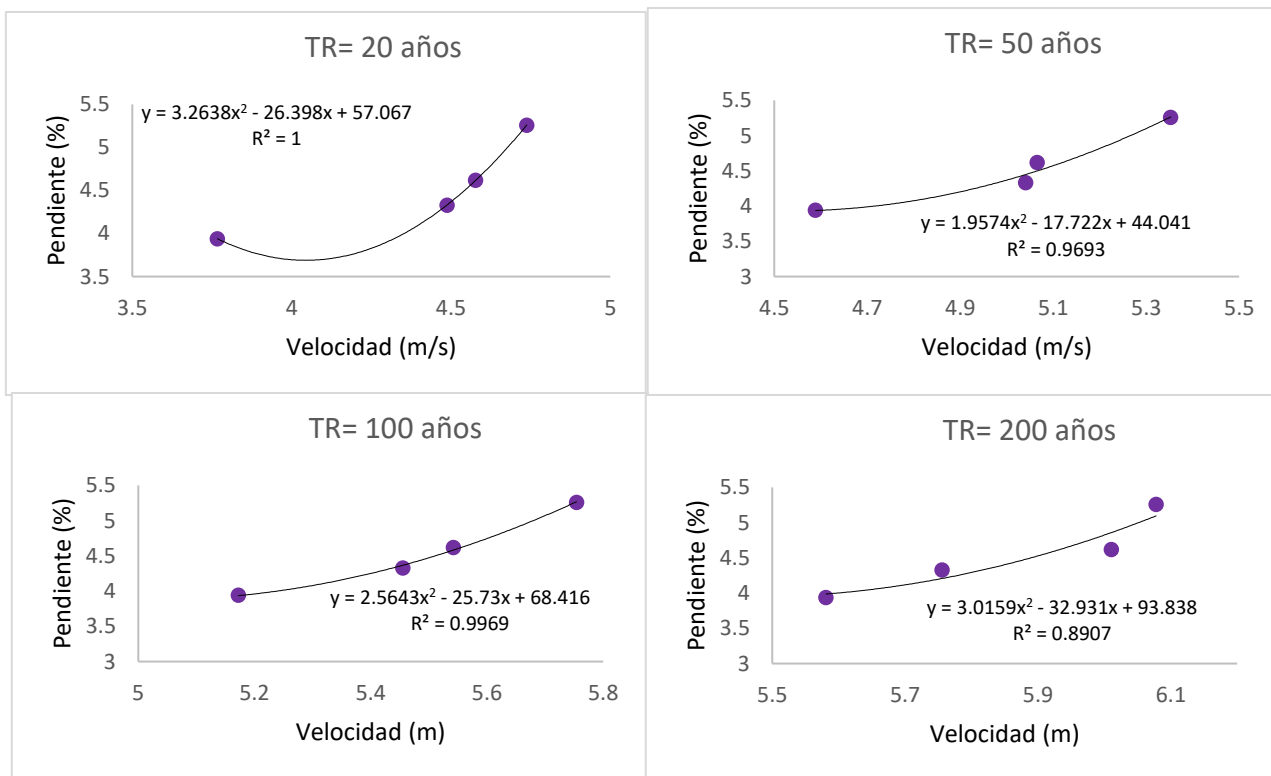
Resultados de la incidencia de la pendiente en la velocidad del flujo de escombros

Progresiva	S (%)	Velocidad del flujo de escombros (m/s)			
		TR= 20 años	TR= 50 años	TR= 100 años	TR= 200 años
P1 (0+000)	4.33	4.488	5.041	5.455	5.756
P2 (0+210)	3.94	3.767	4.589	5.172	5.581
P3 (0+360)	4.62	4.577	5.066	5.542	6.011
P4 (0+618)	5.36	4.738	5.353	5.754	6.078

De los cuatro puntos de monitoreo que se estudió se obtuvieron velocidades máximas de 4.738 m/s, 5.353 m/s, 5.754 m/s y 6.078 m/s en una pendiente de 5.36 %, para los periodos de retorno de 20, 50, 100 y 200 años respectivamente. Así mismo, se percibió que la velocidad del flujo de escombros es directamente proporcional a la pendiente del cauce principal, se pudo denotar que cuando se tiene una mayor pendiente también existirá una mayor velocidad del flujo de escombros, es por ello que en P4 (Cabecera de la zona urbana) donde la pendiente es del 5.36 % se tiene la máxima velocidad de 6.078 m/s en un TR=200 años, superior a los otros 03 puntos de monitoreo.

Figura 48

Incidencia de la pendiente del cauce principal en la velocidad del flujo de escombros para los cuatro periodos de retorno en estudio



Nota. La gráfica muestra que en pendientes pronunciadas la velocidad del flujo de escombros llega a ser mayor que en los tramos de menor pendiente.

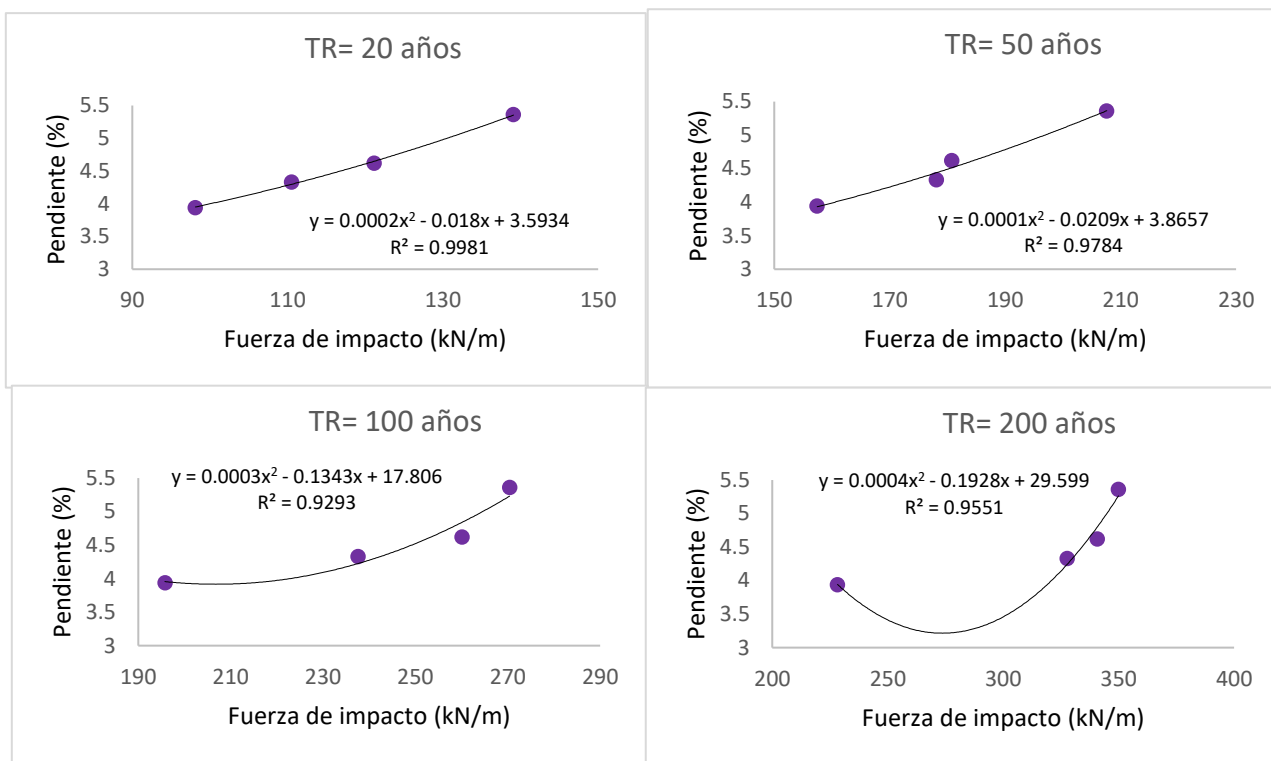
Tabla 71*Resultados de la incidencia de la pendiente en la fuerza de impacto del flujo de escombros*

Progresiva	S (%)	Fuerza de impacto del flujo de escombros (kN/m)			
		TR= 20 años	TR= 50 años	TR= 100 años	TR= 200 años
P1 (0+000)	4.33	110.505	178.085	237.561	327.814
P2 (0+210)	3.94	98.13	157.444	195.753	228.284
P3 (0+360)	4.62	121.152	180.77	260.092	340.777
P4 (0+618)	5.36	139.095	207.607	270.389	349.968

De los cuatro puntos de monitoreo que se investigó se obtuvieron fuerzas de impacto máximas de 139.095 kN/m, 207.607 kN/m, 270.389 kN/m y 349.968 kN/m en una pendiente de 5.36%, para los periodos de retorno de 20, 50, 100 y 200 años respectivamente. Se apreció que la fuerza de impacto directamente proporcional a la pendiente del cauce principal, se pudo notar que cuando existe un aumento en la pendiente del cauce principal también existirá un incremento en fuerza de impacto del flujo de escombros. Aunque este incremento también dependerá de otros factores como el área de contacto, la velocidad del flujo y su densidad.

Figura 49

Incidencia de la pendiente del cauce principal en la fuerza de impacto del flujo de escombros para los cuatro periodos de retorno en estudio



Nota. La gráfica muestra que en pendientes pronunciadas existe un ligero aumento de las fuerzas de impacto, aunque este no llega a ser muy significativo.

4.3.2.2. Resultados del cálculo de la incidencia de los parámetros hidrológicos en el flujo de escombros en la cuenca del río Toro.

4.3.2.2.1. Parámetro hidrológico

Se analizó la variación de la tirante máxima de flujo de escombros en función de los caudales líquidos.

Tabla 72

Incidencia del caudal líquido en la tirante de flujo de escombros

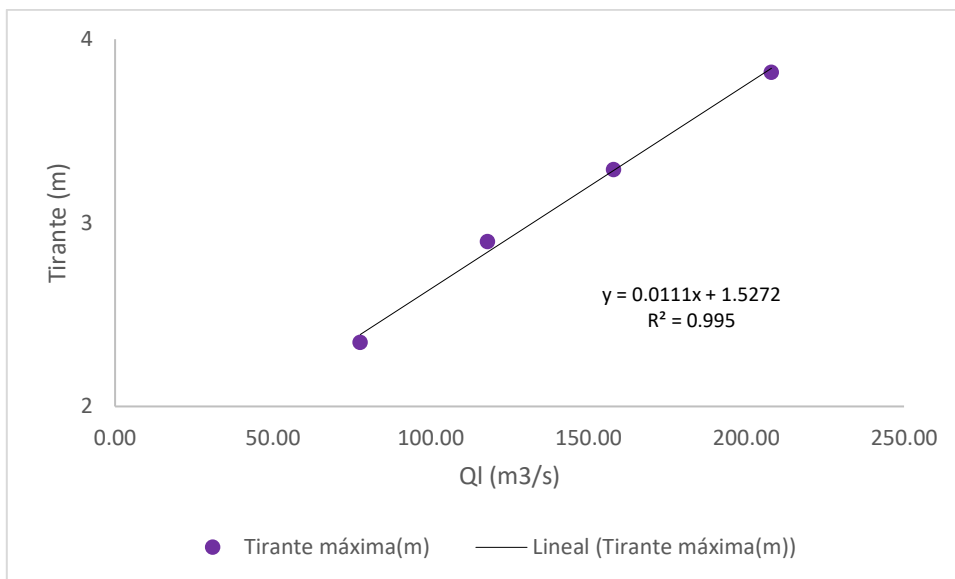
Años	Ql (m ³ /s)	Tirante máximo(m)	Punto de monitoreo
------	------------------------	-------------------	--------------------

TR = 20	77.70	2.349	P2
TR = 50	118.00	2.899	P2
TR = 100	158.00	3.291	P2
TR = 200	208.00	3.820	P2

De los cuatro puntos de monitoreo que se analizó, se obtuvieron tirantes máximos de 2.349 m, 2.899 m, 3.291 m y 3.820 m en el P2 para los caudales líquidos de 77.70 m³/s, 118.00 m³/s, 158.00 m³/s y 208.00 m³/s, en los periodos de retorno de 20, 50, 100 y 200 años respectivamente. Se pudo evidenciar que el incremento de la tirante máxima de flujo de escombros es directamente proporcional al incremento del caudal líquido, es decir el caudal líquido 208 m³/s de TR=200 años ha generado una tirante de 3.820 m mucho mayor a los otros tres de caudales menores.

Figura 50

Gráfica del caudal líquido vs tirante del flujo de escombros

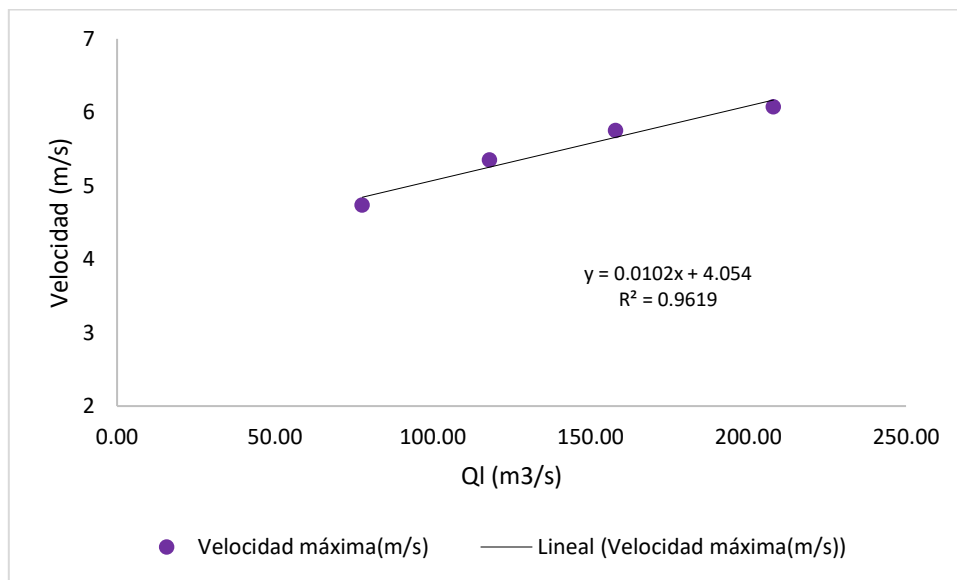


Nota. La figura muestra que a medida que se incremente el caudal líquido también habrá un incremento en la tirante del flujo de escombros.

Tabla 73*Incidencia del caudal líquido en la velocidad del flujo de escombros*

Años	Ql (m ³ /s)	Velocidad máxima(m/s)	Punto de monitoreo
TR = 20	77.70	4.738	P4
TR = 50	118.00	5.353	P4
TR = 100	158.00	5.754	P4
TR = 200	208.00	6.078	P4

De los cuatro puntos de monitoreo que se analizó, se obtuvieron velocidades máximas de 4.738 m/s, 5.353 m/s, 5.754 m/s y 6.078 m/s en el P4 para los caudales líquidos de 77.70 m³/s, 118.00 m³/s, 158.00 m³/s y 208.00 m³/s, en los periodos de retorno de 20, 50, 100 y 200 años respectivamente. Se pudo percibir que el incremento de la velocidad es directamente proporcional al incremento del caudal líquido, es decir el caudal líquido 208 m³/s del TR=200 años ha generado una velocidad de 6.078 m/s mucho mayor a los otros tres de caudales menores.

Figura 51*Gráfica de caudal líquido vs velocidad de flujo de escombros*

Nota. La figura muestra que a medida que se incremente el caudal líquido también habrá un incremento en la velocidad del flujo de escombros.

Tabla 74

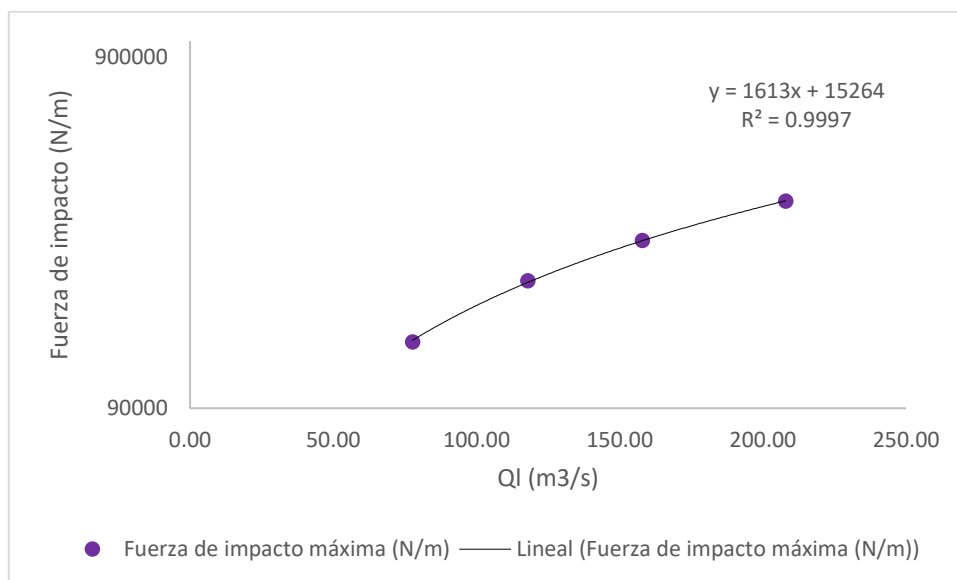
Incidencia del caudal líquido en fuerza de impacto del flujo de escombros

Años	Ql (m ³ /s)	Fuerza de impacto (kN/m)	Punto de monitoreo
TR = 20	77.70	139.095	P4
TR = 50	118.00	207.607	P4
TR = 100	158.00	270.388	P4
TR = 200	208.00	349.968	P4

De los cuatro puntos de monitoreo que se analizó, se obtuvieron fuerzas de impacto máximas de 139.095 kN/m, 207.607 kN/m, 270.388 kN/m y 349.968 kN/m en el P4 para los caudales líquidos de 77.70 m³/s, 118.00 m³/s, 158.00 m³/s y 208.00 m³/s, en los periodos de retorno de 20, 50, 100 y 200 años respectivamente. Se pudo notar que el incremento de la fuerza de impacto es directamente proporcional al incremento del caudal líquido, es decir el caudal líquido 208 m³/s del TR=200 años ha generado una fuerza de impacto de 349.968 kN/m mucho mayor a los otros tres de caudales menores.

Figura 52

Gráfica del caudal líquido vs fuerza de impacto de flujo de escombros



Nota. La figura muestra que a medida que se incremente el caudal líquido también habrá un incremento en la velocidad del flujo de escombros.

4.3.2.3. Resultados de la determinación de la incidencia de los factores condicionantes en el flujo de escombros en la cuenca del río Toro

4.3.2.3.1. Resultados de la modelación Hidráulica del río Toro (TR=20 años)

En los siguientes mapas se muestra los resultados de la tirante, velocidad y fuerza de impacto de la simulación numérica del flujo de escombros para un periodo de retorno de 20 años, en los cuales se encuentran los cuatro puntos de monitoreo establecidos, que se van a emplear para la extracción de los valores numéricos a analizar. A través de una escala de colores se muestran los valores alcanzados del modelamiento, correspondiendo al color azul (valores mínimos), verde (valores intermedios) y rojo (los valores máximos). Asimismo, se muestra el caudal máximo de diseño y la concentración volumétrica empleada para la respectiva simulación.

Ver mapa en ANEXOS 05: Planos, “Mapa de tirantes máximos (TR=20años)” – Lamina 01

Ver mapa en ANEXOS 05: Planos, “Mapa de velocidades máximas (TR=20años)” – Lamina 02

Ver mapa en ANEXOS 05: Planos, “Mapa de fuerza de impacto (TR=20años)” – Lamina 03

Análisis para $Q_{max} = 77.7 \text{ m}^3/\text{s}$ y $C_v=0.28$

Se analiza una creciente con un caudal líquido máximo de $77.7 \text{ m}^3/\text{s}$, en la que la concentración volumétrica de sedimentos (CV) varía entre un 13 % y un 20 % en la rama ascendente del hidrograma. Posteriormente, alcanza un valor máximo del 28 % en el intervalo previo al pico del caudal líquido, para luego reducirse hasta un 21 %, manteniéndose constante hasta el final del hidrograma líquido + sólido.

Tabla 75

Volúmenes de Ingreso y salida Flo-2D ($Q_p=77.7 \text{ m}^3/\text{s}$ y $C_v=0.28$)

Flujo Ingreso, Almacenamiento y Salida	Flujo de lodo (m^3)
Hidrograma de entrada [líquido + sólido] – (INFLOW)	2,422,592.06
Almacenamiento en llanura de inundación	4,261.28
Flujo fuera del área de análisis (OUTFLOW)	2,418,330.78

El volumen total de la creciente simulada es de 2.422 Mm³, y el almacenamiento en la llanura de inundación es de 4261.28 m³ que quedan en las riberas del río Toro y 2.418 Mm³ circulan por el cauce del río Chanchamayo.

La profundidad máxima promedio en el cauce del río es de 1.83 m a 3.53 m con velocidades máximas de hasta 6.23 m/s; y fuerzas de impacto máximas de 287513.0 N/m en el cauce del Río Toro. El modelo predice un área de inundación de 16.71 ha. dentro del área simulada.

4.3.2.3.2. Resultados de la modelación Hidráulica del río Toro (TR=50 años)

En los siguientes mapas se muestra los resultados de la tirante, velocidad y fuerza de impacto de la simulación numérica del flujo de escombros para un periodo de retorno de 50 años, en los cuales se encuentran los cuatro puntos de monitoreo establecidos, que se van a emplear para la extracción de los valores numéricos a analizar. A través de una escala de colores se muestran los valores alcanzados del modelamiento, correspondiendo al color azul (valores mínimos), verde (valores intermedios) y rojo (los valores máximos). Asimismo, se muestra el caudal máximo de diseño y la concentración volumétrica empleada para la respectiva simulación.

Ver mapa en ANEXOS 05: Planos, “Mapa de tirantes máximos (TR=50años)” – Lamina 04

Ver mapa en ANEXOS 05: Planos, “Mapa de velocidades máximas (TR=50años)” –Lamina05

Ver mapa en ANEXOS 05: Planos, “Mapa de fuerza de impacto (TR=50años)” – Lamina 06

Análisis para Qmax = 118.0 m³/s y Cv=0.28

Se analiza una creciente con un caudal líquido máximo de 118.0 m³/s, en la cual la concentración volumétrica de sedimentos (CV) varía entre un 13 % y un 20 % en la rama ascendente del hidrograma. Alcanza un valor máximo del 28 % en el intervalo previo al pico del caudal líquido, y luego disminuye hasta un 21 %, manteniéndose constante hasta el final del hidrograma líquido + sólido.

Tabla 76

Volúmenes de Ingreso y salida Flo-2D (Qp=118.0 m³/s y Cv=0.28)

Flujo Ingreso, Almacenamiento y Salida	Flujo de lodo (m ³)
--	---------------------------------

Hidrograma de entrada [líquido + sólido] – (INFLOW)	2,669,225.43
Almacenamiento en llanura de inundación	5,989.17
Flujo fuera del área de análisis (OUTFLOW)	2,663,236.26

El volumen total de la crecida simulada es de 2.669 Mm³, y el almacenamiento en la llanura de inundación es de 5989.17 m³ que quedan en las riberas del río Toro y 2.663 Mm³ circulan por el cauce del río Chanchamayo.

La profundidad máxima promedio en el cauce del río es de 1.98 m a 3.99 m con velocidades máximas de hasta 7.03 m/s; y fuerzas de impacto máximas de 374514.0 N/m en el cauce del río Toro. El modelo predice un área de inundación de 20.46 ha. dentro del área simulada.

4.3.2.3.3. Resultados de la modelación Hidráulica del río Toro (TR=100 años)

En los siguientes mapas se muestra los resultados de la tirante, velocidad y fuerza de impacto de la simulación numérica del flujo de escombros para un periodo de retorno de 100 años, en los cuales se encuentran los cuatro puntos de monitoreo establecidos, que se van a emplear para la extracción de los valores numéricos a analizar. A través de una escala de colores se muestran los valores alcanzados del modelamiento, correspondiendo al color azul (valores mínimos), verde (valores intermedios) y rojo (los valores máximos). Asimismo, se muestra el caudal máximo de diseño y la concentración volumétrica empleada para la respectiva simulación.

Ver mapa en ANEXOS 05: Planos, “Mapa de tirantes máximos (TR=100años)” – Lamina 07

Ver mapa en ANEXOS 05: Planos, “Mapa de velocidades máximas (TR=100años)” – Lamina 08

Ver mapa en ANEXOS 05: Planos, “Mapa de fuerza de impacto (TR=100años)” – Lamina 09

Análisis para Q_{max} = 158.0 m³/s y C_v=0.28

Se analiza una crecida con un caudal líquido máximo de 158.0 m³/s, en la que la concentración volumétrica de sedimentos (C_v) oscila entre un 13 % y un 20 % en la rama ascendente del hidrograma. Alcanza un valor máximo de 28 % en el intervalo previo al pico del caudal líquido, para luego disminuir hasta un 21 %, manteniéndose constante hasta el final del hidrograma líquido + sólido.

Tabla 77*Volúmenes de Ingreso y salida Flo-2D ($Q_p=158.0 \text{ m}^3/\text{s}$ y $C_v=0.28$)*

Flujo Ingreso, Almacenamiento y Salida	Flujo de lodo (m^3)
Hidrograma de entrada [líquido + sólido] – (INFLOW)	2,915,331.10
Almacenamiento en llanura de inundación	6,062.57
Flujo fuera del área de análisis (OUTFLOW)	2,909,268.52

El volumen total de la creciente simulada es de 2.915 Mm^3 , y el almacenamiento en la llanura de inundación es de 6062.57 m^3 que quedan en las riberas del río Toro y 2.909 Mm^3 circulan por el cauce del río Chanchamayo.

La profundidad máxima promedio en el cauce del río es de 2.12 m a 4.24 m con velocidades máximas de hasta 7.60 m/s ; y fuerzas de impacto máximas de 477684.0 N/m en el cauce del río Toro. El modelo predice un área de inundación de 21.89 ha . dentro del área simulada.

4.3.2.3.4. Resultados de la modelación Hidráulica del río Toro (TR=200 años)

En los siguientes mapas se muestra los resultados de la tirante, velocidad y fuerza de impacto de la simulación numérica del flujo de escombros para un periodo de retorno de 200 años, en los cuales se encuentran los cuatro puntos de monitoreo establecidos, que se van a emplear para la extracción de los valores numéricos a analizar. A través de una escala de colores se muestran los valores alcanzados del modelamiento, correspondiendo al color azul (valores mínimos), verde (valores intermedios) y rojo (los valores máximos). Asimismo, se muestra el caudal máximo de diseño y la concentración volumétrica empleada para la respectiva simulación.

Ver mapa en ANEXOS 05: Planos, “Mapa de tirantes máximos (TR=200años)” – Lamina 10

Ver mapa en ANEXOS 05: Planos, “Mapa de velocidades máximas (TR=200años)” – Lamina 11

Ver mapa en ANEXOS 05: Planos, “Mapa de fuerza de impacto (TR=200años)” – Lamina 12

Análisis para $Q_{max} = 208.0 \text{ m}^3/\text{s}$ y $C_v=0.28$

Se analiza una creciente con un caudal líquido máximo de $208.0 \text{ m}^3/\text{s}$, en la cual la concentración volumétrica de sedimentos (C_v) varía entre un 13 % y un 20 % en la rama ascendente del hidrograma. Alcanzando un valor máximo de 28 % en el intervalo previo al pico del caudal líquido, luego disminuye hasta un 21 %, manteniéndose constante hasta el final del hidrograma líquido + sólido.

Tabla 78

Volúmenes de Ingreso y salida Flo-2D ($Q_p=208.0 \text{ m}^3/\text{s}$ y $C_v=0.28$)

Flujo Ingreso, Almacenamiento y Salida	Flujo de lodo (m^3)
Hidrograma de entrada [líquido + sólido] – (INFLOW)	3,220,062.37
Almacenamiento en llanura de inundación	8,211.25
Flujo fuera del área de análisis (OUTFLOW)	3,211,851.12

El volumen total de la creciente simulada es de 3.220 Mm^3 , y el almacenamiento en la llanura de inundación es de 8211.25 m^3 que quedan en las riberas del río Toro y 3.212 Mm^3 circulan por el cauce del río Chanchamayo.

La profundidad máxima promedio en el cauce del río es de 2.31 m a 4.53 m con velocidades máximas de hasta 8.53 m/s ; y fuerzas de impacto máximas de 627930.0 N/m en el cauce del río Toro. El modelo predice un área de inundación de 26.35 ha. dentro del área simulada.

Tabla 79

Incidencia de los factores condicionantes en el volumen del flujo de escombros

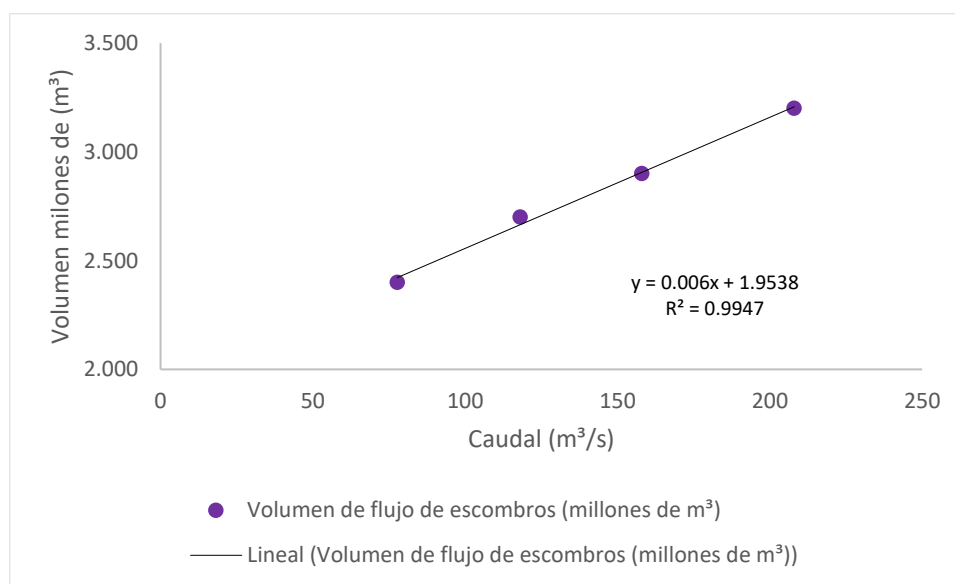
Años	S media (%)	Q1 (m^3/s)	Volumen de flujo de escombros (millones de m^3)
TR = 20	5.0	77.70	2.422
TR = 50	5.0	118.00	2.669
TR = 100	5.0	158.00	2.915
TR = 200	5.0	208.00	3.220

De toda la cuenca del río Toro que se estudió se obtuvieron volúmenes máximos de escombros de 2.422, 2.669, 2.915 y 3.220 millones de metros cúbicos en un pendiente promedio

del 5.0% para los periodos de retorno de 20, 50, 100 y 200 años respectivamente. Así mismo, se notó la incidencia que han tenido tanto la pendiente del cauce principal y los caudales líquidos máximos en la generación del volumen de escombros de la cuenca río Toro. Donde se evidencia que el volumen de flujo de escombros incrementó directamente proporcional al caudal máximo de diseño.

Figura 53

Gráfica del caudal líquido vs volumen de flujo de escombros



La figura anterior muestra que, a medida que se incremente el caudal líquido, también habrá un incremento en el volumen total de escombros generado en la cuenca río Toro, sobre un pendiente promedio del 5.0% del cauce principal.

4.4. Prueba de hipótesis

Contraste 01:

H0 : Los parámetros geomorfológicos no inciden significativamente en el flujo de escombros en la cuenca del río Toro.

H1 : Los parámetros geomorfológicos inciden significativamente en el flujo de escombros en la cuenca del río Toro.

Tabla 80*Correlación incidencia de los parámetros geomorfológicos en el flujo de escombros*

		Flujo de escombros	Parámetros geomorfológicos
Flujo de escombros	Correlación de	1	0.967
	Pearson Sig.		0.033
	(Bilateral) N	4	4
Parámetros geomorfológicos	Correlación de	0.967	1
	Pearson Sig.	0.033	
	(Bilateral) N	4	4

* La correlación es significativa al nivel 0.05 (bilateral)

El coeficiente de correlación de Pearson, r , es de 0.967, lo que sugiere una correlación significativa. Así, podemos afirmar con un 95% de confianza que existe una relación positiva entre el flujo de escombros y los parámetros geomorfológicos en el ámbito de estudio. Además, el valor de significancia bilateral de 0.033 se sitúa por debajo del umbral de 0.05 establecido. Por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa (H1): los parámetros geomorfológicos tienen un impacto significativo en el flujo de escombros en la cuenca del río Toro.

Contraste 02:

H0 : Los parámetros hidrológicos no inciden significativamente en el flujo de escombros en la cuenca del río Toro.

H1 : Los parámetros hidrológicos inciden significativamente en el flujo de escombros en la cuenca del río Toro.

Tabla 81*Correlación incidencia de los parámetros hidrológicos en el flujo de escombros*

		Flujo de escombros	Parámetros hidrológicos
Flujo de escombros	Correlación de	1	0.986
	Pearson Sig.		0.014
	(Bilateral) N	4	4

Parámetros hidrológicos	Correlación de Pearson Sig. (Bilateral) N	0.986 0.014 4	1 4
-------------------------	---	---------------------	------------

* La correlación es significativa al nivel 0.05 (bilateral)

El valor de "r" de Pearson es 0.986, lo que sugiere una correlación significativa. Con un nivel de confianza del 95%, se puede concluir que existe una correlación positiva entre el flujo de escombros y los parámetros hidrológicos en la zona de estudio. Además, el valor de significancia bilateral es de 0.014, lo que se encuentra por debajo del umbral de 0.05 establecido. Por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa (H1): "Los parámetros geomorfológicos influyen de manera significativa en el flujo de escombros en la cuenca del río Toro".

Contraste 03:

H0 : Los factores condicionantes no inciden significativamente en el flujo de escombros en la cuenca del río Toro.

H1 : Los factores condicionantes inciden significativamente en el flujo de escombros en la cuenca del río Toro.

Tabla 82

Correlación incidencia de los factores condicionantes en el flujo de escombros

		Flujo de escombros	Factores condicionantes
Flujo de escombros	Correlación de Pearson Sig. (Bilateral) N	1 4	0.9947 0.0053
Factores condicionantes	Correlación de Pearson Sig. (Bilateral) N	0.9947 0.0053 4	1 4

* La correlación es significativa al nivel 0.05 (bilateral)

El coeficiente "r" de Pearson es 0.9947, lo que sugiere una correlación notablemente alta y significativa. Con un nivel de confianza del 95%, podemos concluir que existe una fuerte correlación positiva entre el flujo de escombros y los factores condicionantes en el área de estudio. Además, el valor de significancia bilateral es 0.0053, lo que está por debajo del umbral de 0.05

establecido. Por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa (H1): "Los factores condicionantes tienen un impacto significativo en el flujo de escombros en la cuenca del río Toro".

4.5. Discusión de resultados

Discusión 1:

La discusión se refiere a los resultados obtenidos de la incidencia de los parámetros geomorfológicos en el flujo de escombros.

El área de estudio de la cuenca río Toro es 18.53 km², su pendiente promedio del cauce del río es del 13.2 %, correspondiendo a un terreno ligeramente inclinado y una longitud del cauce principal de 10.27 km. A su vez, es un tipo de río sinuoso, con presencia de ondulaciones a lo largo del eje del cauce del río. En esa misma línea, presenta sedimentos cuya clasificación corresponden a (SW, SP, GP), arenas bien graduadas, arenas mal graduadas y gravas mal graduadas.

De los cuatro puntos de monitoreo que se analizaron, se obtuvieron tirantes máximos de 2.349 m, 2.899 m, 3.291 m y 3.820 m en una pendiente de 3.94 %, para los periodos de retorno de 20, 50, 100 y 200 años respectivamente. Asimismo, se notó que la tirante del flujo de escombros es inversamente proporcional a la pendiente del cauce principal, es decir, cuando se tiene una menor pendiente, existirá un mayor tirante del flujo de escombros. Es por ello que en P2 (Puente del río Toro), donde la pendiente es del 3.94 % se tiene la máxima tirante de 3.820 m en un TR=200 años, superior a los otros 3 puntos de monitoreo. Asimismo, se obtuvieron velocidades máximas de 4.738 m/s, 5.353 m/s, 5.754 m/s y 6.078 m/s en una pendiente de 5.36 %, para los periodos de retorno de 20, 50, 100 y 200 años respectivamente. Donde se percibió que la velocidad del flujo de escombros es directamente proporcional a la pendiente del cauce principal, por ende, cuando se tiene una mayor pendiente también existirá una mayor velocidad del flujo de escombros, es por ello que en P4 (Cabecera de la zona urbana) donde la pendiente es del 5.36 % también se tiene la máxima velocidad de 6.078 m/s en un TR=200 años, superior a los otros 3 puntos de monitoreo. Por último, se obtuvieron fuerzas de impacto máximas de 139.095 kN/m, 207.607 kN/m, 270.389 kN/m y 349.968 kN/m en una pendiente de 5.36 %, para los periodos de retorno de 20, 50, 100 y 200 años respectivamente. Se apreció que la fuerza de impacto es directamente proporcional a la pendiente del cauce principal, por lo que cuando existe un aumento en la pendiente del cauce principal también existirá un incremento en fuerza de impacto del flujo de escombros. Aunque este incremento también dependerá de otros factores como el área de contacto, la velocidad del flujo y su densidad.

De la misma manera, según el análisis estadístico el coeficiente de correlación de Pearson entre la D1V1 y la V2 es alta y el p-valor es ($p=0.033 < 0.05$); se concluye que la D1V1 influye significativamente en la V2, por lo que como regla de decisión se acepta la hipótesis alterna.

Al respecto (Almeida del Savio y otros, 2019), citado como antecedente nacional, estudió la cuenca hidrográfica el Mirave, los parámetros geomorfológicos que obtuvo fueron: un área 35.81 km² perteneciendo a un terreno de orografía moderadamente inclinado y una longitud de cauce de 12.47 km, como resultados de su modelamiento obtuvo tirantes de 0.5 m a 2.5 m y velocidades de 0.5 m/s y 3.0 m/s para una pendiente promedio del 8.8 %, en el periodo de retorno de 100 años. A su vez (Xiamin y otros, 2024), citado como antecedente internacional, estudió la cuenca Dashiling, donde en su modelamiento numérico hizo variar la pendiente del cauce principal para ver su incidencia en la velocidad del flujo de escombros, en el escenario base la pendiente del cauce principal fue del 5 % donde se registró una velocidad del flujo de 5.8 m/s y cuando se redujo la pendiente al 3 % también la velocidad decreció a 3.2 m/s. Como se puede observar los valores de la pendiente media del cauce del río de los antecedentes son cercanas y presentan una similar orografía a la presente investigación, tomando en consideración las condiciones geomorfológicas similares se comparó los resultados de tirantes máximos y velocidades de flujo de escombros generados, donde se pudo evidenciar que guardan una relación directa, de esta manera se da por alcanzado el objetivo OE1.

Discusión 2:

La discusión se refiere a los resultados obtenidos de la incidencia de los parámetros hidrológicos en el flujo de escombros.

De los cuatro puntos de monitoreo que se analizaron, se obtuvieron tirantes máximos de 2.349 m, 2.899 m, 3.291 m y 3.820 m en el P2 para los caudales líquidos de 77.70 m³/s, 118.00 m³/s, 158.00 m³/s y 208.00 m³/s, en los periodos de retorno de 20, 50, 100 y 200 años respectivamente. Se pudo apreciar que el incremento de la tirante máxima de flujo de escombros es directamente proporcional al incremento del caudal líquido, es decir, el caudal líquido 208 m³/s de TR=200 años ha generado una tirante de 3.820 m mucho mayor a los otros tres de caudales menores. En esa misma línea, se obtuvieron velocidades máximas de 4.738 m/s, 5.353 m/s, 5.754 m/s y 6.078 m/s en el P4 para los caudales líquidos de 77.70 m³/s, 118.00 m³/s, 158.00 m³/s y 208.00 m³/s, en los periodos de retorno de 20, 50, 100 y 200 años respectivamente. Se pudo percibir que el incremento de la velocidad es directamente proporcional al incremento del caudal líquido,

es decir, el caudal líquido 208 m³/s del TR=200 años ha generado una velocidad de 6.078 m/s mucho mayor a los otros tres de caudales menores y por último se obtuvieron fuerzas de impacto máximas de 139.095 kN/m, 207.607 kN/m, 270.388 kN/m y 349.968 kN/m en el P4 para los caudales líquidos de 77.70 m³/s, 118.00 m³/s, 158.00 m³/s y 208.00 m³/s, en los periodos de retorno de 20, 50, 100 y 200 años respectivamente. Se pudo notar que el incremento de la fuerza de impacto es directamente proporcional al incremento del caudal líquido, es decir el caudal líquido 208 m³/s del TR=200 años ha generado una fuerza de impacto de 349.968 kN/m mucho mayor a los otros tres de caudales menores.

De igual forma, según el análisis estadístico, el coeficiente de correlación de Pearson entre la D2V1 y la V2 es alto y el p-valor es ($p=0.014 < 0.05$); se concluye que la D2V1 influye significativamente en la V2 por lo que como regla de decisión se acepta la hipótesis alterna.

Al respecto (Díaz Salas y otros, 2021), citado como antecedente nacional, estudió la microcuenca de Shallap, los parámetros hidrológicos que obtuvo fue de un caudales líquidos de 359 m³/s, 424 m³/s y 474 m³/s para periodos de retorno de 100, 150 y 200 años respectivamente, perteneciendo a un terreno de orografía algo escarpada y un área de 13.28 km², como resultado de su modelamiento obtuvo tirantes mayores a 1 m y con áreas afectadas de 0.82 km², 0.85 km² y 0.95 km² para cada periodo de retorno respectivamente. A su vez (Anggun y otros, 2021) citado como antecedente internacional, estudió la cuenca hidrográfica Air Beras que posee una orografía moderadamente inclinada. Obtuvo como resultado, para un caudal líquido de 120 m³/s, una velocidad máxima de 5.06 m/s en una pendiente del cauce principal del 6.16 % en un periodo de retorno de 100 años. Como se puede observar los valores de los parámetros hidrológicos de los antecedentes son cercanos a la presente investigación, tomando en consideración dichas concordancias se compararon los resultados de tirantes máximos y caudales líquidos máximos, donde se pudo evidenciar que guardan una relación directa, de esta manera se da por alcanzado el objetivo OE2.

Discusión 3:

La discusión se refiere a los resultados obtenidos de la incidencia de los factores condicionantes en el flujo de escombros.

De toda la cuenca del río Toro que se estudió se obtuvieron volúmenes máximos de escombros de 2.422, 2.669, 2.915 y 3.22 Mm³ en un pendiente promedio del cauce principal de 13.2 % y en los caudales de 77.70 m³/s, 118.00 m³/s, 158.00 m³/s y 208.00 m³/s para los periodos

de retorno de 20, 50, 100 y 200 años respectivamente. Asimismo, se notó la incidencia que han tenido tanto la pendiente del cauce principal como los caudales líquidos máximos en la generación del volumen de escombros de la cuenca río Toro. Donde se evidencia que el volumen de flujo de escombros incrementó directamente proporcional al caudal máximo de diseño.

A su vez, según el análisis estadístico el coeficiente de correlación de Pearson entre la V1 y la V2 es alta y el p-valor es ($p=0.0053 < 0.05$); se concluye que la V1 influye significativamente en la V2 por lo que como regla de decisión se acepta la hipótesis alterna.

Al respecto (Santiago Torres, 2023) citado como antecedente nacional, estudió la subcuenca hidrográfica Royasoc - Batan, los parámetros geomorfológicos que obtuvo fue: un terreno de orografía ligeramente inclinado, una pendiente pronunciada, una concentración volumétrica de 0.40 y caudales máximos de 93.72 m³/s y 103.82 m³/s para los periodos de retorno de 20 y 50 años respectivamente, como resultados de su modelamiento obtuvo volúmenes máximos de flujo de escombros de 2.080 Mm³, 2.396 Mm³, para el periodo de retorno de 20 y 50 años. Asu vez (Genevois y otros, 2022) citado como antecedente internacional, estudió el movimiento masivo de flujo de escombros en zonas montañosas del noroeste de Italia donde la cuenca presentó una orografía escarpada, en su modelo numérico del Flo-2D obtuvo volúmenes de escombros de 0.03 Mm³, para las condiciones geomorfológicas descritas. Como se pudo apreciar la orografía, caudales máximos líquidos y la concentración volumétrica empleadas en los antecedentes son cercanas a la presente investigación, tomando en consideración las condiciones geomorfológicas e hidrológicas similares se comparó los resultados volúmenes máximos de flujo de escombros generados, donde se pudo evidenciar que guardan una relación directa, de esta manera se da por alcanzado el objetivo OG.

CONCLUSIONES

Conclusión 1:

En relación con la influencia de los parámetros geomorfológicos en la cuenca del río Toro, se observó que la pendiente del cauce principal presenta una relación inversa con la tirante del flujo de escombros. En el punto de monitoreo P2, donde la pendiente es de 3.94 %, se registraron las tirantes máximas de 2.349 m, 2.899 m, 3.291 m y 3.820 m para los períodos de retorno de 20, 50, 100 y 200 años, respectivamente. Por otro lado, la pendiente del cauce principal se correlaciona directamente con la velocidad y la fuerza de impacto de los flujos de escombros. Esto se evidencia en el punto de monitoreo P4, que presenta una pendiente mayor de 5.36 %, donde se alcanzaron las velocidades máximas de 4.738 m/s, 5.353 m/s, 5.754 m/s y 6.078 m/s, así como fuerzas de impacto máximas de 139.095 kN/m, 207.607 kN/m, 270.389 kN/m y 349.968 kN/m para los mismos períodos de retorno. Asimismo, según el análisis estadístico, el coeficiente de correlación de Pearson entre la D1V1 y la V2 es alta y el p-valor es ($p=0.033 < 0.05$); se concluye que la D1V1 influye significativamente en la V2 por lo que como regla de decisión se acepta la hipótesis alterna.

Conclusión 2:

En relación a la influencia de los parámetros hidrológicos en la cuenca del río Toro, se ha podido determinar que el caudal de agua presenta una conexión directa con la tirante, la velocidad y la fuerza de impacto de los flujos de escombros. En este sentido, para un caudal de 208 m³/s, correspondiente a un periodo de retorno de 200 años, se lograron obtener los valores máximos de tirantez (3.82 m), velocidad (6.078 m/s) y fuerza de impacto (349.968 kN/m). Asimismo, se han identificado áreas de inundación en los periodos de retorno de 100 y 200 años, las cuales impactan en vías de acceso, hogares y zonas recreativas. El área afectada por inundaciones para un tiempo de retorno de 100 años es de aproximadamente 21.89 hectáreas, mientras que para un tiempo de retorno de 200 años se estima en 26.35 hectáreas. A su vez, según el análisis estadístico el coeficiente de correlación de Pearson entre la D2V1 y la V2 es alta y el p-valor es ($p=0.014 < 0.05$); se concluye que la D2V1 influye significativamente en la V2, por lo que, como regla de decisión se acepta la hipótesis alterna.

Conclusión 3:

Sobre la incidencia de los factores condicionantes en el flujo de escombros, se observó que tanto los parámetros geomorfológicos e hidrológicos repercuten significativamente en la generación de flujo de escombros, los volúmenes de escombros generados en los periodos son de 2.915 y 3.22 Mm³ para los periodos de retorno de 100 y 200 años. Asimismo, de acuerdo al mapa de peligro generado, se apreció que casi el 40% de las edificaciones, calles y viviendas que están en ambas márgenes del río Toro están expuestas. A su vez, según el análisis estadístico el coeficiente de correlación de Pearson entre la V1 y la V2 es alto y el p-valor es ($p=0.0053 < 0.05$); se concluye que la V1 influye significativamente en la V2 por lo que como regla de decisión se acepta la hipótesis alterna.

RECOMENDACIONES

Recomendación 1:

Dado que la pendiente del cauce principal de la cuenca del río Toro guarda una relación inversa con la tirante del flujo de escombros, se recomienda que en los tramos de menor pendiente se construyan gaviones de mayor altura para impedir el desborde. No obstante, como la pendiente es directamente proporcional a la velocidad y fuerza de impacto, se recomienda la construcción de barreras en las zonas de mayor pendiente para reducir la velocidad y la fuerza de impacto. De esta forma se reduciría el potencial impacto que podría generar el flujo de escombros.

Recomendación 2:

En vista de que el caudal líquido es directamente proporcional tanto a la tirante, velocidad y fuerza de impacto del flujo de escombros y está vinculada a la precipitación pluvial que se da en la cuenca, se recomienda la instalación de una estación meteorológica que permita medir las precipitaciones pluviales, a fin de registrar de manera permanente las precipitaciones máximas, para la implementación de sistemas de alerta temprana a fin de reducir riesgos por flujo de escombros.

Recomendación 3:

Puesto que los parámetros geomorfológicos e hidrológicos inciden significativamente en el volumen de los flujos de escombros, se recomienda aplicar políticas públicas orientadas a la protección de los bosques naturales para evitar la creciente deforestación en la cuenca, la construcción de barreras en zonas de pendiente pronunciada y el mejoramiento de defensas ribereñas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia Federal para el Manejo de Emergencias de los Estados Unidos . (s.f). *Gobierno de los Estados Unidos*. <https://www.fema.gov/flood-maps/products-tools/numerical-models/hydraulic>
- Almeida del Savio, A., Quisca Astocahuanaz, S., & Castillo Navarro, L. (2019). Simulación numérica de flujos de escombros del evento catastrófico de Febrero 2019 en Mirave- Perú. *Ambiente y Arquitectura*.
- Anggun, D., Faisal, T., Faris, F., & Wilopo, W. (2021). Designing conduit sabo dam series as a debris flow protection structure. *CIMMYT*.
- Anibar Pérez , A., & Loaiza Velarde, R. (2021). Modelamiento de flujos de escombros en la quebrada Huaycoloro ubicado en el distrito de Lurigancho - Chosica en Lima - Perú.
- Asociación Vivamos Mejor. (2004). Manual para la modelación de flujos con Flo 2D (Version 2004).
- Autoridad Nacional del Agua. (2016). Resolución Jefatural N° 332-2016-ANA. ANA.
- Autoridad Nacional del Agua. (2024). *Información de recursos hídricos*. <https://www.gob.pe/ana>
- Badajos Pérez, J. (2013). *Estadística aplicada a la fiabilidad*.
- Bagnold, R. (1954). Experiments on a gravity-free dispersion of large solid spheres in a Newtonian fluid under shear. . *Proceedings of the Royal Society of London*. .
- Cahuana, A., & Yugar, W. (2009). *Material de apoyo didáctico para la enseñanza y aprendizaje de la asignatura de hidrología*. Cochabamba, Bolivia: Universidad Mayor de San Simón.
- GEOMORFOLOGIA DE CUENCAS:
https://www.academia.edu/26155721/Cap%C3%ADtulo_4_GEOMORFOLOGIA_DE_CUENCAS
- Carrera, L., Rodríguez, Y., & Garrido, M. (2013). Metodología para la modelación distribuida con el software HEC-HMS. *Scielo*, 8.
- Choi, S.-K., Park, J.-Y., Lee, D.-H., Lee, S.-R., Kim, Y.-T., & Kwon, T.-H. (2020). Assesment of barrier location effect on debris flow based on smoothe particle hydrodynamics (SPH) simulation on 3D terrains. *Landslides*.
- Chow, V. T. (1994). *Hidrologia Aplicada*. McGraw-Hill.

- Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos. (2025). *Sacramento District*.
<https://www.spk.usace.army.mil/>
- Díaz Salas , A., Guevara Pérez, E., & Vidal Moreno, J. (2021). Modelamiento numérico de un flujo de escombros asociado a una roptura de presa en la subcuenca Quillcay, Áncash, Perú. *Revista de Ingeniería UC*, Vol 28.
- Diaz Salas, A., Guevara Pérez, E., & Vidal Moreno, J. (2021). Numerical modeling of a debris flow associated with a dam break in the Quillcay sub basin, Ancash, Perú. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Duarte Agudelo, C. A., & Niño Vicentes, J. R. (2004). *Introducción a la mecánica de fluidos*. Bogota.
- el Distrito de Control de Inundaciones del Condado de Maricopa . (s.f). Web Access Tool:
<https://www.maricopa.gov/3822/FLO-2D-Web-Access-Tool>
- Escudero Sanchez, C., & Cortez Suarez, L. A. (2018). Técnicas y métodos cualitativos para la investigcion científica. Ecuador: UTMACH.
- Fuentes Romero, K. (2016). *Distribución de las precipitaciones máximas diarias en la región de los Ríos*. Concepción: Universidad del Bio-Bio.
- Genevois, R., Tecca, P., & Genevois Clarvie. (2022). Mitigation measures of debris flow and landslide risk carried out in two mountain areas of North-Eastern Italy. *Journal of Mountain Science*.
- Greenwood, J., & Durand, D. (1960). *Aids for Fitting the Gamma Distribution by Maximum Likelihood*.
- Guadalupe, E., & Carrillo, N. (2012). Caracterización y análisis de los huaycos del 5 de abril. *Revista del instituto de investigación (RIIGEO)*, 69-82.
- Guerrero Padilla, A., Rodriguez Rodriguez, E., & Leiva Gonzáles , S. (2021). Desastres naturales: evaluación del riesgo y flujo de derrubios en la quebarada San Idelfonso, Trujillo, Perú. *Arnaldoa*.
- Guevara , E., & Cartaya, H. (1991). *Hidrología una introducción a la ciencia hidrológica aplicada* . CODECIH U. C.
- Guilarte , R. (1978). *Hidrologia Básica*. Caracas: Facultad de ingeniería.
- Highland, L. M., & Bobrowsky, P. (2008). *Manual de derrumbes: Una guía para entender todo sobre los derrumbes*. Reston, Virginia : Servicio Geológico de los EE.UU.

- Hu, J., Zou, Q., Zhou, B., Hu, Z., Li, C., Yao, S., & Yao, H. (2022). Susceptibility Assessment of Debris Flows Coupled with Ecohydrological Activation in the Eastern Qinghai-Tibet Plateau. *MDPI*.
- Huaman Martinez, P. J., & Tito Ramos, N. M. (2020). Modelamiento de flujos de lodo y escombros aplicando flo-2d, de la subcuenca del rio Sicra, Lircay - Huancavelica.
- Hungr, O., Evans, S., Bovis, M., & Hutchinson, J. (1984). A Review of the Clasification of Landslides of the Flow Type. En *The Geological Society of America*.
- Ibáñez, S., Moreno, H., & Gisbert, J. M. (2011). Morfología de las cuencas hidrográficas. Universidad Politecnica de Valencia.
- INDECI. (2015). *Huaycos afectan el distrito de Lurigancho Chosica - Lima Metropolitana*. Lima: COEN.
- Instituto Geográfico Nacional. (2011). Resolución Jefatural IGN N° 086 – 2011 - IGN/OAJ/DGC. *Portal Oficial del Gobierno del Perú*.
- Instituto Geográfico Nacional. (2015). Proyecto de Norma Técnica Geodésica – Especificaciones Técnicas para Levantamientos Geodésicos Verticales. *Portal Oficial del Gobierno del Perú*.
- International Organization for Standardization. (2006). Información geográfica – Las medidas de calidad de datos. *ISO*.
- Inversion, R. (1997). The physics of debris flows. En *Reviews of Geophysics* (págs. 245-296).
- Iriondo, M. H. (2006). Introducción a la geología. Panamá: Brujas.
- Jakop, M., & Hungr, O. (2005). Debris-flow Hazards and Related Phenomena. En *Chichester*. UK: Springer.
- Kellstedt, P., & Whitten, G. (2013). Political science research.
- Körner, H. (1976). Reichweite und Geschwindigkeit von Bergstürzen und Fliebscheelawinen. *Rock Mechanics*.
- Linsley, R., Franzini, J., Freyberg, D., & Tchobanoglous, G. (1992). *Water Resources Engineering*. McGraw-Hill.
- Lopez, J. P. (2017). Geología imprescindible. Yapeyú 283.
- Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje. (2008). *Ministerio de Transportes y Comunicaciones*.
- Mariluz Laguna, Omar. (26 de Marzo de 2015). *Gestión*. Gestión: <https://gestion.pe/peru/politica/huacos-declararan-emergencia-provincia-huaro-chiri-82935-noticia/>

- Mathinson, S. (2004). *Encyclopedia of evaluation*. London.
- Mc Tigue, D. (1982). A nonlinear constitutive model for granular materials: application to gravity flow. . *Journal of Applied Mechanics*.
- Mejía Marcacuzco, J. A. (2012). En *Hidrología aplicada* (pág. 205).
- Mejia Mejia, E. (2005). *Metodología de la investigación científica*. Lima.
- Méndez Gutiérrez, R., Legua Terry, A., Méndez Gutierrez, N., Gonzales Gonzales, M., Acuña Cáceres, W., Pérez Aguirre, M., & Loa Gonzales, A. (2024). Evaluación del riesgo por flujo de detritos para la prevención de desastres en Huayaringa Alta, Huarochirí. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*.
- Mendez, A. (2008). *Hidrología: Fundamentos y aplicaciones*. México: Limusa.
- Meng Hsu, S., Chiou, L., Lin, G., & Yu Ku, C. (2003). Applications of simulation technique on debris-flow hazard zone delineation: A case study in Hualien County, Taiwan. *SciELO*, 12.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2011). *Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje. El peruano*.
- Muñoz Rocha, C. (2015). *Metodología de la investigación*. Mexico.
- Nagl, G., Hübl, J., & Kaitna, R. (2020). Velocity profiles and basal stresses in natural debris flows. *Earth surface processes and landforms*.
- NASA. (16 de Noviembre de 2022). *Los efectos del cambio climático*. Global Climate Change: <https://ciencia.nasa.gov/ciencias-terrestres/nasa-2022-quinto-mas-calido-registrado/>
- Negi, H., Humar, A., Rao, N., Thakur, N., Shekhar, M., & Snehmani. (2020). Susceptibility assessment of rainfall induced debris Flow zones in Ladakh-Nubra región, Indian Himalaya. *Indian Academy of Sciences*.
- Núñez, S., & Medina, L. (2007). Flujos de detritos ocurridos el día 21 de enero del 2007 en la localidad de San Ramón. *INGEMMET*.
- Ñaupá Paitán, H. (2018). *Metodología de la Investigación: Cuantitativa y cualitativa y redacción de la tesis*. Colombia - Bogotá: Ediciones de la U.
- O'Brien, J. (2000). *FLO-2D User's Manul*. Arizona: Versión 2000.10, Nutrioso.
- O'Brien, J., Pierre, & Jullien. (1998). *Laboratory Analysis of Mudflow Propieties*. *Journal of Hydraulic Engineering*.
- ONU. (1995). *Introducción a las amenazas*. 181.
- Ordoñez C., J. R., & Ruiz Zelada, A. B. (2019). Propuesta de un modelo numérico y alternativas para el control de flujo de detritos quebrada el Tingo - Pataz - Perú. Lima.

- Oseada Gago, D. (2008). Confiabilidad y validez de instrumentos de investigación. Lima.
- Osorio Marin, L. (2019). Zonificación de la Susceptibilidad del Terreno a los Deslizamientos. Caso de Estudio: Nariño - Colombia. *Universidad Nacional de Colombia*.
- Pedraza, J. (1996). Geomorfología: Principios, Métodos y Aplicaciones. Rueda.
- Quispe, R., Pino Vargas, E., & Avendaño Jihuallanga, C. (2019). Nivel de riesgo por desborde e inundación aplicando un modelo de flujo de escombros en la quebrada Lluta para la mina Karla en Tacna. *Ciencia y desarrollo*.
- Sampieri, H. (2014). Metodología de la investigación. Mexico.
- Santiago Torres, E. (2023). Determinación de los umbrales de precipitación de lluvia para el pronóstico de movimiento de flujo de detritos. *SciELO*, Vol XLIV.
- Scharffenberg, W., & Fleming, M. (2006). Hidrologic Modeling System HEC-HMS. *US Army Corps of Engineers*.
- Schwab, G., Frevert, R. K., & Edminster, T. W. (1990). Ingeniería de conservación de suelos y aguas. Ed. Limusa.
- Senamhi. (2024). *Datos Hidrometeorológicos a nivel nacional*.
<https://www.senamhi.gob.pe/?p=estaciones>
- Servicio Nacional de Geología y Minería. (2007). Movimientos en mas en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas. Canada.
- Simoni, A., Bernard, M., Berti, M., Boreggio, M., Lanzoni, S., Stancanelli, L., & Gregoretti, C. (2020). Susceptibility assessment of rainfall induced debris flow zones in Ladakh-Nubra región, Indian Himalaya. *Earth surface processes and landforms*.
- Soncco, Y., Cuno, J., & Cueva, K. (2022). Cálculo de volumen de flujo de detritos (huaicos) y lahares secundarios. Considerando la infiltración según la teoría del número de curva (CN). *FIPVO*.
- Suárez Díaz, J. (2001). *Control de erosión en zonas tropicales*. Bucaramanga - Colombia: Universidad Industrial de Santander.
- Taeun, K., Chang-Lae, J., & Ichiro, K. (2022). Numerical Simulation of Debris Flow and Driftwood with Entrainment of Sediment. *MDPI*.
- Takahashi, T. (1980). Debris flow on prismatic open channels. *Journal of Hydraulic Division*.
- Takahashi, T. (2014). Debris Flow - Mechanics, Prediction and Countermeasures. *CRC Press.*, 12.
- Vásquez Villanueva, A., Mejía Marcacuzco, A., Faustino Manco, J., Terán Adriazola, R., Vásquez Romero, I., Díaz Rimarachin, J., Vásquez Romero, C., Castro Abanto, A., Tapia Muñoz,

- M., & Alcántara Ramos, J. (2016). *Manejo y Gestión de Cuencas Hidrográficas*. Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria la Molina.
- Villón Bajar, M. (2002). *HIDROLOGÍA*. Cartago, Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Villón Béjar, M. (2012). Cálculos hidrológicos e hidraulicos en cuencas hidrográficas. En M. Villón Béjar, *Cálculos hidrológicos e hidraulicos en cuencas hidrográficas*. Costa Rica.
- Voellmy, A. (1955). Über die Zerstörungskraft von Lawinen. *Schweizerische Bauzeitung*.
- Water Resources Council. (1981). *Guidelines for determining flood flow frequency (Bulletin 17B)*. U.S: Government Printing Office.
- White , F., & Xue, H. (2021). *Fluid Mechanics*. New York: McGraw Hill LLC.
- Wieczorek, G. (1996). *Landslide triggering mechanisms. Investigation and Mitigation*. National Academy Press.
- Xiamin, J., Jianguo, L., & Yaolong, L. (2024). Simulation and Management Impact Evaluation of Debris Flow in Dashiling Gully Based on FLO-2D Modeling. *MDPI*.
- Zuidam, V. (1989). *Aerial Photo-Interpretation in Terrain Analysis and Geomorphologic Mapping*. Paises Bajos: International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences.

ANEXOS

ANEXO 1: Matriz de operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA
VI: Factores condicionantes	Según (Luque Pinto & Alva Hurtado), los factores condicionantes corresponden a los factores que influyen en el tipo de flujo que definen la probabilidad de la ocurrencia del flujo tales como el área de la cuenca de recepción, pendiente, clima y tipo de suelo.	VI: los factores condicionantes se operacionalizan a través de sus dimensiones: D1: Parámetros geomorfológicos y D2: Parámetros hidrológicos.	D1: Parámetros geomorfológicos D2: Parámetros hidrológicos	I1: Parámetro de relieve I2: Parámetro de forma I3: Parámetro de cobertura vegetal I4: Parámetro geotécnicos I1: Precipitación I2: Caudal	Ficha de recolección de datos	Razón
VD: Flujo de escombros	Según (Castillo Navarro, 2006, pág. 31): “los flujos de escombros se tratan de una mezcla de agua con sedimento que transita hacia aguas abajo, sobre una pendiente pronunciada y que aumenta su volumen de acuerdo a rocas, arbustos y troncos que encuentra en su camino.”	VD: El flujo de escombros se operacionaliza a través de sus dimensiones: D1: Tirante D2: Velocidad y D3: Fuerza de impacto.	D1: Tirante D2: Velocidad D2: Fuerza de impacto	I1: Bajo I2: Medio I3: Alto I1: Bajo I2: Medio I3: Alto I1: Bajo I2: Medio I3: Alto		Intervalo

ANEXO 2: Matriz de consistencia

Título de la tesis: “Modelamiento numérico del flujo de escombros en la cuenca del río Toro, Chanchamayo – 2023.”						
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	MÉTODO
<p>PROBLEMA GENERAL: ¿Cómo inciden los factores condicionantes en el flujo de escombros en la cuenca del río Toro?</p> <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS: ¿Cómo inciden los parámetros geomorfológicos en el flujo de escombros en la cuenca del río Toro? ¿Cómo inciden los parámetros hidrológicos en el flujo de escombros en la cuenca del río Toro?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL: Determinar la incidencia de los factores condicionantes en el flujo de escombros en la cuenca del río Toro.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS: Estimar la incidencia de los parámetros geomorfológicos en el flujo de escombros en la cuenca del río Toro. Calcular la incidencia de los parámetros hidrológicos en el flujo de escombros en la cuenca del río Toro.</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL: Los factores condicionantes inciden significativamente en el flujo de escombros en la cuenca del río Toro.</p> <p>HIPÓTESIS ESPECÍFICOS: Los parámetros geomorfológicos inciden significativamente en el flujo de escombros en la cuenca del río Toro. Los parámetros hidrológicos inciden significativamente en el flujo de escombros en la cuenca del río Toro.</p>	<p>VI: Factores condicionantes</p> <p>VD: Flujo de escombros</p>	<p>D1: Parámetros Geomorfológicos</p> <p>D2: Parámetros Hidrológicos</p> <p>D1: Tirante</p> <p>D2: Velocidad</p> <p>D3: Fuerza de impacto</p>	<p>I1: Parámetro de relieve I2: Parámetros de forma I3: Parámetro de cobertura vegetal I4: Parámetro geotécnicos</p> <p>I1: Precipitación I2: Caudal</p> <p>I1: Bajo I2: Medio I3: Alto</p> <p>I1: Bajo I2: Medio I3: Alto</p> <p>I1: Bajo I2: Medio I3: Alto</p>	<p>Método: Científico</p> <p>Tipo: Investigación aplicada.</p> <p>Nivel: Explicativo</p> <p>Diseño: No experimental</p> <p>Población: Cauce principal del río Toro (10.27 km)</p> <p>Muestra: Tramo de la zona urbana de la cuenca del río Toro (3 km a partir de la confluencia con el río Chanchamayo), tomado por conveniencia</p> <p>Instrumentos: Observación de campo</p>

ANEXO 3: Instrumento de investigación validado



FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS
FOTOGRAMÉTRICOS CON DRON Y GPS DIFERENCIAL



Título de tesis: Modelamiento numérico del flujo de escombros en la cuenca del río Toro, Chanchamayo - 2023.

I.- INFORMACIÓN GENERAL DEL LUGAR:					
UBICACIÓN:		FECHA:			
DISTRITO:		ALTITUD:			
PROVINCIA:		LATITUD:			
REGION:		LONGITUD:			
II.- INFORMACIÓN TÉCNICA DEL VEHICULO AÉREO NO TRIPULADO (DRON):					
MODELO:		<i>Imagen</i>			
NÚMERO DE ROTORES:					
TIEMPO DE AUTONOMÍA:					
DIMENSIONES Y PESO:					
MÁXIMA DISTANCIA OPERATIVA:					
MÁXIMA ALTITUD OPERATIVA:					
TAMAÑO DE IMAGEN DE FOTOGRAFÍA:					
III.- INFORMACION TÉCNICA DEL GPS DIFERENCIAL:					
MODELO:		<i>Imagen</i>			
SERIE:					
PRECISIÓN POST - PROCESAMIENTO CINEMÁTICO:					
PRECISIÓN POST - PROCESAMIENTO ESTÁTICO:					
TAMAÑO Y PESO:					
TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO CON BATERIA INTERNA:					
ALMACENAMIENTO DE DATOS:					
IV.- PARÁMETROS DE VUELO:					
ALTURA DE VUELO:		TRASLAPE TRANSVERSAL:			
CONDICIÓN CLIMÁTICA:		VELOCIDAD DE VUELO:			
TRASLAPE LONGITUDINAL:		DURACIÓN DE VUELO:			
V.- PUNTOS DE CONTROL					
NÚMERO DE PUNTOS DE CONTROL:					
LONGITUD DE LA CUENCA:					
ÁREA DE LA CUENCA:					
COORDENADAS UTM DE LOS PUNTOS DE CONTROL					
N° PUNTO DE CONTROL	ESTE			NORTE	ELEVACION
PC-01					
PC-02					
PC-03					
PC-04					
PC-05					
PC-06					
PC-07					
VI.- PARTICIPANTES:					
Condición:	Apellidos y nombres:	N° DNI	Firma		
OPERADOR 01:	HUAMANI ESCALANTE MARLENI				
OPERADOR 02:	MONAGO TARAZONA ISAIAS LUCIANO				
ASESOR:	MG. MUÑIZ PAUCARMAYTA, MARCO HERBER				
VII.- VALIDADOR:					
Condición:	Apellidos y nombres:	N° DNI	Firma		
EXPERTO:	MSc. Ing. Abner Curi Vega	44490038	 ABNER CURI VEGA Máster en Ingeniería LPM España Registrado en el C.O.P.E. Ecuador Reg. Consultor C127923		



Título de tesis: Modelamiento numérico del flujo de escombros en la cuenca del río Toro, Chanchamayo - 2023.

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellido y nombre del experto: MSc. Ing. Abner Curi Vega
- 1.2 Cargo e institución donde labora: SENCICO
- 1.3 Nombre del instrumento evaluado: Ficha de recolección de datos fotogrametricos con Drone y GPS diferencial
- 1.4 Autor del instrumento: Huamani Escalante Marleni - Monago Tarazona Isaias Luciano

II. ASPECTO DE LA VALIDACIÓN

INDICADORES	CRITERIOS	DEFICIENTE 1	REGULAR 2	BUENA 3	EXCELENTE 4
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado y Comprensible.			✓	
2. OBJETIVIDAD	Permite medir hechos observables				✓
3. ACTUALIDAD	Es adecuado para registrar las características técnicas de los equipos				✓
4. ORGANIZACIÓN	Presentación ordenada				✓
5. SUFICIENCIA	Comprende el registro de los equipos utilizados, técnicos operadores, areas de estudio y puntos de control			✓	
6. PERTINENCIA	Permite recopilar datos de acuerdo a los objetivos planteados				✓
7. CONSISTENCIA	Esta basado conforme a las características de los equipos utilizados				✓
8. COHERENCIA	Existe correspondencia entre el metodo de levantamiento topográfico y los equipos utilizados				✓
9. METODOLOGÍA	El instrumento de recolección responde al propósito de la Investigación				✓
10. APLICACIÓN	Los datos obtenidos permiten la representación topográfica de la zona de estudio				✓

CONTEO TOTAL DE MARCAS
(Realice el conteo en cada una de las categorías de la escala)

		2	8
A	B	C	D

Coefficiente de validez = $1 \times A + 2 \times B + 3 \times C + 4 \times D = \frac{38}{40} = 0.95$


III. CALIFICACIÓN GLOBAL (Ubique el coeficiencia de validez obtenido en el intervalo respectivo y marque con un aspa en el círculo asociado)

CATEGORÍA	INTERVALO
Desaprobado <input type="radio"/>	[0,00-0,60]
Observado <input type="radio"/>	<0,60-0,70]
Aprobado <input checked="" type="radio"/>	<0,70-1,00]

IV. CALIFICACIÓN DE APLICABILIDAD

Aprobado

Fecha: 08 / 07 / 2024


 ABNER CURI VEGA
 Master en Ingeniería UFM España
 Ingeniero Civil CIP 203780
 Reg. Consultor C127923

Firma del experto

Título de tesis: Modelamiento numérico del flujo de escombros en la cuenca del río Toro, Chanchamayo - 2023.

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellido y nombre del experto: **MSc. Ing. Abner Curi Vega**
- 1.2 Cargo e institución donde labora: **UNSCH**
- 1.3 Nombre del instrumento evaluado: **Ficha de recolección de datos geotecnicos con calicatas.**
- 1.4 Autor del instrumento: **Huamani Escalante Marleni - Monago Tarazona Isaias Luciano**

II. ASPECTO DE LA VALIDACIÓN

INDICADORES	CRITERIOS	DEFICIENTE 1	REGULAR 2	BUENA 3	EXCELENTE 4
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado y Comprensible.				✓
2. OBJETIVIDAD	Permite medir hechos observables				✓
3. ACTUALIDAD	Es adecuado para registrar las características técnicas de los equipos				✓
4. ORGANIZACIÓN	Presentación ordenada				✓
5. SUFICIENCIA	La distribución de las calicatas en el cauce de la cuenca permiten obtener muestras de sedimentos representativos			✓	
6. PERTINENCIA	Permite recopilar datos de acuerdo a los objetivos planteados				✓
7. CONSISTENCIA	Esta basado conforme a las características de los equipos utilizados			✓	
8. COHERENCIA	Existe correspondencia entre el metodo de muestreo de suelos y los equipos utilizados				✓
9. METODOLOGÍA	El instrumento de recolección responde al propósito de la investigación			✓	
10. APLICACIÓN	Los datos obtenidos permiten la caracterización de los sedimentos de la zona de estudio				✓

CONTEO TOTAL DE MARCAS (Realice el conteo en cada una de las categorías de la escala)			3	7
	A	B	C	D

Coefficiente de validez = 1 x A + 2 x B + 3 x C + 4 x D = $\frac{37}{40} = 0.93$

III. CALIFICACIÓN GLOBAL (Ubique el coeficiencia de validez obtenido en el intervalo respectivo y marque con un aspa en el círculo asociado)

CATEGORÍA	INTERVALO
Desaprobado	[0,00-0,60]
Observado	<0,60-0,70]
Aprobado	<0,70-1.00]

IV. CALIFICACIÓN DE APLICABILIDAD

Aprobado

Fecha: 08 / 07 / 2024

ABNER CURRI VEGA
 Máster en Ingeniería UPAJ España
 Ingeniero Civil U.P. 200780
 Reg. Consultor C121923

Firma del experto



FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS
FOTOGRAMÉTRICOS CON DRON Y GPS DIFERENCIAL



Título de tesis: Modelamiento numérico del flujo de escombros en la cuenca del río Toro, Chanchamayo - 2023.

I.- INFORMACIÓN GENERAL DEL LUGAR:						
UBICACIÓN:		FECHA:				
DISTRITO:		ALTITUD:				
PROVINCIA:		LATITUD:				
REGION:		LONGITUD:				
II.- INFORMACIÓN TÉCNICA DEL VEHICULO AÉREO NO TRIPULADO (DRON):						
MODELO:		<i>Imagen</i>				
NÚMERO DE ROTORES:						
TIEMPO DE AUTONOMÍA:						
DIMENSIONES Y PESO:						
MÁXIMA DISTANCIA OPERATIVA:						
MÁXIMA ALTITUD OPERATIVA:						
TAMAÑO DE IMAGEN DE FOTOGRAFÍA:						
III.- INFORMACION TÉCNICA DEL GPS DIFERENCIAL:						
MODELO:		<i>Imagen</i>				
SERIE:						
PRECISIÓN POST - PROCESAMIENTO CINEMÁTICO:						
PRECISIÓN POST - PROCESAMIENTO ESTÁTICO:						
TAMAÑO Y PESO:						
TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO CON BATERIA INTERNA:						
ALMACENAMIENTO DE DATOS:						
IV.- PARÁMETROS DE VUELO:						
ALTURA DE VUELO:		TRASLAPÉ TRANSVERSAL:				
CONDICIÓN CLIMÁTICA:		VELOCIDAD DE VUELO:				
TRASLAPÉ LONGITUDINAL:		DURACIÓN DE VUELO:				
V.- PUNTOS DE CONTROL						
NÚMERO DE PUNTOS DE CONTROL:		UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE CONTROL				
LONGITUD DE LA CUENCA:						
ÁREA DE LA CUENCA:						
COORDENADAS UTM DE LOS PUNTOS DE CONTROL						
N° PUNTO DE CONTROL	ESTE				NORTE	ELEVACION
PC-01						
PC-02						
PC-03						
PC-04						
PC-05						
PC-06						
PC-07						
VI.- PARTICIPANTES:						
Condición:	Apellidos y nombres:	N° DNI	Firma			
OPERADOR 01:	HUAMANI ESCALANTE MARLENI					
OPERADOR 02:	MONAGO TARAZONA ISAIAS LUCIANO					
ASESOR:	MG. MUÑIZ PAUCARMAYTA, MARCO HERBER					
VII.- VALIDADOR:						
Condición:	Apellidos y nombres:	N° DNI	Firma			
EXPERTO:	Dr. Ing. Anjhinson Romero Vela	43698687				



**VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS
FOTOGRAMETRICOS CON DRON Y GPS DIFERENCIAL**



Título de tesis: Modelamiento numérico del flujo de escombros en la cuenca del río Toro, Chanchamayo - 2023.

I. DATOS GENERALES

- 1.1 **Apellido y nombre del experto:** Dr. Ing. Anjhinson Romero Vela
- 1.2 **Cargo e institución donde labora:** Contraloría General de la República
- 1.3 **Nombre del instrumento evaluado:** Ficha de recolección de datos fotogramétricos con Drone y GPS diferencial
- 1.4 **Autor del instrumento:** Huamani Escalante Marleni - Monago Tarazona Isaias Luciano

II. ASPECTO DE LA VALIDACIÓN

INDICADORES	CRITERIOS	DEFICIENTE 1	REGULAR 2	BUENA 3	EXCELENTE 4
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado y comprensible.				✓
2. OBJETIVIDAD	Permite medir hechos observables			✓	✓
3. ACTUALIDAD	Es adecuado para registrar las características técnicas de los equipos				✓
4. ORGANIZACIÓN	Presentación ordenada				✓
5. SUFICIENCIA	Comprende el registro de los equipos utilizados, técnicos operadores, áreas de estudio y puntos de control				✓
6. PERTINENCIA	Permite recopilar datos de acuerdo a los objetivos planteados			✓	✓
7. CONSISTENCIA	Esta basado conforme a las características de los equipos utilizados				✓
8. COHERENCIA	Existe correspondencia entre el metodo de levantamiento topográfico y los equipos utilizados				✓
9. METODOLOGÍA	El instrumento de recolección responde al propósito de la investigación			✓	
10. APLICACIÓN	Los datos obtenidos permiten la representación topográfica de la zona de estudio				✓



CONTEO TOTAL DE MARCAS
(Realice el conteo en cada una de las categorías de la escala)

		3	7
A	B	C	D

$$\text{Coeficiente de validez} = 1 \times A + 2 \times B + 3 \times C + 4 \times D = \frac{37}{40} = 0.93$$

III. CALIFICACIÓN GLOBAL (Ubique el coeficiencia de validez obtenido en el intervalo respectivo y marque con un aspa en el círculo asociado)

CATEGORÍA	INTERVALO
Desaprobado <input type="radio"/>	[0,00-0,60]
Observado <input type="radio"/>	<0,60-0,70]
Aprobado <input checked="" type="radio"/>	<0,70-1,00]

IV. CALIFICACIÓN DE APLICABILIDAD

Aprobado

Fecha: 08 / 07 / 2024



Firma del experto

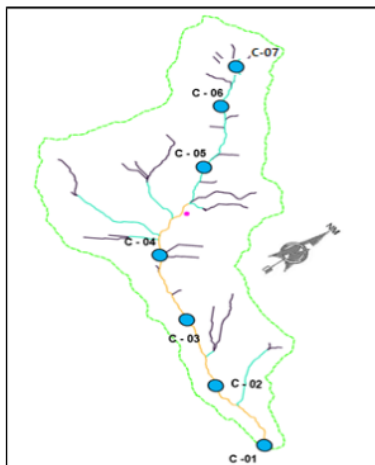


Título de tesis: Modelamiento numérico del flujo de escombros en la cuenca del río Toro, Chanchamayo - 2023.

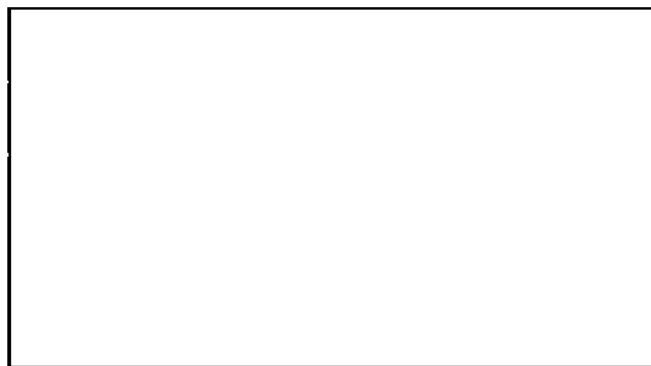
I.- INFORMACIÓN GENERAL DEL LUGAR:			
UBICACIÓN:		FECHA:	
ESTUDIO:		MUESTRA:	
DISTRITO:		LATITUD:	
PROVINCIA:		LONGITUD:	
REGION:		COTA:	

III.- INFORMACION DE CAMPO: CALICATAS Y ESTATIGRAFIA

SIMBOLO		DESCRIPCION	SUCS PREDOMINANTE	GRAFICO	PROFUNDIDAD	DESCRIPCIÓN DEL ESTRATO
SUCS	GRAFICO					
GW		GRAVA BIEN GRADADA				
GP		GRAVA MAL GRADADA				
GM		GRAVA LIMOSA				
GC		GRAVA ARCILLOSA				
SW		ARENA BIEN GRADADA				
SP		GRAVA MAL GRADADA				
SM		ARENA LIMOSA				
SC		ARENA ARCILLOSA				
ML		LIMO INORGANICO DE BAJA PLASTICIDAD				
CL		ARCILLA INORGANICO DE BAJA PLASTICIDAD				
OL		LIMO ORGANICO O ARCILLA ORGANICA DE BAJA PLASTICIDAD				
MH		LIMO INORGANICO DE ALTA PLASTICIDAD				
CH		ARCILLA INORGANICA DE ALTA PLASTICIDAD				
OH		LIMO ORGANICO O ARCILLA ORGANICO DE ALTA PLASTICIDAD				
Pt		TURBA Y OTROS SUELOS ALTAMENTE ORGANICOS				



FOTOGRAFIA DE LA CALICATA




III.- PARTICIPANTES:

Condición:	Apellidos y nombres:	N° DNI	Firma
TESISTAS	HUAMANI ESCALANTE MARLENI		
	MONAGO TARAZONA ISAIAS LUCIANO		
ASESOR:	MG. MUÑIZ PAUCARMAYTA, MARCO HERBER		

III.- VALIDADOR:

Condición:	Apellidos y nombres:	N° DNI	Firma
EXPERTO:	Dr. Ing. Anjhinson Romero Vela	43698687	


**VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS
GEOTECNICOS CON CALICATAS**


Título de tesis: Modelamiento numérico del flujo de escombros en la cuenca del río Toro, Chanchamayo - 2023.

I. DATOS GENERALES

- 1.1 **Apellido y nombre del experto:** Dr. Ing. Anjhinson Romero Vela
- 1.2 **Cargo e institución donde labora:** Contraloría General de la República
- 1.3 **Nombre del instrumento evaluado:** Ficha de recolección de datos geotécnicos con calicatas.
- 1.4 **Autor del instrumento:** Huamani Escalante Marleni - Monago Tarazona Isaías Luciano

II. ASPECTO DE LA VALIDACIÓN

INDICADORES	CRITERIOS	DEFICIENTE 1	REGULAR 2	BUENA 3	EXCELENTE 4
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado y comprensible.				✓
2. OBJETIVIDAD	Permite medir hechos observables				✓
3. ACTUALIDAD	Es adecuado para registrar las características técnicas de los equipos			✓	
4. ORGANIZACIÓN	Presentación ordenada				✓
5. SUFICIENCIA	La distribución de las calicatas en el cauce de la cuenca permiten obtener muestras de sedimentos representativos			✓	
6. PERTINENCIA	Permite recopilar datos de acuerdo a los objetivos planteados				✓
7. CONSISTENCIA	Esta basado conforme a las características de los equipos utilizados			✓	
8. COHERENCIA	Existe correspondencia entre el metodo de muestreo de suelos y los equipos utilizados				✓
9. METODOLOGÍA	El instrumento de recolección responde al propósito de la investigación			✓	
10. APLICACIÓN	Los datos obtenidos permiten la caracterización de los sedimentos de la zona de estudio				✓

CONTEO TOTAL DE MARCAS
 (Realice el conteo en cada una de las categorías de la escala)

		4	6
A	B	C	D

Coefficiente de validez = $1 \times A + 2 \times B + 3 \times C + 4 \times D = \frac{36}{40} = 0.90$

III. CALIFICACIÓN GLOBAL (Ubique el coeficiencia de validez obtenido en el intervalo respectivo y marque con un aspa en el círculo asociado)

CATEGORÍA	INTERVALO
Desaprobado <input type="radio"/>	[0,00-0,60]
Observado <input type="radio"/>	<0,60-0,70]
Aprobado <input checked="" type="radio"/>	<0,70-1,00]

IV. CALIFICACIÓN DE APLICABILIDAD

Aprobado

Fecha: 08 / 07 / 2024



Firma del experto



FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS
FOTOGRAMÉTRICOS CON DRON Y GPS DIFERENCIAL



Título de tesis: Modelamiento numérico del flujo de escombros en la cuenca del río Toro, Chanchamayo - 2023.

I.- INFORMACIÓN GENERAL DEL LUGAR:						
UBICACIÓN:		FECHA:				
DISTRITO:		ALTITUD:				
PROVINCIA:		LATITUD:				
REGION:		LONGITUD:				
II.- INFORMACIÓN TÉCNICA DEL VEHICULO AÉREO NO TRIPULADO (DRON):						
MODELO:		<i>Imagen</i>				
NÚMERO DE ROTORES:						
TIEMPO DE AUTONOMÍA:						
DIMENSIONES Y PESO:						
MÁXIMA DISTANCIA OPERATIVA:						
MÁXIMA ALTITUD OPERATIVA:						
TAMAÑO DE IMAGEN DE FOTOGRAFÍA:						
III.- INFORMACION TÉCNICA DEL GPS DIFERENCIAL:						
MODELO:		<i>Imagen</i>				
SERIE:						
PRECISIÓN POST - PROCESAMIENTO CINEMÁTICO:						
PRECISIÓN POST - PROCESAMIENTO ESTÁTICO:						
TAMAÑO Y PESO:						
TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO CON BATERIA INTERNA:						
ALMACENAMIENTO DE DATOS:						
IV.- PARÁMETROS DE VUELO:						
ALTURA DE VUELO:		TRASLAPE TRANSVERSAL:				
CONDICIÓN CLIMÁTICA:		VELOCIDAD DE VUELO:				
TRASLAPE LONGITUDINAL:		DURACIÓN DE VUELO:				
V.- PUNTOS DE CONTROL						
NÚMERO DE PUNTOS DE CONTROL:		UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE CONTROL				
LONGITUD DE LA CUENCA:						
ÁREA DE LA CUENCA:						
COORDENADAS UTM DE LOS PUNTOS DE CONTROL						
Nº PUNTO DE CONTROL	ESTE				NORTE	ELEVACION
PC-01						
PC-02						
PC-03						
PC-04						
PC-05						
PC-06						
PC-07						
VI.- PARTICIPANTES:						
Condición:	Apellidos y nombres:	Nº DNI	Firma			
OPERADOR 01:	HUAMANI ESCALANTE MARLENI					
OPERADOR 02:	MONAGO TARAZONA ISAIAS LUCIANO					
ASESOR:	MG. MUÑIZ PAUCARMAYTA, MARCO HERBER					
VII.- VALIDADOR:						
Condición:	Apellidos y nombres:	Nº DNI	Firma			
EXPERTO:	MSc. Ing. Percy Omar Torres Arias	44475757				

Título de tesis: Modelamiento numérico del flujo de escombros en la cuenca del río Toro, Chanchamayo - 2023.

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellido y nombre del experto: MSc. Ing. Percy Omar Torres Arias
- 1.2 Cargo e institución donde labora: UNISCJSA
- 1.3 Nombre del instrumento evaluado: Ficha de recolección de datos fotogramétricos con Drone y GPS diferencial
- 1.4 Autor del instrumento: Huamani Escalante Marleni - Monago Tarazona Isaías Luciano

II. ASPECTO DE LA VALIDACIÓN

INDICADORES	CRITERIOS	DEFICIENTE 1	REGULAR 2	BUENA 3	EXCELENTE 4
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado y comprensible.				✓
2. OBJETIVIDAD	Permite medir hechos observables				✓
3. ACTUALIDAD	Es adecuado para registrar las características técnicas de los equipos			✓	
4. ORGANIZACIÓN	Presentación ordenada			✓	
5. SUFICIENCIA	Comprende el registro de los equipos utilizados, técnicos operadores, áreas de estudio y puntos de control				✓
6. PERTINENCIA	Permite recopilar datos de acuerdo a los objetivos planteados				✓
7. CONSISTENCIA	Esta basado conforme a las características de los equipos utilizados			✓	
8. COHERENCIA	Existe correspondencia entre el metodo de levantamiento topográfico y los equipos utilizados				✓
9. METODOLOGÍA	El instrumento de recolección responde al propósito de la investigación				✓
10. APLICACIÓN	Los datos obtenidos permiten la representación topográfica de la zona de estudio			✓	

CONTEO TOTAL DE MARCAS (Realice el conteo en cada una de las categorías de la escala)			
A	B	C	D
		4	6

Coeficiente de validez = 1 x A + 2 x B + 3 x C + 4 x D =

$$\frac{36}{40} = 0.90$$

III. CALIFICACIÓN GLOBAL (Ubique el coeficiencia de validez obtenido en el intervalo respectivo y marque con un aspa en el círculo asociado)

CATEGORÍA	INTERVALO
Desaprobado	[0,00-0,60]
Observado	<0,60-0,70]
Aprobado	<0,70-1,00]

IV. CALIFICACIÓN DE APLICABILIDAD

Aprobado

Fecha:..19.1.07.1.2024.....

Firma del experto

Título de tesis: Modelamiento numérico del flujo de escombros en la cuenca del río Toro, Chanchamayo - 2023.

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellido y nombre del experto: [MSc. Ing. Percy Omar Torres Arias](#)
- 1.2 Cargo e institución donde labora: [UNISCJSA](#)
- 1.3 Nombre del instrumento evaluado: [Ficha de recolección de datos geotecnicos con calicatas.](#)
- 1.4 Autor del instrumento: [Huamani Escalante Marleni - Monago Tarazona Isaias Luciano](#)

II. ASPECTO DE LA VALIDACIÓN

INDICADORES	CRITERIOS	DEFICIENTE 1	REGULAR 2	BUENA 3	EXCELENTE 4
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado y Comprensible.			✓	
2. OBJETIVIDAD	Permite medir hechos observables			✓	
3. ACTUALIDAD	Es adecuado para registrar las características técnicas de los equipos		✓		
4. ORGANIZACIÓN	Presentación ordenada			✓	
5. SUFICIENCIA	La distribución de las calicatas en el cauce de la cuenca permiten obtener muestras de sedimentos representativos			✓	
6. PERTINENCIA	Permite recopilar datos de acuerdo a los objetivos planteados				✓
7. CONSISTENCIA	Esta basado conforme a las características de los equipos utilizados		✓		
8. COHERENCIA	Existe correspondencia entre el metodo de muestreo de suelos y los equipos utilizados			✓	
9. METODOLOGÍA	El instrumento de recolección responde al propósito de la investigación				✓
10. APLICACIÓN	Los datos obtenidos permiten la caracterización de los sedimentos de la zona de estudio				✓

CONTEO TOTAL DE MARCAS (Realice el conteo en cada una de las categorías de la escala)	2	5	3
A	B	C	D

Coeficiente de validez = 1 x A + 2 x B + 3 x C + 4 x D =

$$\frac{31}{40} = 0.78$$

III. CALIFICACIÓN GLOBAL (Ubique el coeficiencia de validez obtenido en el intervalo respectivo y marque con un aspa en el círculo asociado)

CATEGORÍA	INTERVALO
Desaprobado <input type="radio"/>	[0,00-0,60]
Observado <input type="radio"/>	<0,60-0,70]
Aprobado <input checked="" type="radio"/>	<0,70-1.00]

IV. CALIFICACIÓN DE APLICABILIDAD

[Aprobado](#)

Fecha: [19/07/2024](#)


Firma del experto

ANEXO 4: Resultados de laboratorio y certificados de calibración de equipos

MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA				REGISTRO DE EXCAVACION ASTM D2488 - 09a Standard Practice for Description and Identification of Soils (Visual-Manual Procedure)	
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES					
REFERENCIA N°	GEORB046102024			EXCAVACION	C-01
PETICIONARIO	"UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA SELVA CENTRAL "JUAN SANTOSA ATAHUALPA"			NIVEL FREATICO	No presenta
OBRA	SERVICIO DE MUESTREO Y ENSAYOS EN LABORATORIO PARA LA CARACTERIZACION DE SEDIMENTOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACION "MODELAMIENTO NUMERICO DEL FLUJO DE ESCOMBROS EN LA CUENCA DEL RIO TORO, CHANCHAMAYO"			TAMAÑO EXCAV	1.50
METODO DE EXCAV	MANUAL			INICIO	19/10/2024
				TERMINO	25/10/2024
				REGISTRADO POR	K.M.B.C
				REVISADO POR	K.M.B.C
PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACION		CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	DESCRIPCION Y CLASIFICACION DEL MATERIAL: COLOR, HUMEDAD NATURAL, PLASTICIDAD, ESTADO NATURAL DE COMPACTACION, FORMA DE LAS PARTICULAS, TAMAÑO MAXIMO DE PIEDRAS, PRESENCIA DE MATERIA ORGANICA, ETC.
	SIMBOLOS	GRAFICO			
0.5	SP-SM		17.52	1.859	El tipo de terreno está compuesto por Grava arena y limo, color marrón grisáceo, no presenta plasticidad, poco contenido de humedad, con presencia de bolonería de 3" a 24".
10					
15					
OBSERVACIONES:					
TIPO DE MUESTRA					
MAB: MUESTRA ALTERADA EN BOLSA					MIB: MUESTRA INALTERADA EN BLOQUE
MAS: MUESTRA ALTERADA EN SACO					MIS: MUESTRA INALTERADA EN TUBO

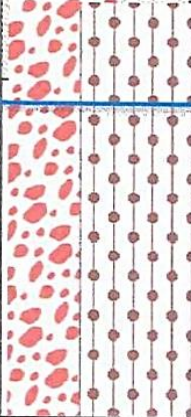
GONZALO PORTA CHUQUILLANQUI
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 303303
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

KLIDY MONICA BARBAÑ CASTRO
 INGENIERA CIVIL
 CIP. 226848
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA				REGISTRO DE EXCAVACION ASTM D2488 - 09a Standard Practice for Description and Identification of Soils (Visual-Manual Procedure)	
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES					
REFERENCIA N°	GEORB046102024			EXCAVACION	C-02
PETICIONARIO	"UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA SELVA CENTRAL "JUAN SANTOSA ATAHUALPA"			NIVEL FREATICO	No presenta
OBRA	SERVICIO DE MUESTREO Y ENSAYOS EN LABORATORIO PARA LA CARACTERIZACIÓN DE SEDIMENTOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN "MODELAMIENTO NUMÉRICO DEL FLUJO DE ESCOMBROS EN LA CUENCA DEL RIO TORO, CHANCHAMAYO"			TAMAÑO EXCAV	1.50
METODO DE EXCAV	MANUAL			INICIO	19/10/2024
				TERMINO	25/10/2024
				REGISTRADO POR	K.M.B.C
				REVISADO POR	K.M.B.C
PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACION		CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	DESCRIPCION Y CLASIFICACION DEL MATERIAL : COLOR, HUMEDAD NATURAL, PLASTICIDAD, ESTADO NATURAL DE COMPACTIDAD, FORMA DE LAS PARTICULAS, TAMAÑO MAXIMO DE PIEDRAS, PRESENCIA DE MATERIA ORGANICA, ETC.
	SIMBOLOS	GRAFICO			
0.5	SP-SM		15.23	1943	El tipo de terreno está compuesto por Grava arena y limo, color marrón grisáceo, no presenta plasticidad, poco contenido de humedad, con presencia de boloneria de 3" a 12".
10					
15					
OBSERVACIONES:					
TIPO DE MUESTRA					
MAB: MUESTRA ALTERADA EN BOLSA				MIB: MUESTRA INALTERADA EN BLOQUE	
MAS: MUESTRA ALTERADA EN SACO				MIS: MUESTRA INALTERADA EN TUBO	



JHON I. PORTA CHUQUILLANQUI
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 303303
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO


KLEYDY MONICA BARBARÁN CASTRO
 INGENIERA CIVIL
 CIP. 226848
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA				REGISTRO DE EXCAVACION ASTM D2488 - 09a Standard Practice for Description and Identification of Soils (Visual-Manual Procedure)		
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES						
REFERENCIA N°	GEORB046102024				EXCAVACION	C-03
PETICIONARIO	"UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA SELVA CENTRAL "JUAN SANTOSA ATAHUALPA"				NIVEL FREATICO	0.4
OBRA	SERVICIO DE MUESTREO Y ENSAYOS EN LABORATORIO PARA LA CARACTERIZACIÓN DE SEDIMENTOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN "MODELAMIENTO NUMÉRICO DEL FLUJO DE ESCOMBROS EN LA CUENCA DEL RIO TORO, CHANCHAMAYO"				TAMAÑO EXCAV	1.50
METODO DE EXCAV	MANUAL				INICIO	19/10/2024
					TERMINO	25/10/2024
					REGISTRADO POR	K.M.B.C
					REVISADO POR	K.M.B.C
PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACION		CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	DESCRIPCION Y CLASIFICACION DEL MATERIAL : COLOR, HUMEDAD NATURAL, PLASTICIDAD, ESTADO NATURAL DE COMPACTACION, FORMA DE LAS PARTICULAS, TAMAÑO MAXIMO DE PIEDRAS, PRESENCIA DE MATERIA ORGANICA, ETC.	
	SIMBOLOS	GRAFICO				
0.4						
0.5						
10	GP-GM		14.98	1912	El tipo de terreno está compuesto por Grava arena y limo, color marrón, no presenta plasticidad, poco contenido de humedad, con presencia de boloneria de 3" a 9".	
15						
OBSERVACIONES:						
TIPO DE MUESTRA						
MAB: MUESTRA ALTERADA EN BOLSA					MIB: MUESTRA INALTERADA EN BLOQUE	
MAS: MUESTRA ALTERADA EN SACO					MIS: MUESTRA INALTERADA EN TUBO	


HON. I. PORTA CHUQUILLANQUI
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 303303
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO


KLIBY MONICA BARABAN CASTRO
 INGENIERA CIVIL
 CIP. 226848
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

M MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA				REGISTRO DE EXCAVACION ASTM D2488 - 09a Standard Practice for Description and Identification of Soils (Visual-Manual Procedure)		
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES						
REFERENCIA N°	GEORB046102024				EXCAVACION	C-04
PETICIONARIO	"UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA SELVA CENTRAL "JUAN SANTOSA ATAHUALPA"				NIVEL FREATICO	0.4
OBRA	SERVICIO DE MUESTREO Y ENSAYOS EN LABORATORIO PARA LA CARACTERIZACIÓN DE SEDIMENTOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN "MODELAMIENTO NUMÉRICO DEL FLUJO DE ESCOMBROS EN LA CUENCA DEL RIO TORO, CHANCHAMAYO"				TAMAÑO EXCAV	1.50
METODO DE EXCAV	MANUAL				INICIO	19/10/2024
					TERMINO	25/10/2024
					REGISTRADO POR	K.M.B.C
					REVISADO POR	K.M.B.C
PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACION		CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	DESCRIPCION Y CLASIFICACION DEL MATERIAL : COLOR, HUMEDAD NATURAL, PLASTICIDAD, ESTADO NATURAL DE COMPACIDAD, FORMA DE LAS PARTICULAS, TAMAÑO MAXIMO DE PIEDRAS, PRESENCIA DE MATERIA ORGANICA, ETC.	
	SIMBOLOS	GRAFICO				
0.4						
0.5						
10	GW		15.61	1951	El tipo de terreno está compuesto por Grava arena y limo, color gris oscuro, no presenta plasticidad, poco contenido de humedad, con presencia de bolonería de 3" a 12".	
15						
OBSERVACIONES:						
TIPO DE MUESTRA						
M AB: MUESTRA ALTERADA EN BOLSA					M IB: MUESTRA INALTERADA EN BLOQUE	
M AS: MUESTRA ALTERADA EN SACO					M IS: MUESTRA INALTERADA EN TUBO	



JHON I. PORTA CHUQUILLANQUI
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 303303
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO


ALADY MONICA BARBARAN CASTRO
 INGENIERA CIVIL
 CIP. 225848
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA					REGISTRO DE EXCAVACION ASTM D2488 - 09a Standard Practice for Description and Identification of Soils (Visual-Manual Procedure)	
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES						
REFERENCIA N°	GEORB046102024				EXCAVACION	C-05
PETICIONARIO	"UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA SELVA CENTRAL "JUAN SANTOSA ATAHUALPA"				NIVEL FREATICO	No presenta
OBRA	SERVICIO DE MUESTREO Y ENSAYOS EN LABORATORIO PARA LA CARACTERIZACION DE SEDIMENTOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACION "MODELAMIENTO NUMERICO DEL FLUJO DE ESCOMBROS EN LA CUENCA DEL RIO TORO, CHANCHAMAYO"				TAMANO EXCAV	1.50
					INICIO	19/10/2024
					TERMINO	25/10/2024
					REGISTRADO POR	K.M.B.C
					REVISADO POR	K.M.B.C
METODO DE EXCAV	MANUAL					
PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACION		CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	DENSIDAD SECA (gf/cm³)	DESCRIPCION Y CLASIFICACION DEL MATERIAL : COLOR, HUMEDAD NATURAL, PLASTICIDAD, ESTADO NATURAL DE COMPACTACION, FORMA DE LAS PARTICULAS, TAMAÑO MAXIMO DE PIEDRAS, PRESENCIA DE MATERIA ORGANICA, ETC.	
	SIMBOLOS	GRAFICO				
0.3	GM-GW		17.23	180	El tipo de terreno está compuesto por Grava arena y limo, color marrón, no presenta plasticidad, poco contenido de humedad, con presencia de boloneria de 5" a 7".	
0.5						
10	GM-GW		16.84	1795	El tipo de terreno está compuesto por Grava arena y limo, color gris oscuro, no presenta plasticidad, poco contenido de humedad, con presencia de boloneria de 8" a 12".	
15						
OBSERVACIONES:						
TIPO DE MUESTRA						
MAB: MUESTRA ALTERADA EN BOLSA					MIB: MUESTRA INALTERADA EN BLOQUE	
MAS: MUESTRA ALTERADA EN SACO					MIS: MUESTRA INALTERADA EN TUBO	


JHON L. PORTA CHUQUILLANQUI
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 303303
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

KLIDY MONICA BARBRAN CASTRO
 INGENIERA CIVIL
 CIP. 226848
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA				REGISTRO DE EXCAVACION ASTM D2488 - 09a Standard Practice for Description and Identification of Soils (Visual-Manual Procedure)		
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES						
REFERENCIA N°	GEORB046102024				EXCAVACION	C-06
PETICIONARIO	"UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA SELVA CENTRAL "JUAN SANTOSA ATAHUALPA"				NIVEL FREATICO	No presenta
OBRA	SERVICIO DE MUESTREO Y ENSAYOS EN LABORATORIO PARA LA CARACTERIZACIÓN DE SEDIMENTOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN "MODELA MIENTO NUMÉRICO DEL FLUJO DE ESCOMBROS EN LA CUENCA DEL RIO TORO, CHANCHAMA YO"				TAMAÑO EXCAV	1.50
METODO DE EXCAV	MANUAL				INICIO	19/10/2024
					TERMINO	25/10/2024
					REGISTRADO POR	K.M.B.C
					REVISADO POR	K.M.B.C
PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACION		CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	DESCRIPCION Y CLASIFICACION DEL MATERIAL : COLOR, HUMEDAD NATURAL, PLASTICIDAD, ESTADO NATURAL DE COMPACIDAD, FORMA DE LAS PARTICULAS, TAMAÑO MAXIMO DE PIEDRAS, PRESENCIA DE MATERIA ORGANICA, ETC.	
	SIMBOLOS	GRAFICO				
0.5	ML		17.49	1728	El tipo de terreno está compuesto por Limo Arcilloso, color gris oscuro, no presenta plasticidad, poco contenido de humedad, sin presencia de boloneria.	
10						
15						
OBSERVACIONES:						
TIPO DE MUESTRA						
MAB: MUESTRA ALTERADA EN BOLSA			MIB: MUESTRA INALTERADA EN BLOQUE			
MAS: MUESTRA ALTERADA EN SACO			MIS: MUESTRA INALTERADA EN TUBO			


JHON L. PORTA CHUQUILLANQUI
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 303303
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO


KLIDMONICA BARBARAN CASTRO
 INGENIERA CIVIL
 CIP. 226848
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA					REGISTRO DE EXCAVACION ASTM D2488 - 09a Standard Practice for Description and Identification of Soils (Visual-Manual Procedure)	
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES						
REFERENCIA N°	GEORB046102024				EXCAVACION	C-07
PETICIONARIO	"UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA SELVA CENTRAL "JUAN SANTOSA ATAHUALPA"				NIVEL FREATICO	No presenta
OBRA	SERVICIO DE MUESTREO Y ENSAYOS EN LABORATORIO PARA LA CARACTERIZACION DE SEDIMENTOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACION "MODELAMIENTO NUMERICO DEL FLUJO DE ESCOMBROS EN LA CUENCA DEL RIO TORO, CHANCHAMAYO"				TAMAÑO EXCAV	1.50
					INICIO	19/10/2024
					TERMINO	25/10/2024
					REGISTRADO POR	K.M.B.C
					REVISADO POR	K.M.B.C
METODO DE EXCAV MANUAL						
PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACION		CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	DESCRIPCION Y CLASIFICACION DEL MATERIAL: COLOR, HUMEDAD NATURAL, PLASTICIDAD, ESTADO NATURAL DE COMPACTACION, FORMA DE LAS PARTICULAS, TAMAÑO MAXIMO DE PIEDRAS, PRESENCIA DE MATERIA ORGANICA, ETC.	
	SIMBOLOS	GRAFICO				
0.5	SM		18.49	1456	El tipo de terreno está compuesto por Grava arena y limo, color marrón rojizo, no presenta plasticidad, poco contenido de humedad, con presencia de boloneria de 3" a 9".	
10						
15						
OBSERVACIONES:						
TIPO DE MUESTRA						
MAB: MUESTRA ALTERADA EN BOLSA					MIB: MUESTRA INALTERADA EN BLOQUE	
MAS: MUESTRA ALTERADA EN SACO					MIS: MUESTRA INALTERADA EN TUBO	


MONTSE RATA CHUQUILLANQUI
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 303303
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO


KLIDY MONICA BARBARAN CASTRO
 INGENIERA CIVIL
 CIP. 226848
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO

GEORB4625102024

Informe : GEORB4625102024
 Peticionario : "UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA SELVA CENTRAL "JUAN SANTOSA ATAI"
 Proyecto/Obra : SERVICIO DE MUESTREO Y ENSAYOS EN LABORATORIO PARA LA CARACTERIZACIÓN DE SEDIMENTOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN "MODELAMIENTO NUMÉRICO DEL FLUJO DE ESCOMBROS EN LA CUENCA DEL RIO TORO Y CHANCAY"
 Atención : GEOCONSULT RB SAC
 Fecha de recepción : domingo, 20 de Octubre de 2024
 Fecha de emisión : viernes, 25 de Octubre de 2024

ANALISIS GRANULOMETRICO NTP 339,128 - ASTM D422

Código ASTM D422-63(2007)e2
 Título Standar Test Method for Particle-Size Analysis of Soils (Withdrawn 2016)

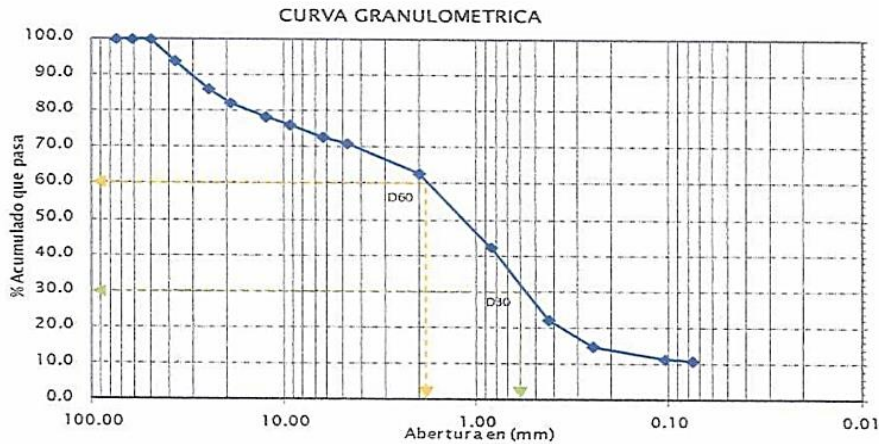
Código NTP 339.128:1999 (revisada el 2014)
 Título SUELOS. Metodo de ensayo para el analisis granulometrico. 1ª Edición. Reemplaza a la NTP 339.128:1999

LIMITES DE CONSISTENCIA NTP 339,129 - ASTM D4318

Código ASTM D4318 - 10e1
 Título Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils

NTP 339.129:1999 (revisada el 2014)
 SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos. 1ª Edición. Reemplaza a la NTP 339.129:1999 NTP 339.130:1999 (revisada el 2014)

Tamiz	Abertura	%Acum.
3"	75.00	100.0
2 1/2"	62.00	100.0
2"	50.00	100.0
1 1/2"	37.50	93.9
1"	25.00	85.8
3/4"	19.00	82.2
1/2"	12.50	78.2
3/8"	9.50	76.3
1/4"	6.30	72.7
Nº4	4.75	71.0
Nº10	2.00	62.6
Nº20	0.85	42.7
Nº40	0.43	22.1
Nº60	0.25	14.9
Nº140	0.106	11.5
Nº200	0.075	11.2

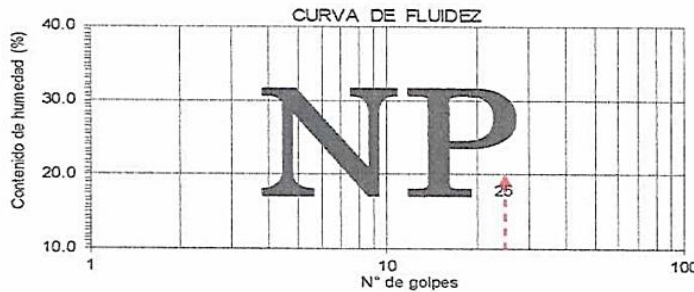


%GRAVA	29.02	%ARENA	59.78	%FINO	IL20
--------	-------	--------	-------	-------	------

Lim. Liquido

Nº GOL	w (%)

Lim. Plastico



LIMITE LIQUIDO	NP
LIMITE PLASTICO	NP
INDICE PLASTICO	---
CLASIF. SUCS :	SP - SM
ARENA MAL GRADADA CON LIMO Y GRAVA	
CLASIF. AASHTO :	A-1-b (0)
CONT. HUMEDAD (%)	17.52

Lugar	UO TORO Y CHANCAY
Muestra	C-01
Estrato	0.00 - 0.50
Profundidad (m)	0.50 m

OBSERVACIONES : Muestras provista e identificada por el interesado

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio salvo que la reproducción sea en su totalidad. (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP 004: 1993)

EQUIPO UTILIZADO:

Tamices ESTANDAR TEST SIEVE ASTM E-11 ESPECIFICATION (FORNEY)
 Cazuela de casagrande con contador de golpes, Marca PYS105, Serie Nº 144
 Estufa utilizada: Modelo STHX-2A-120°C, Serie 190340 - Calibrada por Arsou Group (Certificado de Calibración Nº521-065-2021)
 Balanza OHAUS SE601F, Nº Serie B832476268 - 6000gr. Calibrada por Arsou Group (Certificado de Calibración Nº522-065-2021)

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO

GEORB4625102024

Informe : GEORB4625102024
 Peticionario : "UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA SELVA CENTRAL "JUAN SANTOSA ATAHUALPA"
 Proyecto/Obra : SERVICIO DE MUESTREO Y ENSAYOS EN LABORATORIO PARA LA CARACTERIZACIÓN DE SEDIMENTOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN "MODELAMIENTO NUMÉRICO DEL FLUJO DE ESCOMBROS EN LA CUENCA DEL RIO TORO, CHANCHAMAYO"
 Fecha de recepción : domingo, 20 de Octubre de 2024
 Fecha de emisión : viernes, 25 de Octubre de 2024

ANALISIS GRANULOMETRICO NTP 339,128 - ASTM D422

Código ASTM D422-63(2007)e2
 Título Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils (Withdrawn 2016)

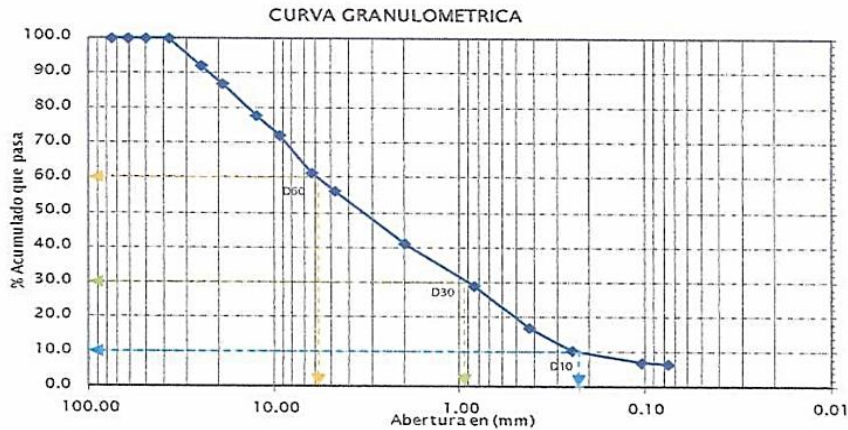
Código NTP 339.128:1999 (revisada el 2014)
 Título SUELOS. Metodo de ensayo para el analisis granulometrico. 1ª Edición. Reemplaza a la NTP 339.128:1999

LIMITES DE CONSISTENCIA NTP 339,129 - ASTM D4318

Código ASTM D4318 - 10e1
 Título Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils

NTP 339.129:1999 (revisada el 2014)
 SUELOS. Método de ensayo para determinar el limite liquido, limite plástico e índice de plasticidad de suelos. 1ª Edición. Reemplaza a la NTP 339.129:1999
 NTP 339.130:1999 (revisada el 2014)

Tamiz	Abertura	%Acum.
3"	75.00	100.0
2 1/2"	62.00	100.0
2"	50.00	100.0
1 1/2"	37.50	100.0
1"	25.00	92.3
3/4"	19.00	86.7
1/2"	12.50	77.8
3/8"	9.50	72.4
1/4"	6.30	61.6
Nº4	4.75	56.4
Nº10	2.00	41.4
Nº20	0.85	29.0
Nº40	0.43	17.0
Nº60	0.25	10.5
Nº140	0.106	7.1
Nº200	0.075	6.8

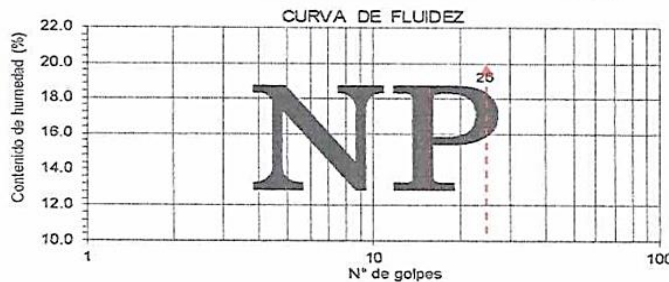


%GRAVA	43.57	%ARENA	49.67	%FINO	6.76
--------	-------	--------	-------	-------	------

Lim. Liquido

Nº GOL	w (%)

Lim. Plástico



LIMITE LIQUIDO	NP
LIMITE PLASTICO	NP
INDICE PLASTICO	---
CLASIF. SUCS :	SP - SM
ARENA MAL GRADADA CON LIMO Y GRAVA	
CLASIF. AASHTO :	A-1-a (0)
CONT. HUMEDAD (%)	15.23

Lugar	PUENTE SAN CARLOS
Muestra	C-02
Estrato	0.00- 1.50
Profundidad (m)	1.50 m

OBSERVACIONES : Muestras provista e identificada por el interesado
 El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio salvo que la reproducción sea en su totalidad. (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP 004: 1993)

EQUIPO UTILIZADO:

Tamices ESTANDAR TEST SIEVE ASTM E-11 ESPECIFICACION (FORNEY)
 Cazuela de casagrande con contador de golpes, Marca PYS105, Serie Nº 144
 Estufa utilizada: Modelo STHX-2A-120°C, Serie 190340 - Calibrada por Arsou Group (Certificado de Calibracion Nº521-065-2021)
 Balanza OHAUS SE6001F, Nº Serie BS32476268 - 6000gr. Calibrada por Arsou Group (Certificado de Calibracion Nº522-065-2021)

JHONNY PORTA CHUQUILLANQUI
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 303303
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE
 SUELOS Y CONCRETO

KATTY MONICA BARABAN CASTRO
 INGENIERA CIVIL
 CIP. 226848
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE
 SUELOS Y CONCRETO

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO



GEORB4625102024

Informe : GEORB4625102024
 Peticionario : "UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA SELVA CENTRAL "JUAN SANTOSA ATAHUALPA"
 Proyecto/Obra : SERVICIO DE MUESTREO Y ENSAYOS EN LABORATORIO PARA LA CARACTERIZACIÓN DE SEDIMENTOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN "MODELAMIENTO NUMÉRICO DEL FLUJO DE ESCOMBROS EN LA CUENCA DEL RIO TORO, CHANCHAMAYO"
 Fecha de recepción : domingo, 20 de Octubre de 2024
 Fecha de emisión : viernes, 25 de Octubre de 2024

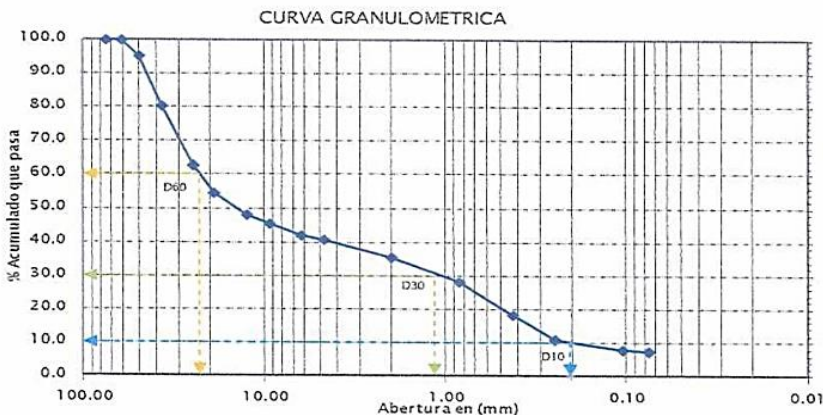
ANALISIS GRANULOMETRICO NTP 339,128 - ASTM D422

Código ASTM D422-63(2007)e2 Código NTP 339.128:1999 (revisada el 2014)
 Título Standar Test Method for Particle-Size Analysis of Soils Título SUELOS. Método de ensayo para el analisis granulometrico. 1ª Edicion.
 (Withdrawn 2016) Reemplaza a la NTP 339.128:1999

LIMITES DE CONSISTENCIA NTP 339,129 - ASTM D4318

Código ASTM D4318 - 10e1 NTP 339.129:1999 (revisada el 2014)
 Título Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos. 1ª Edición. Reemplaza a la NTP 339.129:1999 NTP 339.130:1999 (revisada el 2014)

Tamiz	Abertura	% Acum.
3"	75.00	100.0
2 1/2"	62.00	100.0
2"	50.00	95.0
1 1/2"	37.50	80.6
1"	25.00	62.6
3/4"	19.00	54.4
1/2"	12.50	48.2
3/8"	9.50	45.6
1/4"	6.30	42.2
Nº4	4.75	40.6
Nº10	2.00	35.4
Nº20	0.85	28.1
Nº40	0.43	18.5
Nº60	0.25	10.9
Nº140	0.106	7.9
Nº200	0.075	7.6

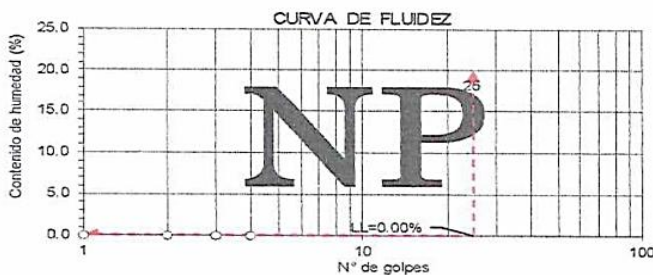


%GRAVA	59.45	%ARENA	32.97	%FINO	7.59
--------	-------	--------	-------	-------	------

Lim. Liquido

Nº GOL	w (%)

Lim. Plastico



LIMITE LIQUIDO	NP
LIMITE PLASTICO	NP
INDICE PLASTICO	---
CLASIF. SUCS :	GP · GM
GRAVA MAL GRADADA CON LIMO Y ARENA	
CLASIF. AASHTO :	A-1-a (0)
CONT. HUMEDAD (%)	14.98

Lugar	DEFENSA RIBERENA
Muestra	C-03
Estrato	0.00 - 0.60
Profundidad (m)	0.60 m

OBSERVACIONES : Muestras provista e identificada por el interesado
 El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio salvo que la reproducción sea en su totalidad.
 (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP 004: 1993)

EQUIPO UTILIZADO:

Tarrices ESTANDAR TEST SIEVE ASTM E-11 ESPECIFICACION (FORNEY)
 Cazuela de casagrande con contador de golpes, Marca PYS105, Serie Nº 144
 Estufa utilizada: Modelo STHX-2A-120°C, Serie 190340 - Calibrada por Arsou Group (Certificado de Calibración Nº521-065-2021)
 Balanza OHAUS SE6001F, Nº Serie B832476268 - 6000gr. Calibrada por Arsou Group (Certificado de Calibración Nº522-065-2021)

THON PORTA CHUQUILLANQUI
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 303303
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

KLUDY MONICA BARBARÁN CASTRO
 INGENIERA CIVIL
 CIP. 226848
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO

GEORB4628102024

Informe : GEORB4628102024
 Peticionario : "UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA SELVA CENTRAL "JUAN SANTOSA ATAHUAL"
 Proyecto/Obra : SERVICIO DE MUESTREO Y ENSAYOS EN LABORATORIO PARA LA CARACTERIZACIÓN DE SEDIMENTOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN "MODELAMIENTO NUMÉRICO DEL FLUJO DE ESCOMBROS EN LA CUENCA DEL RIO TORO, CHANCHAMAYO"
 Fecha de recepción : domingo, 20 de Octubre de 2024
 Fecha de emisión : lunes, 28 de Octubre de 2024

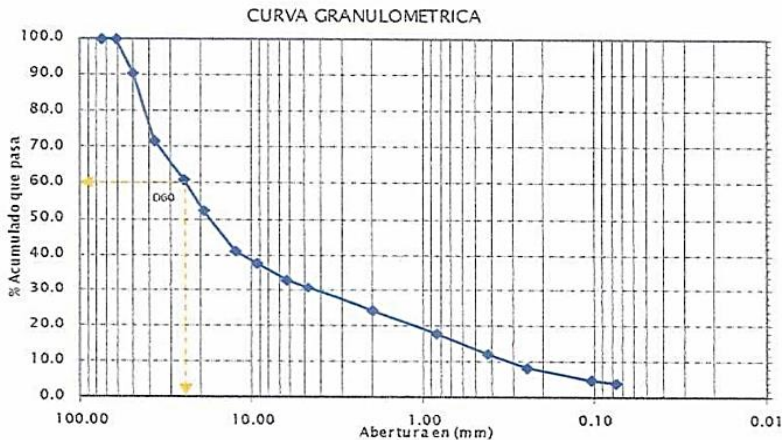
ANALISIS GRANULOMETRICO NTP 339,128 - ASTM D422

Código ASTM D422-63(2007)e2 Código NTP 339.128:1999 (revisada el 2014)
 Título Standard Test Method for Particle Size Analysis of Soils Título SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico. 1ª Edición.
 (Withdrawn 2016) Reemplaza a la NTP 339.128:1999

LIMITES DE CONSISTENCIA NTP 339,129 - ASTM D4318

Código ASTM D4318 - 10e1 NTP 339.129:1999 (revisada el 2014)
 Título Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos. 1ª Edición. Reemplaza a la NTP 339.129:1999 NTP 339.130:1999 (revisada el 2014)

Tamiz	Abertura	% Acum.
3"	75.00	100.0
2 1/2"	62.00	100.0
2"	50.00	90.5
1 1/2"	37.50	71.9
1"	25.00	61.0
3/4"	19.00	52.6
1/2"	12.50	41.1
3/8"	9.50	37.7
1/4"	6.30	32.9
Nº4	4.75	30.7
Nº10	2.00	24.2
Nº20	0.85	17.7
Nº40	0.43	12.1
Nº60	0.25	8.4
Nº140	0.106	4.8
Nº200	0.075	4.2

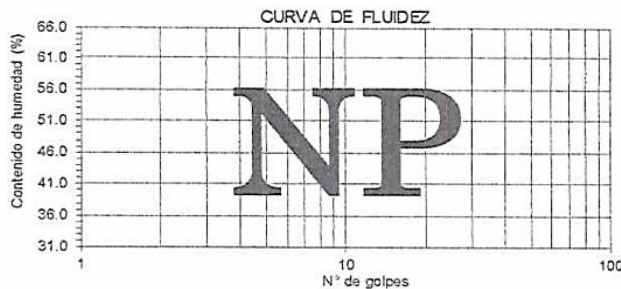


% GRAVA 69.34 % ARENA 26.45 % FINO 4.21

Lim. Líquido

Nº GOL	w (%)

Lim. Plástico



LIMITE LIQUIDO	NP
LIMITE PLASTICO	NP
INDICE PLASTICO	---
CLASIF. SUCS :	GW
GRAVA BIEN GRADADA CON ARENA	
CLASIF. AASHTO :	A-1-a (0)
CONT. HUMEDAD (%)	15.61

Lugar	DEFENSA RIBERENA
Muestra	C-04
Estrato	0.00 - 1.50
Profundidad (m)	1.50 m

OBSERVACIONES : Muestras provista e identificada por el interesado
 El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio salvo que la reproducción sea en su totalidad. (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP 004: 1993)

EQUIPO UTILIZADO:

Tamices ESTANDAR TEST SIEVE ASTM E-11 ESPECIFICACION (FORNEY)
 Cazuela de casagrande con contador de golpes, Marca PYS105, Serie Nº 144
 Estufa utilizada: Modelo SH-X-2A-120°C, Serie 190340 - Calibrada por Arsou Group (Certificado de Calibración Nº521-065-2021)
 Balanza OHAUS SE6001F, Nº Serie B832476268 - 6000gr. Calibrada por Arsou Group (Certificado de Calibración Nº522-065-2021)

JHON PORTA CHUQUILLANQUI
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 303303
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

KLIDY MÓNICA BARBAÁN CASTRO
 INGENIERA CIVIL
 CIP. 226848
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO

GEORB4625102024

Informe : GEORB4625102024
 Peticionario : "UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA SELVA CENTRAL "JUAN SANTOSA ATAHUA"
 Proyecto/Obra : SERVICIO DE MUESTREO Y ENSAYOS EN LABORATORIO PARA LA CARACTERIZACIÓN DE SEDIMENTOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN "MODELAMIENTO NUMÉRICO DEL FLUJO DE ESCOMBROS EN LA CUENCA DEL RIO TORO, CHANCHAMAYO"
 Fecha de recepción : domingo, 20 de Octubre de 2024
 Fecha de emisión : viernes, 25 de Octubre de 2024

ANALISIS GRANULOMETRICO NTP 339,128 - ASTM D422

Código ASTM D422-63(2007)e2
 Título #;REF:

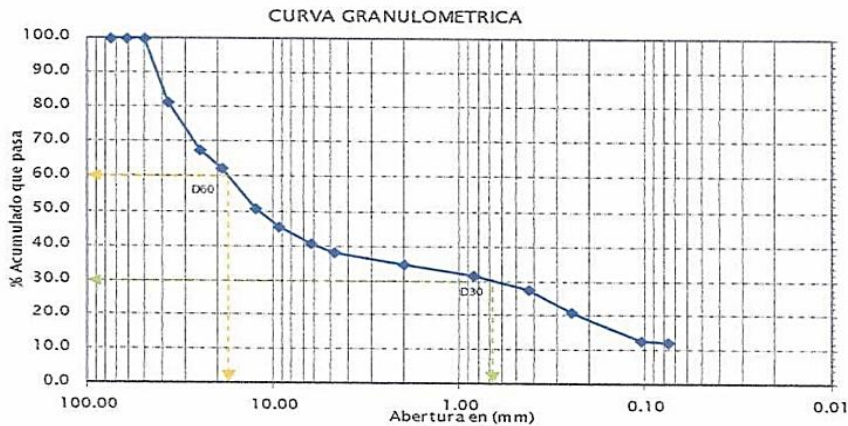
Código NTP 339.128:1999 (revisada el 2014)
 Título SUELOS. Metodo de ensayo para el analisis granulometrico. 1ª Edición. Reemplaza a la NTP 339.128:1999

LIMITES DE CONSISTENCIA NTP 339,129 - ASTM D4318

Código ASTM D4318 - 10e1
 Título Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils

NTP 339.129:1999 (revisada el 2014)
 SUELOS. Método de ensayo para determinar el limite liquido, limite plástico e indice de plasticidad de suelos. 1ª Edición. Reemplaza a la NTP 339.129:1999
 NTP 339.130:1999 (revisada el 2014)

Tamiz	Abertura	%Acum.
3"	75.00	100.0
2 1/2"	62.00	100.0
2"	50.00	100.0
1 1/2"	37.50	81.3
1"	25.00	67.3
3/4"	19.00	62.3
1/2"	12.50	50.5
3/8"	9.50	45.3
1/4"	6.30	40.6
N°4	4.75	38.2
N°10	2.00	34.5
N°20	0.85	31.8
N°40	0.43	27.8
N°60	0.25	20.8
N°140	0.106	12.9
N°200	0.075	12.2

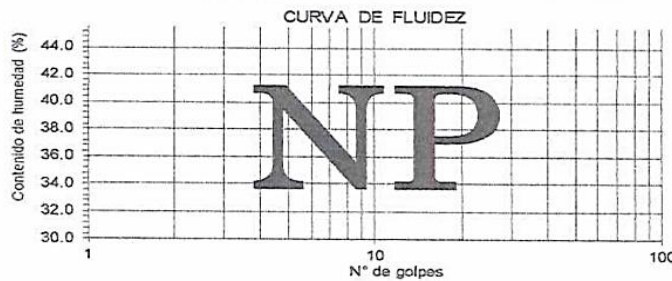


%GRAVA	61.76	%ARENA	26.09	%FINO	12.15
--------	-------	--------	-------	-------	-------

Lim. Liquido

N° GOL	w (%)

Lim. Plastico



LIMITE LIQUIDO	NP
LIMITE PLASTICO	NP
INDICE PLASTICO	---
CLASIF. SUCS :	GM
GRAVA LIMOSA CON ARENA	
CLASIF. AASHTO :	A-1-a (0)
CONT. HUMEDAD (%)	17.23

Lugar	CAUCE RIO TORO
Muestra	C-05A
Estrato	0.00 - 0.30
Profundidad (m)	0.30 m

OBSERVACIONES

: Muestras provista e identificada por el interesado

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio salvo que la reproducción sea en su totalidad. (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP 004: 1993)

EQUIPO UTILIZADO:

Tamices ESTANDAR TEST SIEVE ASTM E-11 ESPECIFICACION (FORNEY)
 Cazuela de casagrande con contador de golpes, Marca PYS105, Serie N° 144
 Estufa utilizada: Modelo STHX-2A-120°C, Serie 190340 - Calibrada por Arsou Group (Certificado de Calibración N°521-065-2021)
 Balanza OHAUS SE6001F, N° Serie B832476268 - 6000gr. Calibrada por Arsou Group (Certificado de Calibración N°522-065-2021)

MONTY PORTA CHUQUILLANQUI
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 303303
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

KLIDY MONICA BARBARAN CASTRO
 INGENIERA CIVIL
 CIP. 226848
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO

GEORB4625102024

Informe : GEORB4625102024
 Peticionario : "UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA SELVA CENTRAL "JUAN SANTOSA ATAHUA"
 Proyecto/Obra : SERVICIO DE MUESTREO Y ENSAYOS EN LABORATORIO PARA LA CARACTERIZACIÓN DE SEDIMENTOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN "MODELAMIENTO NUMÉRICO DEL FLUJO DE ESCOMBROS EN LA CUENCA DEL RIO TORO, CHANCHAMAYO"
 Fecha de recepción : domingo, 20 de Octubre de 2024
 Fecha de emisión : viernes, 25 de Octubre de 2024

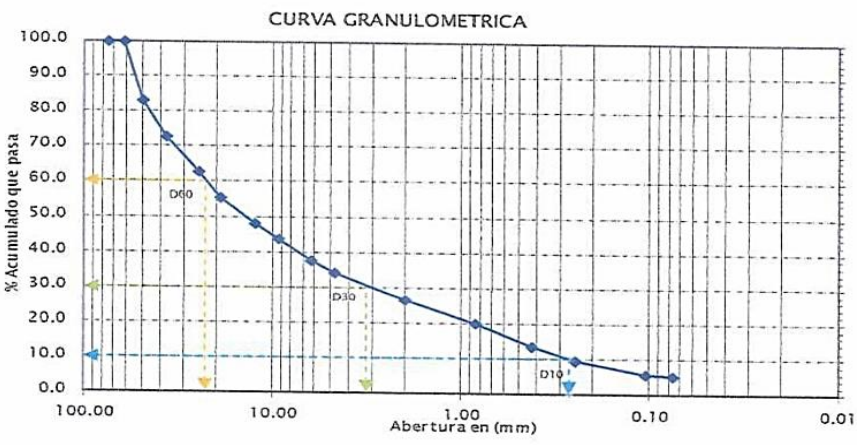
ANALISIS GRANULOMETRICO NTP 339,128 - ASTM D422

Código ASTM D422-63(2007)e2 Código NTP 339.128:1999 (revisada el 2014)
 Título 9833 Título SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico. 1ª Edición. Reemplaza a la NTP 339.128:1999

LIMITES DE CONSISTENCIA NTP 339,129 - ASTM D4318

Código ASTM D4318 - 10e1 NTP 339.129:1999 (revisada el 2014)
 Título Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos. 1ª Edición. Reemplaza a la NTP 339.129:1999
 NTP 339.130:1999 (revisada el 2014)

Tamiz	Abertura	%Acum.
3"	75.00	100.0
2 1/2"	62.00	100.0
2"	50.00	82.9
1 1/2"	37.50	72.8
1"	25.00	62.8
3/4"	19.00	55.4
1/2"	12.50	48.0
3/8"	9.50	43.9
1/4"	6.30	37.5
Nº4	4.75	34.5
Nº10	2.00	26.6
Nº20	0.85	20.2
Nº40	0.43	13.7
Nº60	0.25	9.6
Nº140	0.106	5.9
Nº200	0.075	5.3

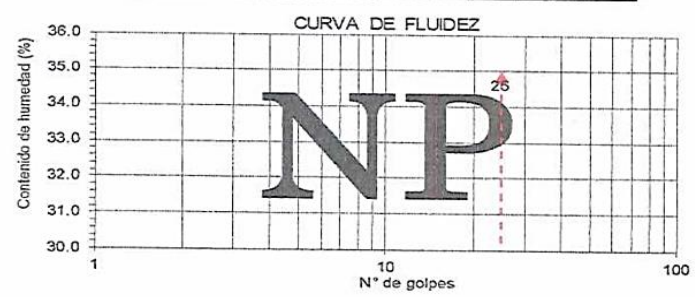


%GRAVA	65.53	%ARENA	29.12	%FINO	5.35
--------	-------	--------	-------	-------	------

Lim. Liquido

Nº GOL	w (%)

Lim. Plastico



LIMITE LIQUIDO	NP
LIMITE PLASTICO	NP
INDICE PLASTICO	---
CLASIF. SUCS :	CL · ML
GRAVA BIEN GRADADA CON LIMO Y ARENA	
CLASIF. AASHTO :	A-1-a (0)
CONT. HUMEDAD (%)	16.84

Lugar	CAUCE RIO TORO
Muestra	C-05B
Estrato	0.30 -0.70
Profundidad (m)	0.40 m

OBSERVACIONES : Muestras provista e identificada por el interesado
 El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio salvo que la reproducción sea en su totalidad. (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP 004: 1993)

EQUIPO UTILIZADO:
 Tarrices ESTANDAR TEST SIEVE ASTM E-11 ESPECIFICACION (FORNEY)
 Cazuela de casagrande con contador de golpes, Marca PYS105, Serie Nº 144
 Estufa utilizada: Modelo STHX-2A-120°C, Serie 190340 - Calibrada por Arsou Group (Certificado de Calibración Nº521-065-2020)
 Balanza OHAUS S6001F, Nº Serie B832476268 - 6000gr. Calibrada por Arsou Group (Certificado de Calibración Nº522-065-2020)

JHON I. PORTA CHUQUILLANQUI
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 303303
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

KLIDY MONICA BARABAN CASTRO
 INGENIERA CIVIL
 CIP. 226848
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO

GEORB4625102024

Informe : GEORB4625102024
 Peticionario : "UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA SELVA CENTRAL "JUAN SANTOSA ATAHUAI"
 Proyecto/Obra : SERVICIO DE MUESTREO Y ENSAYOS EN LABORATORIO PARA LA CARACTERIZACIÓN DE SEDIMENTOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN "MODELAMIENTO NUMÉRICO DEL FLUJO DE ESCOMBROS EN LA CUENCA DEL RIO TORO, CHANCHAMAYO"
 Fecha de recepción : domingo, 20 de Octubre de 2024
 Fecha de emisión : viernes, 25 de Octubre de 2024

ANALISIS GRANULOMETRICO NTP 339,128 - ASTM D422

Código ASTM D422-63(2007)e2
 Título 9833

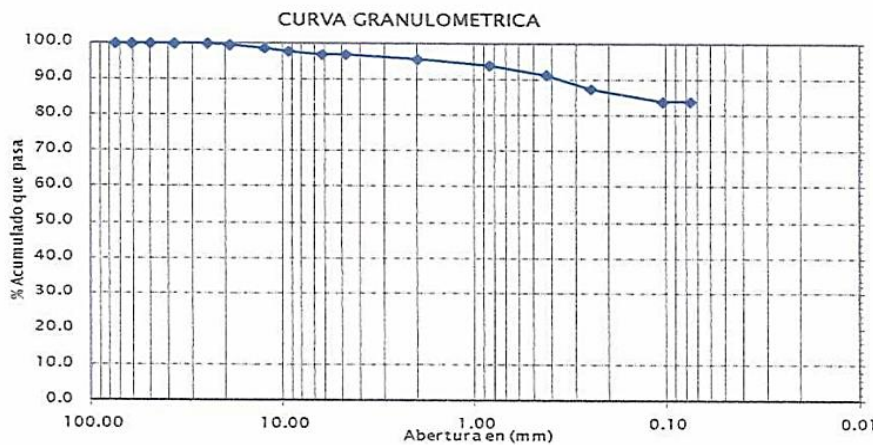
Código NTP 339.128:1999 (revisada el 2014)
 Título SUELOS. Metodo de ensayo para el analisis granulometrico. 1ª Edicion.
 Reemplaza a la NTP 339.128:1999

LIMITES DE CONSISTENCIA NTP 339,129 - ASTM D4318

Código ASTM D4318 - 10e1
 Título Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils

NTP 339.129:1999 (revisada el 2014)
 SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos. 1ª Edición. Reemplaza a la NTP 339.129:1999 NTP 339.130:1999 (revisada el 2014)

Tamiz	Abertura	%Acum.
3"	75.00	100.0
2 1/2"	62.00	100.0
2"	50.00	100.0
1 1/2"	37.50	100.0
1"	25.00	100.0
3/4"	19.00	99.3
1/2"	12.50	98.6
3/8"	9.50	97.7
1/4"	6.30	97.0
Nº 4	4.75	96.7
Nº 10	2.00	95.6
Nº 20	0.85	93.9
Nº 40	0.43	91.2
Nº 60	0.25	87.3
Nº 140	0.106	84.1
Nº 200	0.075	83.8



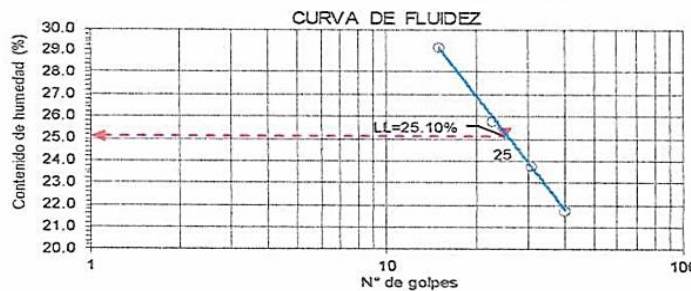
%GRAVA	3.30	%ARENA	12.94	%FINO	83.76
--------	------	--------	-------	-------	-------

Lim. Liquido

Nº GOL	w (%)
40	21.74
31	23.81
23	25.78
15	29.17

Lim. Plastico

24.35 %
21.94 %



LIMITE LIQUIDO	25.10 %
LIMITE PLASTICO	23.15 %
INDICE PLASTICO	1.96 %
CLASIF. SUCS :	ML
ARCILLA LIGERA ARENOSA	
CLASIF. AASHTO :	A-4 (1)
CONT. HUMEDAD (%)	17.49

Lugar	CAUCE RIO TORO
Muestra	C-06
Estrato	0.00 - 1.50
Profundidad (m)	1.50 m

OBSERVACIONES : Muestras provista e identificada por el interesado

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio salvo que la reproducción sea en su totalidad. (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP 004: 1993)

EQUIPO UTILIZADO:

Tamices ESTANDAR TEST SIEVE ASTM E-11 ESPECIFICACION (FORNEY)
 Cazuela de casagrande con contador de golpes, Marca PYS105, Serie Nº 144
 Estufa utilizada: Modelo STHX-2A-120°C, Serie 190340 - Calibrada por Arsou Group (Certificado de Calibración Nº 521-065-2020)
 Balanza OHAUS SE6001F, Nº Serie B832476268 - 6000gr. Calibrada por Arsou Group (Certificado de Calibración Nº 522-065-2020)

HON L. PORTA CHUQUILLANQUI
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 303303
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

KLIDY MONICA BARBARÁN CASTRO
 INGENIERA CIVIL
 CIP. 226848
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

GEORB4625102024

Informe : GEORB4625102024
 Peticionario : "UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA SELVA CENTRAL "JUAN SANTOSA A"
 Proyecto/Obra : SERVICIO DE MUESTREO Y ENSAYOS EN LABORATORIO PARA LA CARACTERIZACIÓN DE SEDIMENTOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN "MODELAMIENTO NUMÉRICO DEL FLUJO DE ESCOMBROS EN LA CUENCA DEL RÍO TORO, CHANGAMAYO"
 Fecha de recepción : domingo, 20 de Octubre de 2024
 Fecha de emisión : viernes, 25 de Octubre de 2024

ANALISIS GRANULOMETRICO NTP 339,128 - ASTM D422

Código ASTM D422-63(2007)e2
Título 9833

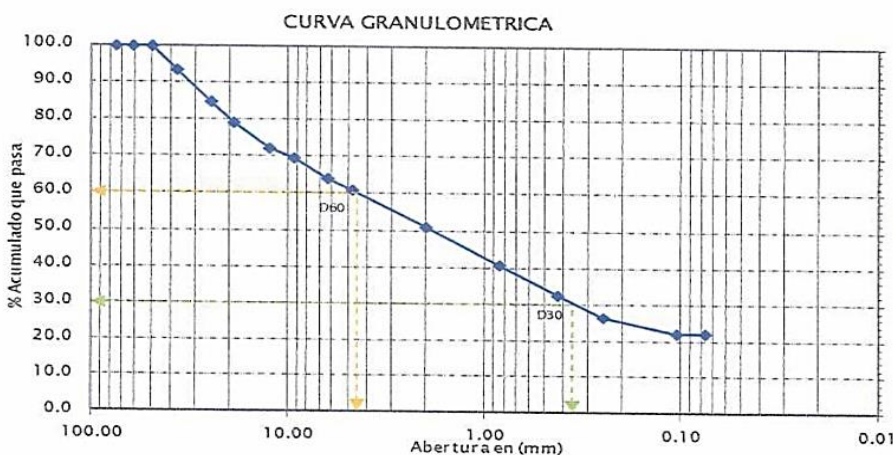
Código NTP 339.128:1999 (revisada el 2014)
Título SUELOS. Metodo de ensayo para el analisis granulométrico. 1ª Edición. Reemplaza a la NTP 339.128:1999

LIMITES DE CONSISTENCIA NTP 339,129 - ASTM D4318

Código ASTM D4318 - 10e1
Título Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils

NTP 339.129:1999 (revisada el 2014)
 SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos. 1ª Edición. Reemplaza a la NTP 339.129:1999 NTP 339.130:1999 (revisada el 2014)

Tamiz	Abertura	%Acum.
3"	75.00	100.0
2 1/2"	62.00	100.0
2"	50.00	100.0
1 1/2"	37.50	93.4
1"	25.00	84.7
3/4"	19.00	79.0
1/2"	12.50	72.4
3/8"	9.50	69.9
1/4"	6.30	63.9
Nº4	4.75	61.1
Nº10	2.00	51.2
Nº20	0.85	40.7
Nº40	0.43	32.4
Nº60	0.25	26.6
Nº140	0.106	22.4
Nº200	0.075	22.0

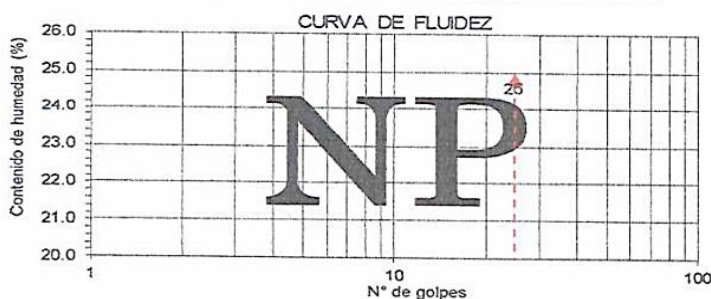


%GRAVA	38.94	%ARENA	39.04	%FINO	22.02
--------	-------	--------	-------	-------	-------

Lim. Líquido

Nº GOL	w (%)

Lim. Plástico



LIMITE LIQUIDO	NP
LIMITE PLASTICO	NP
INDICE PLASTICO	---
CLASIF. SUCS :	SM
ARENA LIMOSA CON GRAVA	
CLASIF. AASHTO :	A-1-b (0)
CONT. HUMEDAD (%)	18.49

Lugar	CAPTACION RIO TORO
Muestra	C-07
Estrato	0.00 - 3.00
Profundidad (m)	3.00 m

OBSERVACIONES : Muestras provista e identificada por el interesado

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio salvo que la reproducción sea en su totalidad. (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP 004: 1993)

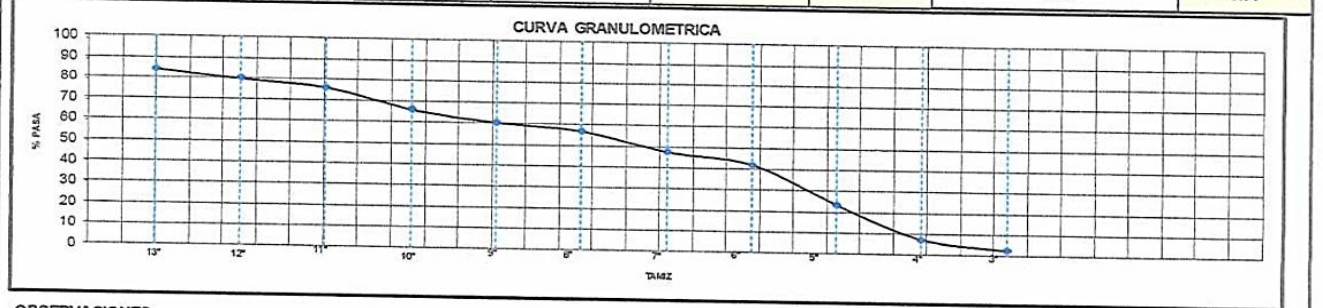
EQUIPO UTILIZADO:

Tamices ESTANDAR TEST SIEVE ASTM E-11 ESPECIFICACION (FORNEY)
 Cazuela de casagrande con contador de golpes, Marca PYS105, Serie Nº 144
 Estufa utilizada: Modelo STHX-2A-120°C, Serie 190340 - Calibrada por Arsou Group (Certificado de Calibración Nº521-065-2020)
 Balanza OHAUS SE6001F, Nº Serie B832476268 - 6000gr. Calibrada por Arsou Group (Certificado de Calibración Nº522-065-2020)

	INFORME DE ENSAYO		Código	045
	DETERMINACIÓN DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTÍCULAS DE LOS SUELOS (MACROGRANULOMETRÍA) ASTM D 5519 / ASTM D 422		Versión	1
			Fecha	25/10/2024
	Página 1 de 1			

NOMBRE CLIENTE:	UNISCJSA	INFORME No.:	GEOR04525102024
OBRA/PROYECTO:	MODELAMIENTO NUMÉRICO DEL FLUJO DE ESCOMBROS EN LA CUENCA DEL RIO TORO, CHANCHAMAYO	FECHA DE ENSAYO:	19/10/2024
CUENCA	RIO TORO	MUESTRA No.:	1
UBICACIÓN	CHANCHAMAYO		
DESCRIPCIÓN MUESTRA :	C-1		

Masa total seca calculada (Kg):		785.3	Método usado:	A	ESPECIFICACIÓN A APLICAR:				
Designación	Tamiz (mm)	Peso Ret (Kg)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasa	LÍMITE INFERIOR		LÍMITE SUPERIOR	
13"	330.20	123.8	15.6	15.6	84.2				
12"	304.8	35.6	4.5	20.3	79.7				
11"	270.4	28.3	3.6	23.9	76.1				
10"	254.0	78.3	10.0	33.9	66.1				
9"	228.6	45.6	5.8	39.7	60.3				
8"	203.2	26.5	3.4	43.1	56.9				
7"	177.8	75.3	9.6	52.6	47.4				
6"	152.4	42.3	5.4	58.0	42.0				
5"	127.0	148.3	18.9	76.9	23.1				
4"	101.6	126.3	16.1	93.0	7.0				
3"	76.2	37.7	4.8	97.8	2.2				
Pasante 3":		17.3	2.2	D60 (mm):	226.05	D10 (mm)	Cu:	2.1	
Total Tamizado (g) :		768.0		D30 (mm):	135.77	105.91	Cc:	0.77	



OBSERVACIONES:

Los resultados presentados corresponden unicamente a la muestra entregada al laboratorio y sometida a ensayo.
Esta muestra no es reproducible ni total ni parcial sin la autorizacion de GEOCONSULT RB SAC

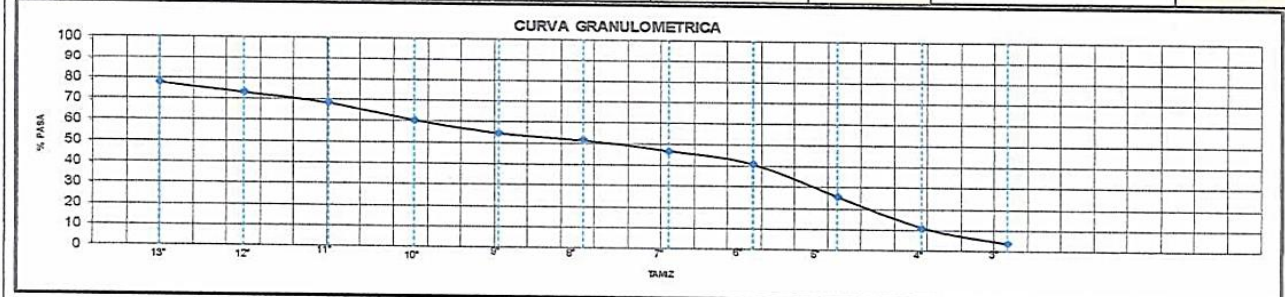
REALIZADO POR:	APROBADO POR:
K.M.B.C LABORATORISTA	K.M.B.C JEFE DE LABORATORIO

JHON PORTA CHUQUILLANQUI
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 303303
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

KELLY MONICA BARABAN CASTRO
 INGENIERA CIVIL
 CIP. 226848
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

	INFORME DE ENSAYO		Código	045
	DETERMINACIÓN DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTÍCULAS DE LOS SUELOS (MACROGRANULOMETRÍA) ASTM D 5519 / ASTM D 422		Versión	1
			Fecha	25/10/2024
			Página 1 de 1	
NOMBRE CLIENTE :	UNISCJSA	INFORME No.:	GEORS04525102024	
OBRA/PROYECTO :	"MODELAMIENTO NUMÉRICO DEL FLUJO DE ESCOMBROS EN LA CUENCA DEL RIO TORO, CHANCHAMAYO"	FECHA DE ENSAYO:	19/10/2024	
CUENCA	RIO TORO	MUESTRA No.:	1	
UBICACIÓN	CHANCHAMAYO			
DESCRIPCIÓN MUESTRA :	C-2			

Masa total seca calculada (Kg):		536.9	Método usado:	A	ESPECIFICACIÓN A APLICAR:			
Designación	Tamiz (mm)	Peso Ret (Kg)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasa	LÍMITE INFERIOR		LÍMITE SUPERIOR
13"	330.20	120.6	22.5	22.5	77.5			
12"	304.8	25.6	4.8	27.2	72.8			
11"	279.4	24.3	4.5	31.8	68.2			
10"	254.0	42.3	7.9	39.6	60.4			
9"	228.6	32.6	6.1	45.7	54.3			
8"	203.2	15.9	3.0	48.7	51.3			
7"	177.8	25.3	4.7	53.4	46.6			
6"	152.4	32.1	6.0	59.4	40.6			
5"	127.0	82.3	15.3	74.7	25.3			
4"	101.6	76.3	14.6	89.3	10.7			
3"	76.2	39.5	7.4	96.6	3.4			
Pasante 3":		18.1	3.4	D60 (mm):	252.40	D10 (mm)	Cu:	2.6
Total Tamizado (g) :		518.8		D30 (mm):	134.28	98.75	Cc:	0.72



OBSERVACIONES: Los resultados presentados corresponden unicamente a la muestra entregada al laboratorio y sometida a ensayo. Esta muestra no es reproducible ni total ni parcial sin la autorización de GEOCONSULT RB SAC

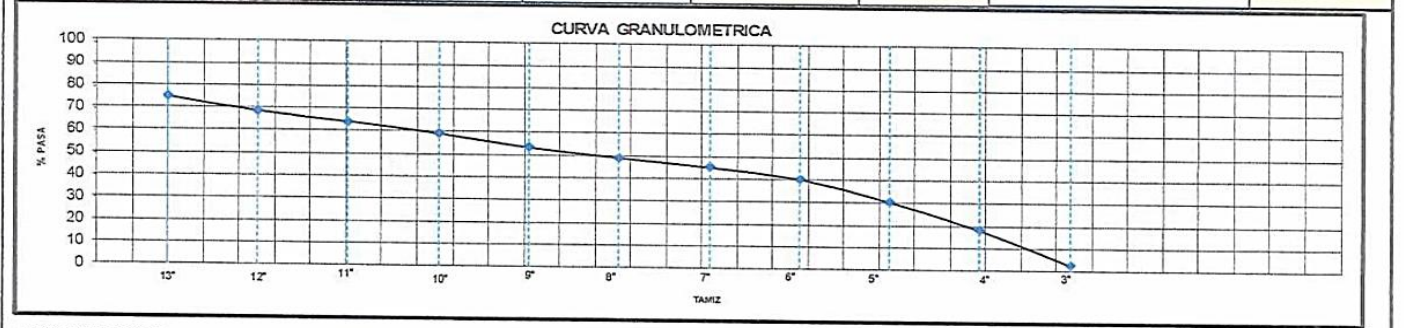
REALIZADO POR: K.M.B.C LABORATORISTA	APROBADO POR: K.M.B.C JEFE DE LABORATORIO
--	---

HON. I. PORTA CHUQUILLANQUI
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 303303
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

KLIDY MONICA BARBARAN CASTRO
 INGENIERA CIVIL
 CIP. 226848
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

	INFORME DE ENSAYO		Código	045
	DETERMINACIÓN DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTÍCULAS DE LOS SUELOS (MACROGRANULOMETRÍA) ASTM D 5519 / ASTM D 422		Versión	1
			Fecha	25/10/2024
			Página 1 de 1	
NOMBRE CLIENTE:	UNISCJSA	INFORME No.:	GEORB04525102024	
OBRA/PROYECTO:	"MODELAMIENTO NUMÉRICO DEL FLUJO DE ESCOMBROS EN LA CUENCA DEL RIO TORO, CHANCHAMAYO"	FECHA DE ENSAYO:	19/10/2024	
CUENCA	RIO TORO	MUESTRA No.:	1	
UBICACIÓN	CHANCHAMAYO			
DESCRIPCIÓN MUESTRA:	C-3			

Masa total seca calculada (Kg):		342.3	Método usado:	A	ESPECIFICACIÓN A APLICAR:				
Designación	Tamiz (mm)	Peso Ret (Kg)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasa	LÍMITE INFERIOR		LÍMITE SUPERIOR	
13"	330.20	86.2	25.2	25.2	74.8				
12"	304.8	21.3	6.2	31.4	68.6				
11"	279.4	15.6	4.6	36.0	64.0				
10"	254.0	16.3	4.8	40.7	59.3				
9"	228.6	20.6	6.0	46.7	53.3				
8"	203.2	14.8	4.3	51.1	48.9				
7"	177.8	13.2	3.9	54.9	45.1				
6"	152.4	16.6	4.8	59.8	40.2				
5"	127.0	34.5	10.1	69.9	30.1				
4"	101.6	42.1	12.3	82.2	17.8				
3"	76.2	52.3	15.3	97.4	2.6				
Pasante 3":		8.8	2.6	D60 (mm):	257.71	D10 (mm)	Cu:		2.9
Total Tamizado (g):		333.5		D30 (mm):	126.66		Cc:		0.71



OBSERVACIONES: Los resultados presentados corresponden unicamente a la muestra entregada al laboratorio y sometida a ensayo. Esta muestra no es reproducible ni total ni parcial sin la autorizacion de GEOCONSULT RB SAC

REALIZADO POR:	APROBADO POR:
K.M.B.C LABORATORISTA	K.M.B.C JEFE DE LABORATORIO

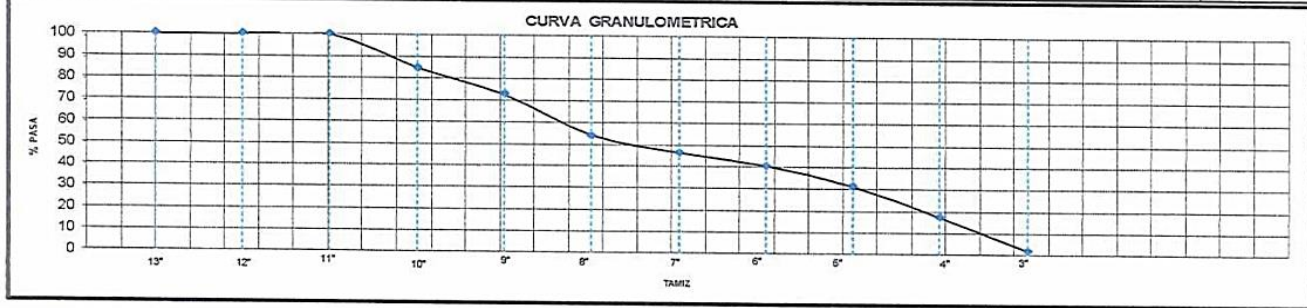
KON I. PORTA CHUQUILLANQUI
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 303303
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

KLIDY MONICA BARBARÁN CASTRO
 INGENIERA CIVIL
 CIP. 226848
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

	INFORME DE ENSAYO		Código	045	
	DETERMINACIÓN DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTÍCULAS DE LOS SUELOS (MACROGRANULOMETRÍA) ASTM D 5519 / ASTM D 422			Versión	1
				Fecha	25/10/2024
	Página 1 de 1				

NOMBRE CLIENTE :	UNISCJSA	INFORME No.:	GEORB04525102024
OBRA/PROYECTO:	*MODELAMIENTO NUMÉRICO DEL FLUJO DE ESCOMBROS EN LA CUENCA DEL RIO TORO, CHANCHAMAYO	FECHA DE ENSAYO:	19/10/2024
CUENCA	RIO TORO	MUESTRA No.:	1
UBICACIÓN	CHANCHAMAYO		
DESCRIPCIÓN MUESTRA :	C-4		

Masa total seca calculada (Kg):		275.9	Método usado:	A	ESPECIFICACIÓN A APLICAR:				
Designación	Tamiz mm	Peso Ret (Kg)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasa	LÍMITE INFERIOR		LÍMITE SUPERIOR	
	13"	330.20	0.0	0.0	100.0				
	12"	304.8	0.0	0.0	100.0				
	11"	279.4	0.0	0.0	100.0				
	10"	254.0	42.3	15.3	84.7				
	9"	228.6	32.9	11.9	72.7				
	8"	203.2	51.2	18.6	54.2				
	7"	177.8	21.3	7.7	46.5				
	6"	152.4	15.7	5.7	31.4				
	5"	127.0	25.9	9.4	17.4				
	4"	101.6	38.6	15.3	2.1				
	3"	76.2	42.3						
Pasante 3":		5.7	2.1	D60 (mm):	210.84	D10 (mm)	Cu:		2.4
Total Tamizado (g) :		270.2		D30 (mm):	124.22		Cc:		0.83



OBSERVACIONES: Los resultados presentados corresponden unicamente a la muestra entregada al laboratorio y sometida a ensayo. Esta muestra no es reproducible ni total ni parcial sin la autorizacion de GEOCONSULT RB SAC

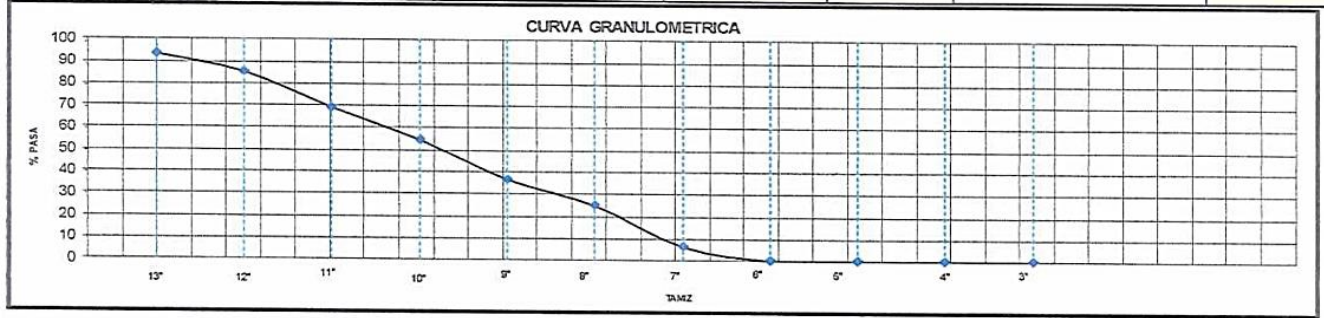
REALIZADO POR:	APROBADO POR:
K.M.B.C LABORATORISTA	K.M.B.C JEFE DE LABORATORIO

JHON PORTÁ CHUQUILLANQUI
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 303303
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

KLIDY MONICA BARBARÁN CASTRO
 INGENIERA CIVIL
 CIP. 226848
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

	INFORME DE ENSAYO		Código	045
	DETERMINACIÓN DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTÍCULAS DE LOS SUELOS (MACROGRANULOMETRÍA) ASTM D 5519 / ASTM D 422		Versión	1
			Fecha	25/10/2024
	Página 1 de 1			
NOMBRE CLIENTE :	UNISCJSA	INFORME No.:	GEOR04525102024	
OBRA/PROYECTO:	"MODELAMIENTO NUMÉRICO DEL FLUJO DE ESCOMBROS EN LA CUENCA DEL RIO TORO, CHANCHAMAYO"	FECHA DE ENSAYO:	19/10/2024	
CUENCA	RIO TORO	MUESTRA No.:	1	
UBICACIÓN	CHANCHAMAYO			
DESCRIPCION MUESTRA :	C-5			

Masa total seca calculada (Kg):		402.8	Método usado:	A	ESPECIFICACIÓN A APLICAR:				
Designación	Tamiz mm	Peso Ret (Kg)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasa	LÍMITE INFERIOR		LÍMITE SUPERIOR	
13"	330.20	26.3	6.5	6.5	93.5				
12"	304.8	32.6	8.1	14.6	85.4				
11"	279.4	65.3	16.2	30.8	69.2				
10"	254.0	58.6	14.5	45.4	54.6				
9"	228.6	72.3	17.9	63.3	36.7				
8"	203.2	47.6	11.8	75.1	24.9				
7"	177.8	74.8	18.6	93.7	6.3				
6"	152.4	25.3	6.3	100.0	0.0				
5"	127.0	0.0	0.0	100.0	0.0				
4"	101.6	0.0	0.0	100.0	0.0				
3"	76.2	0.0	0.0	100.0	0.0				
Pasante 3":		0.0	0.0	D60 (mm):	263.12	D10 (mm)	Cu:	1.4	
Total Tamizado (g) :		402.8		D30 (mm):	213.90		Cc:	0.95	



OBSERVACIONES: Los resultados presentados corresponden unicamente a la muestra entregada al laboratorio y sometida a ensayo. Esta muestra no es reproducible ni total ni parcial sin la autorizacion de GEOCONSULT RB S.A.C

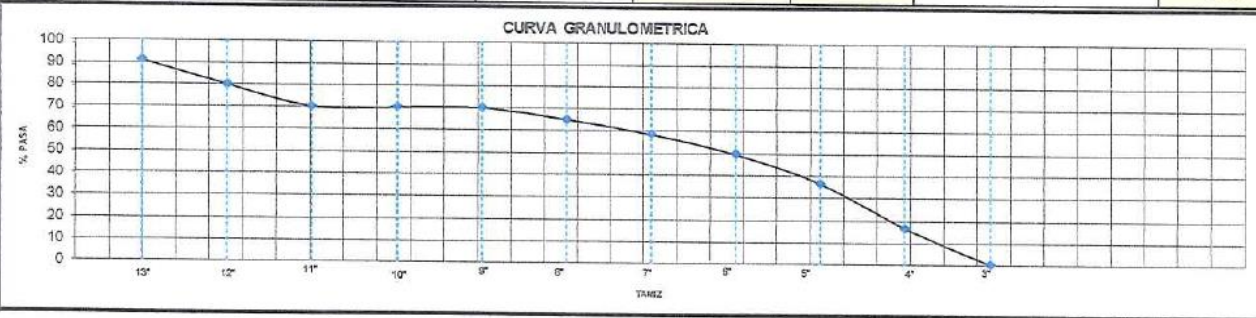
REALIZADO POR:	APROBADO POR:
K.M.B.C LABORATORISTA	K.M.B.C JEFE DE LABORATORIO

[Signature]
HON I. PORTA CHUQUILLANQUI
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 303303
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

[Signature]
KLEIDY MONICA BARBARAN CASTRO
 INGENIERA CIVIL
 CIP. 226848
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

INFORME DE ENSAYO						Código	045		
DETERMINACIÓN DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTÍCULAS DE LOS SUELOS (MACROGRANULOMETRÍA) ASTM D 5519 / ASTM D 422						Versión	1		
						Fecha	25/10/2024		
Página 1 de 1									
NOMBRE CLIENTE :		UNISCJSA				INFORME No.:	GEORB04525102024		
OBRA/PROYECTO:		"MODELAMIENTO NUMÉRICO DEL FLUJO DE ESCOMBROS EN LA CUENCA DEL RIO TORO, CHANCHAMAYO"				FECHA DE ENSAYO:	19/10/2024		
CUENCA		RIO TORO				MUESTRA No.:	1		
UBICACIÓN		CHANCHAMAYO							
DESCRIPCIÓN MUESTRA :		C-7							
Masa total seca calculada (Kg):		367.6		Método usado:	A				
ESPECIFICACIÓN A APLICAR:									
Designación n	Tamiz mm	Peso Ret (Kg)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasa	LÍMITE INFERIOR		LÍMITE SUPERIOR	
13"	330.20	32.6	8.9	8.9	91.1				
12"	304.8	41.2	11.2	20.1	79.9				
11"	279.4	35.6	9.7	29.8	70.2				
10"	254.0	0.0	0.0	29.8	70.2				
9"	228.6	0.0	0.0	29.8	70.2				
8"	203.2	19.6	5.3	35.1	64.9				
7"	177.8	23.5	6.4	41.5	58.5				
6"	152.4	32.6	8.9	50.4	49.6				
5"	127.0	48.6	13.2	63.6	36.4				
4"	101.6	74.3	20.2	83.8	16.2				
3"	76.2	59.6	16.2	100.0	0.0				
Pasante 3":		0.0	0.0	D60 (mm):	183.40	D10 (mm)	Cu:	2.0	
Total Tamizado (g):		367.6		D30 (mm):	118.30	90.99	Cc:	0.84	

CURVA GRANULOMETRICA




OBSERVACIONES: Los resultados presentados corresponden únicamente a la muestra entregada al laboratorio y sometida a ensayo.
Esta muestra no es reproducible ni total ni parcial sin la autorización de GEOCONSULT S.A.C

REALIZADO POR: K.M.B.C LABORATORISTA	APROBADO POR: K.M.B.C JEFE DE LA LABORATORIO
--	--


JHON I. PORTA CHUQUILLANQUI
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 303303

ESPECIALISTA EN MECANICA DE
 SUELOS Y CONCRETO


KLM MONICA BARABAN CASTRO
 INGENIERA CIVIL
 CIP. 226848
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE
 SUELOS Y CONCRETO

	DETERMINACIÓN EN LABORATORIO DE LA DENSIDAD Y PESO UNITARIO DE MUESTRAS DE SUELO. ASTM D 7263 - 21 (MÉTODO A)	Código	46
		Versión	1
		Fecha	25/10/2024
		Página 1 de 1	

CLIENTE:	"UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA SELVA CENTRAL "JUAN SANTOSA ATAHUALPA"	CODIGO:	GEORB4625102024
ESTUDIO:	SERVICIO DE MUESTREO Y ENSAYOS EN LABORATORIO PARA LA CARACTERIZACIÓN DE SEDIMENTOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN "MODELAMIENTO NUMÉRICO DEL FLUJO DE ESCOMBROS EN LA CUENCA DEL RIO TORO, CHANCHAMAYO"	SONDEO No:	S-1
LOCALIZACIÓN:	CHANCHAMAYO	MUESTRA No:	C-01
DESCRIPCIÓN:	ARENA MAL GRADADA CON LIMO Y GRAVA	PROFUNDIDAD (m):	0,00 - 1,50

MASA UNITARIA	
MASA MUESTRA HUMEDA (EN ESTADO NATURAL), g	79.89
MASA MUESTRA CON PARAFINA, g	86.67
MASA MUESTRA CON PARAFINA SUMERGIDA, g	35.69
MASA DE PARAFINA, g	6.788
VOLUMEN DE LA PARAFINA, cm ³	7.627
VOLUMEN DE LA MUESTRA CON PARAFINA, cm ³	50.98
VOLUMEN DE LA MUESTRA, cm ³	36.57
MASA DE LA MUESTRA SECA, g	67.98

TESTIGO DE HUMEDAD	
TARA No.:	15
MASA HUMEDA + TARA, g:	96.5
MASA SECA + TARA, g:	83.1
MASA TARA, g:	6.2
MASA DE AGUA	13.5
MASA SECA, g:	76.9

% DE HUMEDAD:	17.5
---------------	------

DENSIDAD DE LA MUESTRA DE SUELO HÚMEDA O ESTADO NATURAL, g/cm ³	2.185
DENSIDAD DE LA MUESTRA DE SUELO SECO CALCULADA, g/cm ³	1.859
PESO UNITARIO DE LA MUESTRA DE SUELO HÚMEDA O ESTADO NATURAL, kN/m ³	21.42
PESO UNITARIO DE LA MUESTRA DE SUELO SECA CALCULADA, kN/m ³	18.23

OBSERVACIONES:


JHON I. PORTA CHUQUILLANQUI
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 303303
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO


KLIDY MONICA BARBARAN CASTRO
 INGENIERA CIVIL
 CIP. 226848
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

	DETERMINACIÓN EN LABORATORIO DE LA DENSIDAD Y PESO UNITARIO DE MUESTRAS DE SUELO. ASTM D 7263 - 21 (MÉTODO A)	Código	46
		Versión	1
		Fecha	25/10/2024
		Página 1 de 1	

CLIENTE:	"UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA SELVA CENTRAL "JUAN SANTOSA A TAHUALPA" SERVICIO DE MUESTREO Y ENSAYOS EN LABORATORIO PARA LA CARACTERIZACIÓN DE SERVICIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN "MODELAMIENTO NUMÉRICO DEL FLUJO DE ESCOMBROS EN LA CUENCA DEL RIO TORO, CHANCHAMAYO"	CODIGO:	GEORB4625102024
ESTUDIO:		SONDEO No:	S-1
LOCALIZACIÓN:	CHANCHAMAYO	MUESTRA No:	C-02
DESCRIPCIÓN:	ARENA MAL GRADADA CON LIMO Y GRAVA	PROFUNDIDAD (m):	0,00 - 1.50

MASA UNITARIA	
MASA MUESTRA HUMEDA (EN ESTADO NATURAL), g	79.89
MASA MUESTRA CON PARAFINA, g	87.46
MASA MUESTRA CON PARAFINA SUMERGIDA, g	35.69
MASA DE PARAFINA, g	7.578
VOLUMEN DE LA PARAFINA, cm ³	8.514
VOLUMEN DE LA MUESTRA CON PARAFINA, cm ³	51.77
VOLUMEN DE LA MUESTRA, cm ³	35.68
MASA DE LA MUESTRA SECA, g	69.33

TESTIGO DE HUMEDAD	
TARA No.:	15
MASA HUMEDA + TARA, g:	71.2
MASA SECA + TARA, g:	62.6
MASA TARA, g:	6.2
MASA DE AGUA	8.6
MASA SECA, g:	56.4

% DE HUMEDAD:	15.2
---------------	------

DENSIDAD DE LA MUESTRA DE SUELO HÚMEDA O ESTADO NATURAL, g/cm ³	2.239
DENSIDAD DE LA MUESTRA DE SUELO SECO CALCULADA, g/cm ³	1.943
PESO UNITARIO DE LA MUESTRA DE SUELO HÚMEDA O ESTADO NATURAL, kN/m ³	21.96
PESO UNITARIO DE LA MUESTRA DE SUELO SECA CALCULADA, kN/m ³	19.05

OBSERVACIONES:



JHONI PORTA CHUQUILLANQUI
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 303303
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO



KLIDY MONICA BARBAÑAN CASTRO
 INGENIERA CIVIL
 CIP. 226843
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

	DETERMINACIÓN EN LABORATORIO DE LA DENSIDAD Y PESO UNITARIO DE MUESTRAS DE SUELO. ASTM D 7263 - 21 (MÉTODO A)	Código	46
		Versión	1
		Fecha	25/10/2024
		Página 1 de 1	

CLIENTE:	"UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA SELVA CENTRAL "JUAN SANTOSA ATAHUALPA" SERVICIO DE MUESTREO Y ENSAYOS EN LABORATORIO PARA LA CARACTERIZACIÓN DE SEDIMENTOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN "MODELAMIENTO NUMÉRICO DEL FLUJO DE ESCOMBROS EN LA CUENCA DEL RIO TORO, CHANCHAMAYO"	CODIGO:	GEORE4625102024
ESTUDIO:		SONDEO No:	S-3
LOCALIZACIÓN:	CHANCHAMAYO	MUESTRA No:	C-03
DESCRIPCIÓN:	GRAVA MAL GRADADA CON LIMO Y ARENA	PROFUNDIDAD (m):	0,00 - 0,60

MASA UNITARIA	
MASA MUESTRA HUMEDA (EN ESTADO NATURAL), g	79.84
MASA MUESTRA CON PARAFINA, g	86.80
MASA MUESTRA CON PARAFINA SUMERGIDA, g	35.69
MASA DE PARAFINA, g	6.966
VOLUMEN DE LA PARAFINA, cm ³	7.827
VOLUMEN DE LA MUESTRA CON PARAFINA, cm ³	51.11
VOLUMEN DE LA MUESTRA, cm ³	36.32
MASA DE LA MUESTRA SECA, g	69.43

TESTIGO DE HUMEDAD	
TARA No.:	15
MASA HUMEDA + TARA, g:	59.2
MASA SECA + TARA, g:	52.3
MASA TARA, g:	6.2
MASA DE AGUA	6.9
MASA SECA, g:	46.1

% DE HUMEDAD:	15.0
---------------	------

DENSIDAD DE LA MUESTRA DE SUELO HÚMEDA O ESTADO NATURAL, g/cm ³	2.198
DENSIDAD DE LA MUESTRA DE SUELO SECO CALCULADA, g/cm ³	1.912
PESO UNITARIO DE LA MUESTRA DE SUELO HÚMEDA O ESTADO NATURAL, kN/m ³	21.56
PESO UNITARIO DE LA MUESTRA DE SUELO SECA CALCULADA, kN/m ³	18.75

OBSERVACIONES:


JHON PORTA CHUQUILLANQUI
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 303303
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO


KLIDY MÓNICA BARBRAN CASTRO
 INGENIERA CIVIL
 CIP. 226848
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

	DETERMINACIÓN EN LABORATORIO DE LA DENSIDAD Y PESO UNITARIO DE MUESTRAS DE SUELO. ASTM D 7263 - 21 (MÉTODO A)	Código	46
		Versión	1
		Fecha	25/10/2024
	Página 1 de 1		

CLIENTE:	"UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA SELVA CENTRAL "JUAN SANTOSA A TAHUALPA" SERVICIO DE MUESTREO Y ENSAYOS EN LA BUENA URBAN PARA LA CARACTERIZACIÓN DE SUELOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN "MODELAMIENTO NUMÉRICO DEL FLUJO DE ESCOMBROS EN LA CUENCA DEL RIO TORO, CHANCHAMAYO"	CODIGO:	:EORB462510202
ESTUDIO:		SONDEO No:	S-1
LOCALIZACIÓN:	CHANCHAMAYO	MUESTRA No:	C-04
DESCRIPCIÓN:	GRAVA BIEN GRADADA CON ARENA	PROFUNDIDAD (m):	0,00 - 0,60

MASA UNITARIA	
MASA MUESTRA HUMEDA (EN ESTADO NATURAL), g	84.38
MASA MUESTRA CON PARAFINA, g	94.45
MASA MUESTRA CON PARAFINA SUMERGIDA, g	35.69
MASA DE PARAFINA, g	10.069
VOLUMEN DE LA PARAFINA, cm ³	11.313
VOLUMEN DE LA MUESTRA CON PARAFINA, cm ³	58.76
VOLUMEN DE LA MUESTRA, cm ³	37.38
MASA DE LA MUESTRA SECA, g	72.92

TESTIGO DE HUMEDAD	
TARA No.:	15
MASA HUMEDA + TARA, g:	63.6
MASA SECA + TARA, g:	55.8
MASA TARA, g:	6.2
MASA DE AGUA	7.8
MASA SECA, g:	49.6

% DE HUMEDAD:	15.7
----------------------	------

DENSIDAD DE LA MUESTRA DE SUELO HÚMEDA O ESTADO NATURAL, g/cm ³	2.257
DENSIDAD DE LA MUESTRA DE SUELO SECO CALCULADA, g/cm ³	1.951
PESO UNITARIO DE LA MUESTRA DE SUELO HÚMEDA O ESTADO NATURAL, kN/m ³	22.14
PESO UNITARIO DE LA MUESTRA DE SUELO SECA CALCULADA, kN/m ³	19.13

OBSERVACIONES: _____


MONT PORTA CHUQUILLANQUI
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 303303
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO


KANDY MONICA BARBARAN CASTRO
 INGENIERA CIVIL
 CIP. 226848
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

	DETERMINACIÓN EN LABORATORIO DE LA DENSIDAD Y PESO UNITARIO DE MUESTRAS DE SUELO. ASTM D 7263 - 21 (MÉTODO A)		Código	46
			Versión	1
			Fecha	25/10/2024
			Página 1 de 1	

CLIENTE:	"UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA SELVA CENTRAL "JUAN SANTOSA ATAHUALPA" SERVICIO DE MUESTREO Y ENSAYOS EN LA DURABILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE SEGUIMIENTOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN "MODELAJENTO NUMÉRICO DEL FLUJO DE ESCOMBROS EN LA CUENCA DEL RIO TORO, CHANCHAMAYO"	CODIGO:	IEORB462510202
ESTUDIO:		SONDEO No:	S-1
LOCALIZACIÓN:	CHANCHAMAYO	MUESTRA No:	C-05B
DESCRIPCIÓN:	GRAVA BIEN GRADADA CON LIMO Y ARENA	PROFUNDIDAD (m):	0.00 - 0.70

MASA UNITARIA	
MASA MUESTRA HUMEDA (EN ESTADO NATURAL), g	84.36
MASA MUESTRA CON PARAFINA, g	91.95
MASA MUESTRA CON PARAFINA SUMERGIDA, g	35.69
MASA DE PARAFINA, g	7.566
VOLUMEN DE LA PARAFINA, cm ³	8.501
VOLUMEN DE LA MUESTRA CON PARAFINA, cm ³	56.26
VOLUMEN DE LA MUESTRA, cm ³	40.19
MASA DE LA MUESTRA SECA, g	72.15

TESTIGO DE HUMEDAD	
TARA No.:	15
MASA HUMEDA + TARA, g:	66.1
MASA SECA + TARA, g:	57.4
MASA TARA, g:	6.2
MASA DE AGUA	8.7
MASA SECA, g:	51.2

% DE HUMEDAD:	17.0
---------------	------

DENSIDAD DE LA MUESTRA DE SUELO HÚMEDA O ESTADO NATURAL, g/cm ³	2.100
DENSIDAD DE LA MUESTRA DE SUELO SECO CALCULADA, g/cm ³	1.795
PESO UNITARIO DE LA MUESTRA DE SUELO HÚMEDA O ESTADO NATURAL, kN/m ³	20.59
PESO UNITARIO DE LA MUESTRA DE SUELO SECA CALCULADA, kN/m ³	17.61

OBSERVACIONES:


 MONTY PORTA CHUQUILLANQUI
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 303303
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO


 KLADY MONICA BARBARÁN CASTRO
 INGENIERA CIVIL
 CIP. 226848
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

	DETERMINACIÓN EN LABORATORIO DE LA DENSIDAD Y PESO UNITARIO DE MUESTRAS DE SUELO. ASTM D 7263 - 21 (MÉTODO A)	Código	46
		Versión	1
		Fecha	25/10/2024
		Página 1 de 1	

CLIENTE:	"UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA SELVA CENTRAL "JUAN SANTOSA ATAHUALPA" SERVICIO DE MUESTREO Y ENSAYOS EN LA BUENA URBAN PARA LA CAPACITACION DE SELEMENTOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN "MODELA MIENTO NUMÉRICO DEL FLUJO DE ESCOMBROS EN LA CUENCA DEL RIO TORO, CHANCHAMAYO"	CODIGO:	IEORB462510202
ESTUDIO:		SONDEO No:	S-1
LOCALIZACIÓN:	CHANCHAMAYO	MUESTRA No:	C-06
DESCRIPCIÓN:	LIMO CON ARENA	PROFUNDIDAD (m):	0.00 - 1.50

MASA UNITARIA	
MASA MUESTRA HUMEDA (EN ESTADO NATURAL), g	85.15
MASA MUESTRA CON PARAFINA, g	91.95
MASA MUESTRA CON PARAFINA SUMERGIDA, g	35.69
MASA DE PARAFINA, g	6.796
VOLUMEN DE LA PARAFINA, cm ³	7.636
VOLUMEN DE LA MUESTRA CON PARAFINA, cm ³	56.26
VOLUMEN DE LA MUESTRA, cm ³	41.83
MASA DE LA MUESTRA SECA, g	72.27

TESTIGO DE HUMEDAD	
TARA No.:	15
MASA HUMEDA + TARA, g:	62.6
MASA SECA + TARA, g:	54.1
MASA TARA, g:	6.2
MASA DE AGUA	8.5
MASA SECA, g:	47.9

% DE HUMEDAD:	17.8
---------------	------

DENSIDAD DE LA MUESTRA DE SUELO HÚMEDA O ESTADO NATURAL, g/cm ³	2.036
DENSIDAD DE LA MUESTRA DE SUELO SECO CALCULADA, g/cm ³	1.728
PESO UNITARIO DE LA MUESTRA DE SUELO HÚMEDA O ESTADO NATURAL, kN/m ³	19.96
PESO UNITARIO DE LA MUESTRA DE SUELO SECA CALCULADA, kN/m ³	16.94

OBSERVACIONES:

JOHN I. PORTA CHUQUILLANQUI
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 303303
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

KLIDY MONICA BARABAN CASTRO
 INGENIERA CIVIL
 CIP. 226848
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

	DETERMINACIÓN EN LABORATORIO DE LA DENSIDAD Y PESO UNITARIO DE MUESTRAS DE SUELO. ASTM D 7263 - 21 (MÉTODO A)	Código	46
		Versión	1
		Fecha	25/10/2024
		Página 1 de 1	

CLIENTE:	"UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA SELVA CENTRAL "JUAN SANTOSA A TAHUALPA" SERVICIO DE MUESTREO Y ENSAYOS EN LABORATORIO PARA LA CARACTERIZACIÓN DE SEDIMENTOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN "MODELAMIENTO NUMÉRICO DEL FLUJO DE ESCOMBROS EN LA CUENCA DEL RIO TORO, CHANCHAMAYO"	CODIGO:	IEORB462510202
ESTUDIO:		SONDEO No:	S-1
LOCALIZACIÓN:	CHANCHAMAYO	MUESTRA No:	C-07
DESCRIPCIÓN:	ARENA LIMOSA CON GRAVA	PROFUNDIDAD (m):	0,00 - 1,50

MASA UNITARIA	
MASA MUESTRA HUMEDA (EN ESTADO NATURAL), g	94.92
MASA MUESTRA CON PARAFINA, g	98.56
MASA MUESTRA CON PARAFINA SUMERGIDA, g	35.69
MASA DE PARAFINA, g	3.642
VOLUMEN DE LA PARAFINA, cm ³	4.092
VOLUMEN DE LA MUESTRA CON PARAFINA, cm ³	62.87
VOLUMEN DE LA MUESTRA, cm ³	55.14
MASA DE LA MUESTRA SECA, g	80.28

TESTIGO DE HUMEDAD	
TARA No.:	15
MASA HUMEDA + TARA, g:	62.6
MASA SECA + TARA, g:	53.9
MASA TARA, g:	6.2
MASA DE AGUA	8.7
MASA SECA, g:	47.7

% DE HUMEDAD:	18.2
---------------	------

DENSIDAD DE LA MUESTRA DE SUELO HÚMEDA O ESTADO NATURAL, g/cm ³	1.722
DENSIDAD DE LA MUESTRA DE SUELO SECO CALCULADA, g/cm ³	1.456
PESO UNITARIO DE LA MUESTRA DE SUELO HÚMEDA O ESTADO NATURAL, kN/m ³	16.88
PESO UNITARIO DE LA MUESTRA DE SUELO SECA CALCULADA, kN/m ³	14.28

OBSERVACIONES:


HONI PORTA CHUQUILLANQUI
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 303303
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO


KLIDY TONICA BARBARAN CASTRO
 INGENIERA CIVIL
 CIP. 226848
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



Informe N° GEORB046102024
 Solicitante "UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA SELVA CENTRAL "JUAN SANTOS"
 Proyecto/Obra SERVICIO DE MUESTREO Y ENSAYOS EN LABORATORIO PARA LA CARACTERIZACIÓN DE SEDIMENTOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN "MODELAMIENTO NUMÉRICO DEL FLUJO DE ESCOMBROS EN LA CUENCA DEL RIO TORO, CHANCHAMAYO"
 Atención GEOCONSULT RB SAC
 Fecha de recepción sábado, 19 de Octubre de 2024
 Fecha de emisión viernes, 25 de Octubre de 2024

Código : NTP 339.171.2002 (revisada el 2017) (01 de 02)
 Título : SUELOS. Método de ensayo normalizado para el corte directo de suelos bajo condiciones consolidadas drenadas. 1a Edición. Reemplaza a la NTP 339.171.2002

Esfuerzo Normal (kPa)	0.55	1.10	2.19
Altura de caja de corte (cm)	1.97	1.97	1.97
Lado de la caja de corte (cm)	3.02	3.02	3.02
Densidad Humeda (g/cm ³)	2.185	2.185	2.185
Cont. Humedad (%)	17.52	17.52	17.52
Densidad Seca (g/cm ³)	1.859	1.859	1.859
Velocidad (mm/min)	0.5	0.5	0.5
Estado	Remoldeado		

Calicata:	M.01
Prof. calicata	---
Estrato (m)	---

Angulo de Fricción Interna (°)	34.32
Cohesión (Kpa/m ²)	0.00

Carga Aplicada (kg)		
0.5	1	2

Esfuerzo Normal = 0.55 kg/cm ²			Esfuerzo Normal = 1.10 kg/cm ²			Esfuerzo Normal = 2.19 kg/cm ²		
Deformación (mm)	Esfuerzo de Corte	Esfuerzo Normal	Deformación (mm)	Esfuerzo de Corte	Esfuerzo Normal	Deformación (mm)	Esfuerzo de Corte	Esfuerzo Normal
0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
0.10	0.05	0.09	0.10	0.09	0.08	0.10	0.12	0.06
0.20	0.06	0.11	0.20	0.09	0.08	0.20	0.13	0.06
0.30	0.07	0.12	0.30	0.10	0.09	0.30	0.11	0.05
0.40	0.10	0.19	0.40	0.10	0.09	0.40	0.13	0.06
0.50	0.13	0.23	0.50	0.12	0.11	0.50	0.14	0.07
0.60	0.14	0.26	0.60	0.10	0.09	0.60	0.15	0.07
0.70	0.16	0.30	0.70	0.15	0.14	0.70	0.19	0.09
0.80	0.18	0.32	0.80	0.22	0.20	0.80	0.21	0.09
0.90	0.20	0.36	0.90	0.30	0.27	0.90	0.20	0.09
1.00	0.21	0.38	1.00	0.33	0.30	1.00	0.19	0.09
1.10	0.21	0.39	1.10	0.36	0.35	1.10	0.20	0.09
1.20	0.23	0.41	1.20	0.38	0.35	1.20	0.19	0.09
1.30	0.24	0.43	1.30	0.40	0.37	1.30	0.19	0.08
1.40	0.25	0.45	1.40	0.43	0.39	1.40	0.37	0.17
1.50	0.26	0.47	1.50	0.45	0.41	1.50	0.39	0.18
1.60	0.27	0.48	1.60	0.46	0.42	1.60	0.42	0.19
1.70	0.27	0.49	1.70	0.47	0.43	1.70	0.51	0.23
1.80	0.28	0.51	1.80	0.49	0.44	1.80	0.56	0.26
1.90	0.29	0.53	1.90	0.51	0.46	1.90	0.62	0.28
2.00	0.30	0.54	2.00	0.52	0.48	2.00	0.72	0.33
2.10	0.30	0.56	2.10	0.54	0.49	2.10	0.78	0.35
2.20	0.31	0.57	2.20	0.55	0.50	2.20	0.82	0.37
2.30	0.32	0.58	2.30	0.56	0.51	2.30	0.84	0.38
2.40	0.32	0.59	2.40	0.58	0.53	2.40	0.88	0.40
2.50	0.33	0.60	2.50	0.59	0.54	2.50	0.90	0.41
2.60	0.33	0.61	2.60	0.50	0.55	2.60	0.92	0.42
2.70	0.34	0.62	2.70	0.52	0.56	2.70	1.03	0.47
2.80	0.35	0.63	2.80	0.53	0.57	2.80	1.01	0.46
2.90	0.34	0.62	2.90	0.54	0.58	2.90	0.99	0.45
3.00	0.35	0.63	3.00	0.55	0.59	3.00	1.02	0.46
3.10	0.34	0.62	3.10	0.56	0.60	3.10	1.02	0.47
3.20	0.34	0.63	3.20	0.57	0.61	3.20	1.03	0.47
3.30	0.35	0.63	3.30	0.58	0.62	3.30	1.06	0.48
3.40	0.35	0.63	3.40	0.59	0.63	3.40	1.07	0.49

INGRID PORTÁ CHUQUILLANQUI
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 303303
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

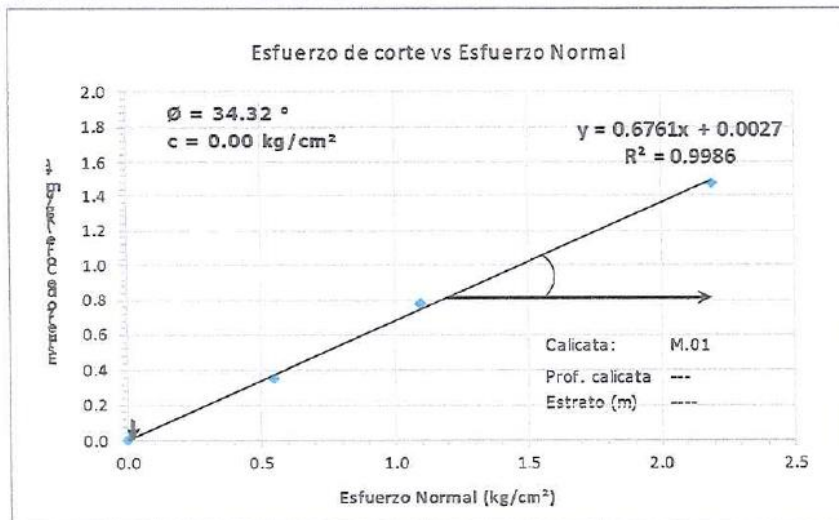
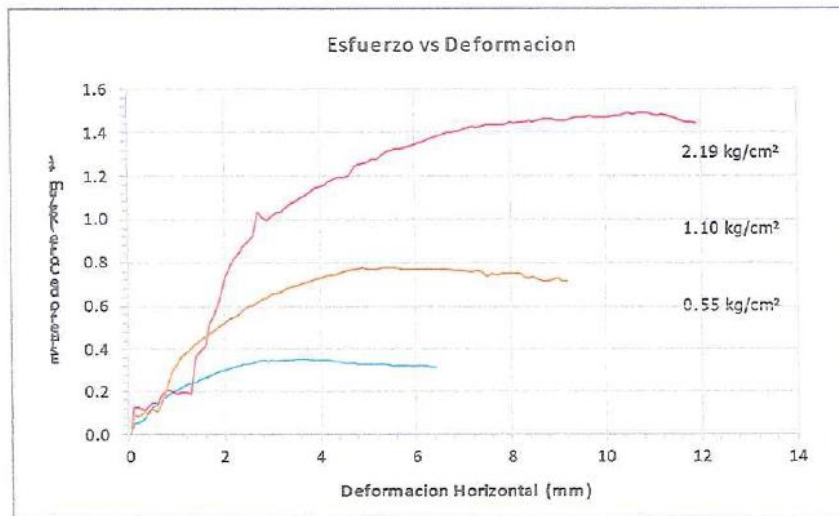
KLIDY ANTONIA BARBAAN CASTRO
 INGENIERA CIVIL
 CIP. 226848
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



Informe N° GEORB046102024
 Solicitante "UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA SELVA CENTRAL "JUAN SANTOS"
 Proyecto/Obra SERVICIO DE MUESTREO Y ENSAYOS EN LABORATORIO PARA LA CARACTERIZACIÓN DE SEDIMENTOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN "MODELAMIENTO NUMÉRICO DEL FLUJO DE ESCOMBROS EN LA CUENCA DEL RIO TORO, CHANCHAMAYO"
 Atención GEOCONSULT RB SAC
 Fecha de recepción sábado, 19 de Octubre de 2024
 Fecha de emisión viernes, 25 de Octubre de 2024

Codigo : NTP 339.171:2002 (revisada el 2017) (02 de 02)
 Titulo : SUELOS. Método de ensayo normalizado para el corte directo de arcillas bajo condiciones consolidadas drenadas. 1a Edición. Reemplaza a la NTP 339.171:2002



Nota: La prueba de corte directo fue realizada en la ciudad de Huancayo, en el local de la empresa JAMP Ingenieros SRI

Maquina de Corte Directo Digital Marca UTEST 5000N, Modelo UTS-2060 SMPR, N/S: 21/000992, con certificado de calibración N°0098-COE-2023, de fecha 22/11/2023. Datos de los patrones utilizados: Celda de Carga de 100 TN, Marca ZEMIC con certificado INF-LE N°039-23, con certificado de calibración por Cadent. Expediente : 0098

HON. L. PORTA CHUQUILLANQUI
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 303303
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE
 SUELOS Y CONCRETO

KEDY MONICA BARABAN CASTRO
 INGENIERA CIVIL
 CIP. 226848
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



Informe N° GEORB046102024
 Solicitante "UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA SELVA CENTRAL "JUAN SANTO
 Proyecto/Obra SERVICIO DE MUESTREO Y ENSAYOS EN LABORATORIO PARA LA
 CARACTERIZACIÓN DE SEDIMENTOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
 "MODELAMIENTO NUMÉRICO DEL FLUJO DE ESCOMBROS EN LA CUENCA DEL
 RIO TORO, CHANCHAMAYO"
 Atención GEOCONSULT RB SAC
 Fecha de recepción sábado, 19 de Octubre de 2024
 Fecha de emisión viernes, 25 de Octubre de 2024

Código : NTP 339.171:2002 (revisada el 2017) (01 de 02)
 Título : SUELOS. Método de ensayo normalizado para el corte directo de suelos bajo condiciones consolidadas drenadas. 1a Edición. Reemplaza a la NTP 339.171:2002

Esfuerzo Normal (kPa)	0.55	1.10	2.19
Altuza de caja de corte (cm)	1.97	1.97	1.97
Lado de la caja de corte (cm)	3.02	3.02	3.02
Densidad Humeda (g/cm ³)	2.239	2.239	2.239
Cont. Humedad (%)	15.23	15.23	15.23
Densidad Seca (g/cm ³)	1.943	1.943	1.943
Velocidad (mm/min)	0.5	0.5	0.5
Estado	Remoldeado		

Calicata:	C-02
Prof. calicata	3.00 m
Estrato (m)	1.90 - 2.00

Angulo de Fricción Interna (°)	34.52
Cohesión (Kpa/m ²)	0.00

Carga Aplicada (kg)		
0.5	1	2

Esfuerzo Normal = 0.55 kg/cm ²			Esfuerzo Normal = 1.10 kg/cm ²			Esfuerzo Normal = 2.19 kg/cm ²		
Deformación (mm)	Esfuerzo de Corte	Esfuerzo Normal	Deformación (mm)	Esfuerzo de Corte	Esfuerzo Normal	Deformación (mm)	Esfuerzo de Corte	Esfuerzo Normal
0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
0.10	0.11	0.20	0.10	0.08	0.07	0.10	0.12	0.05
0.20	0.16	0.29	0.20	0.09	0.09	0.20	0.12	0.05
0.30	0.20	0.36	0.30	0.07	0.07	0.30	0.10	0.04
0.40	0.22	0.41	0.40	0.13	0.12	0.40	0.14	0.06
0.50	0.25	0.46	0.50	0.27	0.25	0.50	0.16	0.07
0.60	0.27	0.49	0.60	0.33	0.30	0.60	0.38	0.17
0.70	0.29	0.52	0.70	0.38	0.34	0.70	0.51	0.23
0.80	0.32	0.59	0.80	0.42	0.38	0.80	0.72	0.33
0.90	0.33	0.61	0.90	0.46	0.42	0.90	0.85	0.39
1.00	0.35	0.64	1.00	0.49	0.45	1.00	0.97	0.44
1.10	0.36	0.66	1.10	0.51	0.46	1.10	1.02	0.46
1.20	0.37	0.67	1.20	0.53	0.49	1.20	1.09	0.50
1.30	0.37	0.68	1.30	0.57	0.52	1.30	1.15	0.52
1.40	0.38	0.70	1.40	0.59	0.54	1.40	1.18	0.54
1.50	0.39	0.71	1.50	0.61	0.55	1.50	1.22	0.55
1.60	0.39	0.71	1.60	0.63	0.57	1.60	1.25	0.57
1.70	0.39	0.72	1.70	0.64	0.58	1.70	1.27	0.58
1.80	0.39	0.72	1.80	0.64	0.59	1.80	1.30	0.59
1.90	0.40	0.72	1.90	0.65	0.59	1.90	1.31	0.60
2.00	0.39	0.72	2.00	0.67	0.61	2.00	1.33	0.61
2.10	0.40	0.72	2.10	0.68	0.62	2.10	1.35	0.61
2.20	0.40	0.72	2.20	0.68	0.62	2.20	1.36	0.62
2.30	0.39	0.72	2.30	0.69	0.63	2.30	1.37	0.62
2.40	0.39	0.72	2.40	0.70	0.64	2.40	1.38	0.63
2.50	0.39	0.72	2.50	0.70	0.64	2.50	1.37	0.63
2.60	0.39	0.71	2.60	0.71	0.64	2.60	1.38	0.63
2.70	0.39	0.71	2.70	0.71	0.65	2.70	1.38	0.63
2.80	0.39	0.70	2.80	0.72	0.66	2.80	1.39	0.63
2.90	0.39	0.70	2.90	0.72	0.66	2.90	1.39	0.63
3.00	0.38	0.70	3.00	0.73	0.66	3.00	1.40	0.64
3.10	0.38	0.69	3.10	0.73	0.67	3.10	1.40	0.64
3.20	0.38	0.69	3.20	0.74	0.67	3.20	1.40	0.64
3.30	0.38	0.69	3.30	0.74	0.68	3.30	1.41	0.64
3.40	0.37	0.68	3.40	0.74	0.68	3.40	1.43	0.65

JHON L. PORTA CHUQUILLANQUI
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 303303
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE
 SUELOS Y CONCRETO

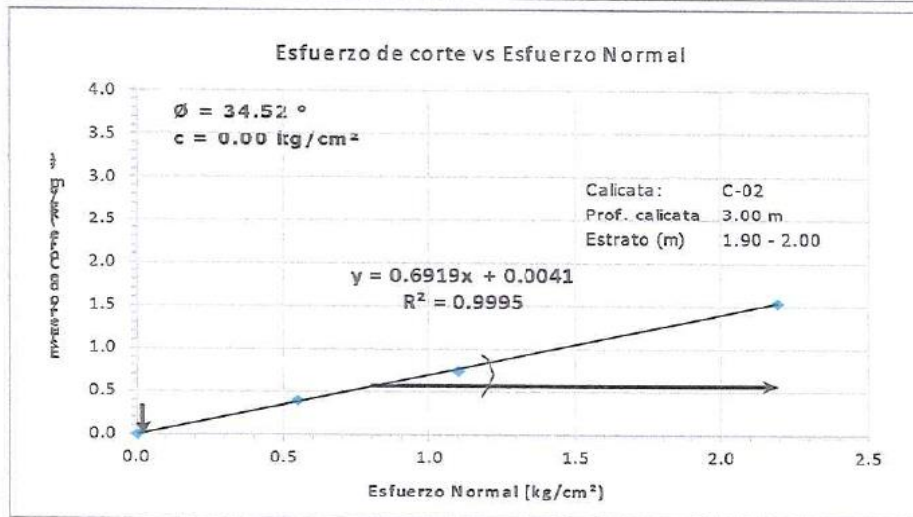
KELLY MONICA BARABAN CASTRO
 INGENIERA CIVIL
 CIP. 226848
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE
 SUELOS Y CONCRETO

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



Informe N° GEORB046102024
 Solicitante "UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA SELVA CENTRAL "JUAN SANTO CRISTÓBAL"
 Proyecto/Obra SERVICIO DE MUESTREO Y ENayos EN LABORATORIO PARA LA CARACTERIZACIÓN DE SEDIMENTOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN "MODELAMIENTO NUMÉRICO DEL FLUJO DE ESCOMBROS EN LA CUENCA DEL RIO TORO CHANCHAMAYO"
 Atención GEOCONSULT RB SAC
 Fecha de recepción sábado, 19 de Octubre de 2024
 Fecha de emisión viernes, 25 de Octubre de 2024

Código : NTP 339.171.2002 (revisada el 2017) (02 de 02)
 Título : SUELOS. Método de ensayo normalizado para el corte directo de suelos bajo condiciones consolidadas drenadas. 1a Edición. Reemplaza a la NTP 339.171.2002



Nota: La prueba de corte directo fue realizada en la ciudad de Huancayo, en el local de la empresa JAMP Ingenieros SR

Maquina de Corte Directo Digital Marca UTEST 5000N, Modelo UTS-2060 SMPR, N/S: 21/000992, con certificado de calibracion N°0098-COE-2023, de fecha 22/11/2023. Datos de los patrones utilizados: Celda de Carga de 100 TN, Marca ZEMIC con certificado INF-LE N°039-23, con certificado de calibracion por Cadent. Expediente : 0098

THON L. PORTA CHUQUILLANQUI
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 303303
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE
 SUELOS Y CONCRETO

KLUDY MONICA BARBARAN CASTRO
 INGENIERA CIVIL
 CIP. 226848
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE
 SUELOS Y CONCRETO

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



Informe N° GEORB046102024
 Solicitante "UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA SELVA CENTRAL "JUAN SANTO
 Proyecto/Obra SERVICIO DE MUESTREO Y ENSAYOS EN LABORATORIO PARA LA
 CARACTERIZACIÓN DE SEDIMENTOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
 "MODELAMIENTO NUMÉRICO DEL FLUJO DE ESCOMBROS EN LA CUENCA DEL
 RIO TORO, CHANCHAMAYO"
 Atención GEOCONSULT RB SAC
 Fecha de recepción sábado, 19 de Octubre de 2024
 Fecha de emisión viernes, 25 de Octubre de 2024

Codigo : NTP 339.171:2002 (revisada el 2017) (01 de 02)
 Titulo : SUELOS. Método de ensayo normalizado para el corte directo de suelos bajo condiciones consolidadas drenadas. 1a Edición. Reemplaza a la NTP 339.171:2002

Esfuerzo Normal (kPa)	0.55	1.10	2.19
Altura de caja de corte (cm)	1.97	1.97	1.97
Lado de la caja de corte (cm)	3.02	3.02	3.02
Densidad Humeda (g/cm³)	2.198	2.198	2.198
Cont. Humedad (%)	14.98	14.98	14.98
Densidad Seca (g/cm³)	1.912	1.912	1.912
Velocidad (mm/min)	0.5	0.5	0.5
Estado	Remoldeado		

Calicata:	M.01
Prof. calicata	---
Estrato (m)	---

Angulo de Fricción Interna (°)	33.90
Cohesión (Kpa/m²)	0.00

Carga Aplicada (kg)		
0.5	1	2

Esfuerzo Normal = 0.55 kg/cm²			Esfuerzo Normal = 1.10 kg/cm²			Esfuerzo Normal = 2.19 kg/cm²		
Deformación (mm)	Esfuerzo de Corte	Esfuerzo Normal	Deformación (mm)	Esfuerzo de Corte	Esfuerzo Normal	Deformación (mm)	Esfuerzo de Corte	Esfuerzo Normal
0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.13	0.06
0.10	0.05	0.09	0.10	0.05	0.04	0.10	0.14	0.07
0.20	0.05	0.09	0.20	0.09	0.09	0.20	0.15	0.07
0.30	0.05	0.09	0.30	0.10	0.09	0.30	0.32	0.15
0.40	0.05	0.10	0.40	0.22	0.20	0.40	0.56	0.26
0.50	0.06	0.10	0.50	0.30	0.27	0.50	0.68	0.31
0.60	0.06	0.11	0.60	0.36	0.33	0.60	0.80	0.37
0.70	0.06	0.12	0.70	0.40	0.36	0.70	0.86	0.39
0.80	0.06	0.12	0.80	0.43	0.39	0.80	0.92	0.42
0.90	0.07	0.12	0.90	0.45	0.41	0.90	0.97	0.44
1.00	0.07	0.12	1.00	0.49	0.44	1.00	1.00	0.46
1.10	0.07	0.13	1.10	0.51	0.47	1.10	1.02	0.46
1.20	0.07	0.14	1.20	0.53	0.48	1.20	1.05	0.48
1.30	0.08	0.14	1.30	0.55	0.50	1.30	1.08	0.49
1.40	0.08	0.15	1.40	0.56	0.51	1.40	1.11	0.51
1.50	0.09	0.16	1.50	0.58	0.53	1.50	1.13	0.52
1.60	0.09	0.16	1.60	0.59	0.53	1.60	1.17	0.53
1.70	0.14	0.26	1.70	0.60	0.54	1.70	1.20	0.55
1.80	0.19	0.34	1.80	0.60	0.55	1.80	1.24	0.56
1.90	0.23	0.42	1.90	0.61	0.56	1.90	1.24	0.57
2.00	0.28	0.52	2.00	0.61	0.56	2.00	1.28	0.58
2.10	0.30	0.54	2.10	0.62	0.56	2.10	1.30	0.59
2.20	0.32	0.57	2.20	0.62	0.57	2.20	1.29	0.59
2.30	0.33	0.60	2.30	0.63	0.57	2.30	1.28	0.59
2.40	0.34	0.62	2.40	0.63	0.58	2.40	1.29	0.59
2.50	0.35	0.64	2.50	0.64	0.58	2.50	1.28	0.59
2.60	0.36	0.66	2.60	0.64	0.58	2.60	1.31	0.59
2.70	0.36	0.65	2.70	0.64	0.59	2.70	1.33	0.60
2.80	0.38	0.69	2.80	0.65	0.59	2.80	1.34	0.61
2.90	0.38	0.70	2.90	0.65	0.59	2.90	1.34	0.61
3.00	0.39	0.70	3.00	0.65	0.59	3.00	1.36	0.62
3.10	0.39	0.71	3.10	0.65	0.59	3.10	1.37	0.62
3.20	0.39	0.72	3.20	0.65	0.59	3.20	1.38	0.63
3.30	0.40	0.72	3.30	0.65	0.59	3.30	1.38	0.63
3.40	0.40	0.72	3.40	0.65	0.60	3.40	1.38	0.63

MONI PORTA CHUQUILLANQUI
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 303303
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

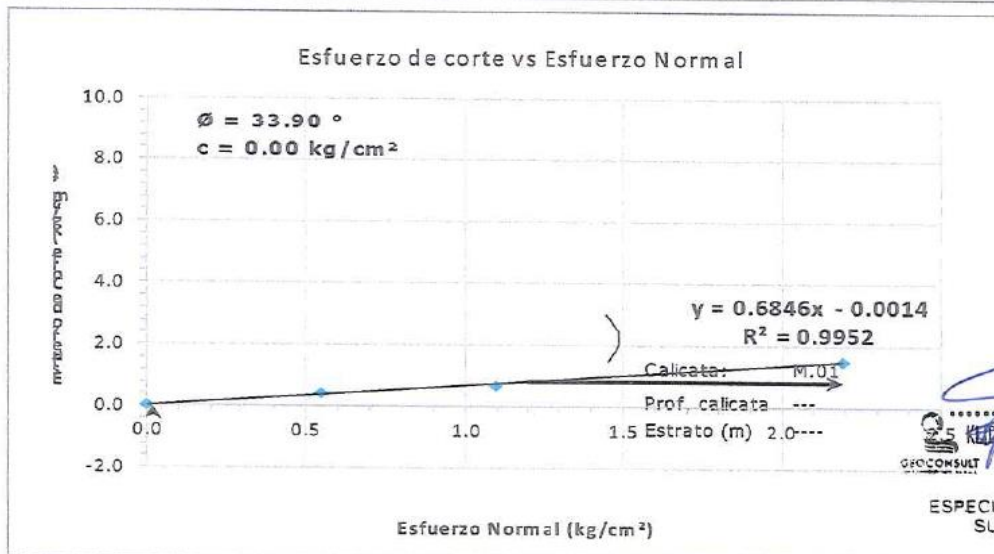
KLIDY MONICA BARABAN CASTRO
 INGENIERA CIVIL
 CIP. 3266

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



Informe N° GEORB046102024
 Solicitante "UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA SELVA CENTRAL "JUAN SANTO
 Proyecto/Obra SERVICIO DE MUESTREO Y ENSAYOS EN LABORATORIO PARA LA
 CARACTERIZACIÓN DE SEDIMENTOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
 "MODELAMIENTO NUMÉRICO DEL FLUJO DE ESCOMBROS EN LA CUENCA DEL
 RIO TORO, CHANCHAMAYO"
 Atención GEOCONSULT RB SAC
 Fecha de recepción sábado, 19 de Octubre de 2024
 Fecha de emisión viernes, 25 de Octubre de 2024

Codigo : NTP 339.171:2002 (revisada el 2017) (02 de 02)
 Titulo : SUELOS. Método de ensayo normalizado para el corte directo de suelos bajo condiciones consolidadas arenadas. 1a Edición. Reemplaza a la NTP 339.171:2002



MONICA BARBARAN CASTRO
 INGENIERA CIVIL
 CIP. 226848
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE
 SUELOS Y CONCRETO

Nota: La prueba de corte directo fue realizada en la ciudad de Huancayo, en el local de la empresa JAMP Ingenieros SR

Maquina de Corte Directo Digital Marca UTEST 5000N, Modelo UTS-2060 SMPR, N/S: 21/000992, con certificado de calibración N°0098-COE-2023, de fecha 22/11/2023. Datos de los patrones utilizados: Celda de Carga de 100 TN, Marca ZEMIC con certificado INF-LE N°039-23, con certificado de calibración por Cadent. Expediente : 0098

ANALISIS DE CAPACIDAD ADMISIBLE LOCAL

PROYECTO: SERVICIO DE MUESTREO Y ENSAYOS EN LABORATORIO PARA LA CARACTERIZACIÓN DE SEDIMENTOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN "MODELAMIENTO NUMÉRICO DEL FLUJO DE ESCOMBROS EN LA CUENCA DEL RIO TORO, CHANCHAMAYO"

SOLICITANTE: UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA SELVA CENTRAL "JUAN SANTOSA ATAHUALPA"

APLICACIÓN: C-1

CLASIFICACION SUCE: SP-26

FECHA: Oct 24

CIMENTACION

DATOS GENERALES:

Cohesión C = 0.00 kg/cm²

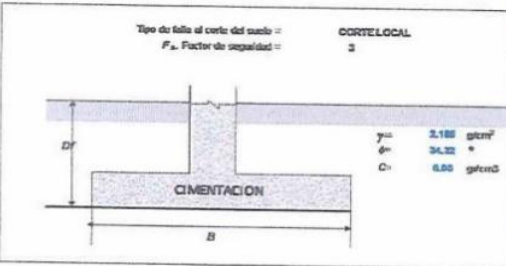
Ángulo de fricción φ = 34.32 °

Factor de seguridad FS = 3.00

Cohesión del suelo (repetida por falta de corte) C' = 0.00 kg/cm²

Ángulo de fricción (repetido por falta de corte) φ' = 24.47 °

Peso específico del suelo γ = 0.00210 kg/cm³



$q_{ua} = CN_c S_c + \gamma D_f N_q S_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma S_\gamma$ CIMENTACION CORRIDA

$q_{ua} = 1.3 CN_c S_c + \gamma D_f N_q S_q + 0.4 \gamma B N_\gamma S_\gamma$ CIMENTACION CUADRADA

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA:

N_c: 10.57

N_q: 10.00

N_γ: 10.00

N_q/C: 0.51

DATOS PARA EL ASESITAMIENTO SOCIAL

Indicador de presión: 0.40

Indicador de elasticidad del suelo: 0.000

Factor de forma y ángulo: cimentación corrida: 210

Factor de forma y ángulo: cimentación cuadrada: 112

Factor de forma y ángulo: cimentación rectangular: 103

$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$

$N_q = \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\phi'}{2} \right) e^{\pi \tan \phi'}$

$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi'$

$S_c = 1 + \frac{N_q B}{N_c L}$

$S_q = 1 + \frac{B}{L} \tan \phi$

$S_\gamma = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$

CIMENTACION CORRIDA							
B (cm)	Df (cm)	Sc	Sq	Sγ	qu (kg/cm ²)	qadm (kg/cm ²)	Sc (cm)
80	100	1.0	1.0	1.0	0.355	0.355	0.262
80	100	1.0	1.0	1.0	3.093	1.029	0.290
100	100	1.0	1.0	1.0	3.308	1.102	0.300
120	100	1.0	1.0	1.0	3.527	1.176	0.400
80	120	1.0	1.0	1.0	3.320	1.102	0.250
90	120	1.0	1.0	1.0	3.527	1.176	0.322
100	120	1.0	1.0	1.0	3.747	1.248	0.441
120	120	1.0	1.0	1.0	3.968	1.320	0.520
80	150	1.0	1.0	1.0	3.907	1.322	0.290
90	150	1.0	1.0	1.0	4.128	1.396	0.304
100	150	1.0	1.0	1.0	4.408	1.469	0.500
120	150	1.0	1.0	1.0	4.629	1.543	0.600

CIMENTACION CUADRADA								
B (cm)	L (cm)	Df (cm)	Sc	Sq	Sγ	qu (kg/cm ²)	qadm (kg/cm ²)	Sc (cm)
100	100	150	1.51	1.40	0.00	5.239	1.700	0.33
100	100	170	1.51	1.40	0.00	5.901	1.904	0.39
100	100	190	1.51	1.40	0.00	6.622	2.207	0.42
100	100	210	1.51	1.40	0.00	7.294	2.421	0.46
100	100	230	1.51	1.40	0.00	7.925	2.625	0.50
100	100	250	1.51	1.40	0.00	8.548	2.829	0.54
100	100	270	1.51	1.40	0.00	9.162	3.023	0.58
100	100	290	1.51	1.40	0.00	9.769	3.217	0.62
100	100	310	1.51	1.40	0.00	10.478	3.411	0.66
125	125	150	1.51	1.40	0.00	5.472	1.824	0.43
125	125	170	1.51	1.40	0.00	6.113	2.028	0.46
125	125	190	1.51	1.40	0.00	6.755	2.232	0.50
125	125	210	1.51	1.40	0.00	7.398	2.435	0.54
125	125	230	1.51	1.40	0.00	8.037	2.639	0.58
125	125	250	1.51	1.40	0.00	8.679	2.843	0.62
125	125	270	1.51	1.40	0.00	9.320	3.047	0.66
125	125	290	1.51	1.40	0.00	9.961	3.251	0.70
125	125	310	1.51	1.40	0.00	10.602	3.455	0.74
150	150	150	1.51	1.40	0.00	5.804	1.928	0.53
150	150	170	1.51	1.40	0.00	6.245	2.092	0.59
150	150	190	1.51	1.40	0.00	6.687	2.256	0.65
150	150	210	1.51	1.40	0.00	7.129	2.420	0.71
150	150	230	1.51	1.40	0.00	7.571	2.584	0.77
150	150	250	1.51	1.40	0.00	8.013	2.748	0.83
150	150	270	1.51	1.40	0.00	8.455	2.912	0.89
150	150	290	1.51	1.40	0.00	8.897	3.076	0.95
150	150	310	1.51	1.40	0.00	9.339	3.240	1.01
200	200	150	1.51	1.40	0.00	6.980	1.925	0.74
200	200	170	1.51	1.40	0.00	7.510	2.170	0.82
200	200	190	1.51	1.40	0.00	8.040	2.414	0.90
200	200	210	1.51	1.40	0.00	8.570	2.658	0.98
200	200	230	1.51	1.40	0.00	9.100	2.902	1.06
200	200	250	1.51	1.40	0.00	9.630	3.146	1.14
200	200	270	1.51	1.40	0.00	10.160	3.390	1.22
200	200	290	1.51	1.40	0.00	10.690	3.634	1.30
200	200	310	1.51	1.40	0.00	11.220	3.878	1.38

CIMENTACION RECTANGULAR								
B (cm)	L (cm)	Df (cm)	Sc	Sq	Sγ	qu (kg/cm ²)	qadm (kg/cm ²)	Sc (cm)
120	140	150	1.43	1.53	0.00	6.757	1.919	0.59
120	140	170	1.43	1.53	0.00	6.421	2.144	0.65
120	140	190	1.43	1.53	0.00	7.103	2.369	0.73
120	140	210	1.43	1.53	0.00	7.785	2.594	0.80
120	140	230	1.43	1.53	0.00	8.467	2.819	0.87
120	140	250	1.43	1.53	0.00	9.149	3.044	0.94
120	140	270	1.43	1.53	0.00	9.831	3.269	1.01
120	140	290	1.43	1.53	0.00	10.513	3.493	1.09
120	140	310	1.43	1.53	0.00	11.195	3.718	1.15
150	200	150	1.26	1.01	0.70	6.228	2.070	0.90
150	200	170	1.26	1.01	0.70	6.940	2.315	0.99
150	200	190	1.26	1.01	0.70	7.654	2.551	1.08
150	200	210	1.26	1.01	0.70	8.368	2.786	1.17
150	200	230	1.26	1.01	0.70	9.082	3.021	1.27
150	200	250	1.26	1.01	0.70	9.796	3.256	1.36
150	200	270	1.26	1.01	0.70	10.510	3.491	1.45
150	200	290	1.26	1.01	0.70	11.224	3.726	1.54
150	200	310	1.26	1.01	0.70	11.938	3.961	1.63
180	240	150	1.00	1.01	0.70	6.423	2.141	0.99
180	240	170	1.00	1.01	0.70	7.137	2.377	1.10
180	240	190	1.00	1.01	0.70	7.851	2.613	1.21
180	240	210	1.00	1.01	0.70	8.565	2.849	1.32
180	240	230	1.00	1.01	0.70	9.279	3.085	1.43
180	240	250	1.00	1.01	0.70	9.993	3.321	1.54
180	240	270	1.00	1.01	0.70	10.707	3.557	1.65
180	240	290	1.00	1.01	0.70	11.421	3.793	1.76
180	240	310	1.00	1.01	0.70	12.135	4.029	1.87
250	300	150	1.42	1.55	0.07	6.081	2.194	1.41
250	300	170	1.42	1.55	0.07	7.203	2.421	1.58
250	300	190	1.42	1.55	0.07	7.944	2.648	1.76
250	300	210	1.42	1.55	0.07	8.685	2.875	1.95
250	300	230	1.42	1.55	0.07	9.426	3.102	2.14
250	300	250	1.42	1.55	0.07	10.167	3.329	2.34
250	300	270	1.42	1.55	0.07	10.908	3.556	2.54
250	300	290	1.42	1.55	0.07	11.649	3.783	2.74
250	300	310	1.42	1.55	0.07	12.390	4.010	2.94

INGENIERO CIVIL
CIP. 303303

ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

INGENIERA CIVIL
CIP. 226848

ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

ANALISIS DE CAPACIDAD ADMISIBLE LOCAL

PROYECTO: SERVICIO DE MUESTREO Y ENSAYOS EN LABORATORIO PARA LA CARACTERIZACION DE SEDIMENTOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACION "MODELAMIENTO NUMERICO DEL FLUJO DE ESCOMBROS EN LA CUENCA DEL RIO TORO, CANTON MAYO"

SOLICITANTE: UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA SELVA CENTRAL "JUAN SANTOSA ATAHUALPA"

APLICACION: C-2

CLASIFICACION SUCE: SP - 08

FECHA: Oct. 24

CIMENTACION

DATOS GENERALES:

Cohesion C = 0.00 kg/cm²

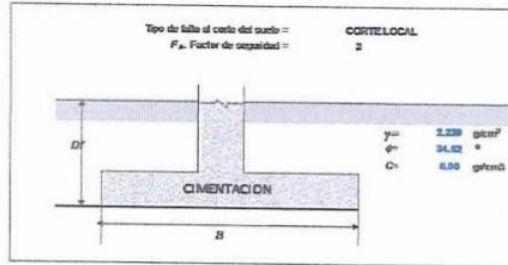
Angulo de friccion φ = 24.52 °

Factor de seguridad FS = 3.00

Cohesion del suelo (aportada por tabla al corte) C' = 0.00 kg/cm²

Angulo de friccion interna (aportada por tabla al corte) φ' = 24.52 °

Peso especifico del suelo γ = 0.00224 kg/cm³



CAPACIDAD DE CARGA

$$q_u = CN_c S_c + \gamma D_f N_q S_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma S_\gamma$$

CIMENTACION CORRIDA

$$q_u = 1.3 CN_c S_c + \gamma D_f N_q S_q + 0.4 \gamma B N_\gamma S_\gamma$$

CIMENTACION CUADRADA

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA:

N_c: 20.19

N_q: 10.20

N_γ: 10.35

N_q/N_c: 0.51

DATOS PARA EL ASENTAMIENTO INICIAL

Indicador de presión e_s: 0.68

Módulo de elasticidad del suelo E_s: 8000

Factor de forma y ángulo cimentacion corrida F_{sc}: 310

Factor de forma y ángulo cimentacion cuadrada F_{sc}: 112

Factor de forma y ángulo cimentacion rectangular F_{sc}: 182

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$S_c = 1 + \frac{N_q B}{N_c L}$$

$$N_q = \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\phi'}{2} \right) e^{\pi \tan \phi'}$$

$$S_q = 1 + \frac{B}{L} \cdot \tan \phi$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi'$$

$$S_\gamma = 1 - 0.4 \cdot \frac{B}{L}$$

CIMENTACION CORRIDA							
B (cm)	Df (cm)	Sc	Sq	Sγ	qu (kg/cm ²)	qudm (kg/cm ²)	Sc (cm)
80	100	1.0	1.0	1.0	2.901	0.907	0.291
80	100	1.0	1.0	1.0	3.222	1.074	0.200
100	100	1.0	1.0	1.0	2.452	1.151	0.400
120	100	1.0	1.0	1.0	3.054	1.229	0.520
80	120	1.0	1.0	1.0	3.456	1.150	0.240
80	120	1.0	1.0	1.0	3.681	1.207	0.240
100	120	1.0	1.0	1.0	3.927	1.304	0.400
120	120	1.0	1.0	1.0	4.143	1.391	0.520
80	150	1.0	1.0	1.0	4.128	1.300	0.202
80	150	1.0	1.0	1.0	4.370	1.407	0.411
100	150	1.0	1.0	1.0	4.601	1.524	0.641
120	150	1.0	1.0	1.0	4.825	1.611	0.802

CIMENTACION CUADRADA								
B (cm)	L (cm)	Df (cm)	Sc	Sq	Sγ	qu (kg/cm ²)	qudm (kg/cm ²)	Sc (cm)
100	100	150	1.51	1.40	0.90	5.578	1.800	0.35
100	100	170	1.51	1.40	0.88	6.259	2.000	0.38
100	100	190	1.51	1.40	0.86	6.939	2.200	0.43
100	100	210	1.51	1.40	0.84	7.599	2.400	0.48
100	100	230	1.51	1.40	0.82	8.259	2.753	0.52
100	100	250	1.51	1.40	0.80	8.939	2.977	0.56
100	100	270	1.51	1.40	0.78	9.600	3.200	0.60
100	100	290	1.51	1.40	0.76	10.270	3.423	0.64
100	100	310	1.51	1.40	0.74	10.940	3.647	0.68
125	125	150	1.51	1.40	0.89	5.719	1.900	0.45
125	125	170	1.51	1.40	0.87	6.380	2.130	0.50
125	125	190	1.51	1.40	0.85	7.039	2.363	0.55
125	125	210	1.51	1.40	0.83	7.720	2.570	0.61
125	125	230	1.51	1.40	0.81	8.380	2.800	0.66
125	125	250	1.51	1.40	0.79	9.039	3.023	0.71
125	125	270	1.51	1.40	0.77	9.720	3.240	0.76
125	125	290	1.51	1.40	0.75	10.400	3.470	0.80
125	125	310	1.51	1.40	0.73	11.070	3.693	0.87
150	150	150	1.51	1.40	0.88	5.850	1.950	0.55
150	150	170	1.51	1.40	0.86	6.520	2.170	0.61
150	150	190	1.51	1.40	0.84	7.180	2.390	0.66
150	150	210	1.51	1.40	0.82	7.839	2.620	0.74
150	150	230	1.51	1.40	0.80	8.520	2.840	0.80
150	150	250	1.51	1.40	0.78	9.200	3.030	0.87
150	150	270	1.51	1.40	0.76	9.870	3.253	0.93
150	150	290	1.51	1.40	0.74	10.540	3.510	0.99
150	150	310	1.51	1.40	0.72	11.210	3.720	1.05
200	200	150	1.51	1.40	0.83	6.130	2.040	0.77
200	200	170	1.51	1.40	0.81	6.800	2.280	0.85
200	200	190	1.51	1.40	0.79	7.470	2.482	0.94
200	200	210	1.51	1.40	0.77	8.140	2.715	1.02
200	200	230	1.51	1.40	0.75	8.820	2.928	1.11
200	200	250	1.51	1.40	0.73	9.490	3.162	1.19
200	200	270	1.51	1.40	0.71	10.150	3.385	1.27
200	200	290	1.51	1.40	0.69	10.820	3.630	1.35
200	200	310	1.51	1.40	0.67	11.490	3.872	1.44

CIMENTACION RECTANGULAR								
B (cm)	L (cm)	Df (cm)	Sc	Sq	Sγ	qu (kg/cm ²)	qudm (kg/cm ²)	Sc (cm)
120	140	150	1.44	1.50	0.88	6.039	2.000	0.62
120	140	170	1.44	1.50	0.86	6.720	2.240	0.68
120	140	190	1.44	1.50	0.84	7.400	2.470	0.75
120	140	210	1.44	1.50	0.82	8.080	2.710	0.84
120	140	230	1.44	1.50	0.80	8.760	2.940	0.91
120	140	250	1.44	1.50	0.78	9.440	3.180	0.98
120	140	270	1.44	1.50	0.76	10.120	3.410	1.05
120	140	290	1.44	1.50	0.74	10.800	3.650	1.13
120	140	310	1.44	1.50	0.72	11.480	3.890	1.20
150	200	150	1.38	1.61	0.78	6.520	2.174	0.84
150	200	170	1.38	1.61	0.76	7.200	2.421	0.93
150	200	190	1.38	1.61	0.74	7.880	2.639	1.03
150	200	210	1.38	1.61	0.72	8.560	2.915	1.12
150	200	230	1.38	1.61	0.70	9.240	3.191	1.22
150	200	250	1.38	1.61	0.68	9.920	3.468	1.31
150	200	270	1.38	1.61	0.66	10.600	3.745	1.41
150	200	290	1.38	1.61	0.64	11.280	4.022	1.50
150	200	310	1.38	1.61	0.62	11.960	4.300	1.60
180	240	150	1.38	1.61	0.78	6.717	2.238	1.04
180	240	170	1.38	1.61	0.76	7.407	2.486	1.15
180	240	190	1.38	1.61	0.74	8.100	2.733	1.26
180	240	210	1.38	1.61	0.72	8.790	2.979	1.38
180	240	230	1.38	1.61	0.70	9.480	3.226	1.49
180	240	250	1.38	1.61	0.68	10.170	3.473	1.61
180	240	270	1.38	1.61	0.66	10.860	3.720	1.72
180	240	290	1.38	1.61	0.64	11.550	3.967	1.83
180	240	310	1.38	1.61	0.62	12.240	4.214	1.94
250	300	150	1.42	1.55	0.87	6.882	2.264	1.47
250	300	170	1.42	1.55	0.85	7.595	2.522	1.58
250	300	190	1.42	1.55	0.83	8.307	2.780	1.70
250	300	210	1.42	1.55	0.81	9.019	3.038	1.83
250	300	230	1.42	1.55	0.79	9.731	3.294	2.00
250	300	250	1.42	1.55	0.77	10.443	3.551	2.24
250	300	270	1.42	1.55	0.75	11.155	3.770	2.39
250	300	290	1.42	1.55	0.73	11.867	3.989	2.54
250	300	310	1.42	1.55	0.71	12.579	4.210	2.69

[Signature]

INGENIERO CIVIL
CIP. 303303
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

[Signature]

INGENIERA CIVIL
CIP. 226848
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

ANALISIS DE CAPACIDAD ADMISIBLE LOCAL

PROYECTO: SERVICIO DE MUESTREO Y ENSAYOS EN LABORATORIO PARA LA CARACTERIZACIÓN DE SEDIMENTOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN "MODELAMIENTO NUMÉRICO DEL FLUJO DE ESCOMBROS EN LA CIENAGA DEL RIO TORO, GUANACAMAYO"

SOLICITANTE: UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA SELVA CENTRAL "AJAN SANTOSA ATAHUALPA"

INSTITUCIÓN: C-3

CLASIFICACIÓN SUCE: OP - GM

FECHA: Oct 24

CIMENTACION

DATOS GENERALES:

Cohesión $c = 6.00 \text{ kg/cm}^2$

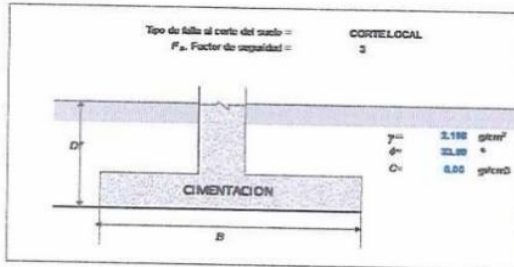
Ángulo de fricción $\phi = 33.99^\circ$

Factor de seguridad $F_s = 3.00$

Cohesión del suelo (ajustada por falta al corte) $c' = 6.00 \text{ kg/cm}^2$

Ángulo de fricción (ajustado por falta al corte) $\phi' = 24.13^\circ$

Peso específico del suelo $\gamma = 0.0020 \text{ kg/cm}^3$



CAPACIDAD DE CARGA

$$q_u = CN_c S_c + \gamma D_f N_q S_q + \frac{1}{2} \gamma B N_y S_y$$

CIMENTACION CORRIDA

$$q_u = 1.3CN_c S_c + \gamma D_f N_q S_q + 0.4\gamma B N_y S_y$$

CIMENTACION CUADRADA

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA:

N_c : 10.50

N_q : 0.74

N_y : 0.62

N_q/N_c : 0.50

DATOS PARA EL ASISTENTE SOCIAL

relación de poisson: 0.48

Módulo de elasticidad del suelo: 0000

Factor de forma y ángulo cimentación corrida: 210

Factor de forma y ángulo cimentación cuadrada: 112

Factor de forma y ángulo cimentación rectangular: 103

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$S_c = 1 + \frac{N_q B}{N_c L}$$

$$N_q = \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\phi'}{2} \right) e^{\pi \tan \phi'}$$

$$S_q = 1 + \frac{B}{L} \tan \phi'$$

$$N_y = 2(N_q + 1) \tan \phi'$$

$$S_y = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$$

CIMENTACION CORRIDA								
B (cm)	Df (cm)	Sc	Sq	Sy	qu (kg/cm2)	quadm (kg/cm2)	Sc (cm)	
80	100	1.0	1.0	1.0	2.774	0.295	0.100	
100	100	1.0	1.0	1.0	2.983	0.295	0.201	
100	100	1.0	1.0	1.0	3.197	1.005	0.300	
120	100	1.0	1.0	1.0	3.409	1.130	0.401	
80	120	1.0	1.0	1.0	3.202	1.007	0.200	
100	120	1.0	1.0	1.0	3.414	1.130	0.301	
100	120	1.0	1.0	1.0	3.625	1.260	0.400	
120	120	1.0	1.0	1.0	3.835	1.279	0.501	
80	150	1.0	1.0	1.0	3.944	1.261	0.271	
100	150	1.0	1.0	1.0	4.155	1.392	0.302	
100	150	1.0	1.0	1.0	4.267	1.422	0.402	
120	150	1.0	1.0	1.0	4.478	1.493	0.502	

CIMENTACION CUADRADA								
B (cm)	L (cm)	Df (cm)	Sc	Sq	Sy	qu (kg/cm2)	quadm (kg/cm2)	Sc (cm)
100	100	150	1.50	1.45	0.00	5.105	1.710	0.22
100	100	170	1.50	1.45	0.00	5.775	1.825	0.36
100	100	190	1.50	1.45	0.00	6.305	2.132	0.40
100	100	210	1.50	1.45	0.00	7.014	2.338	0.44
100	100	230	1.50	1.45	0.00	7.624	2.545	0.48
100	100	250	1.50	1.45	0.00	8.234	2.751	0.52
100	100	270	1.50	1.45	0.00	8.843	2.958	0.56
100	100	290	1.50	1.45	0.00	9.453	3.164	0.60
100	100	310	1.50	1.45	0.00	10.063	3.371	0.64
125	125	150	1.50	1.45	0.00	5.292	1.701	0.41
125	125	170	1.50	1.45	0.00	5.902	1.807	0.45
125	125	190	1.50	1.45	0.00	6.511	2.174	0.51
125	125	210	1.50	1.45	0.00	7.121	2.380	0.57
125	125	230	1.50	1.45	0.00	7.731	2.587	0.61
125	125	250	1.50	1.45	0.00	8.341	2.794	0.65
125	125	270	1.50	1.45	0.00	8.951	3.000	0.71
125	125	290	1.50	1.45	0.00	9.561	3.207	0.75
125	125	310	1.50	1.45	0.00	10.171	3.413	0.79
150	150	150	1.50	1.45	0.00	5.409	1.803	0.51
150	150	170	1.50	1.45	0.00	6.029	2.010	0.57
150	150	190	1.50	1.45	0.00	6.649	2.216	0.63
150	150	210	1.50	1.45	0.00	7.269	2.423	0.69
150	150	230	1.50	1.45	0.00	7.889	2.629	0.74
150	150	250	1.50	1.45	0.00	8.509	2.836	0.79
150	150	270	1.50	1.45	0.00	9.129	3.042	0.85
150	150	290	1.50	1.45	0.00	9.749	3.249	0.91
150	150	310	1.50	1.45	0.00	10.369	3.456	0.96
200	200	150	1.50	1.45	0.00	5.625	1.888	0.71
200	200	170	1.50	1.45	0.00	6.245	2.094	0.79
200	200	190	1.50	1.45	0.00	6.865	2.301	0.87
200	200	210	1.50	1.45	0.00	7.485	2.507	0.94
200	200	230	1.50	1.45	0.00	8.105	2.714	1.02
200	200	250	1.50	1.45	0.00	8.725	2.920	1.10
200	200	270	1.50	1.45	0.00	9.345	3.127	1.18
200	200	290	1.50	1.45	0.00	9.965	3.334	1.25
200	200	310	1.50	1.45	0.00	10.585	3.540	1.33

CIMENTACION RECTANGULAR								
B (cm)	L (cm)	Df (cm)	Sc	Sq	Sy	qu (kg/cm2)	quadm (kg/cm2)	Sc (cm)
120	140	150	1.43	1.52	0.00	5.554	1.851	0.57
120	140	170	1.43	1.52	0.00	6.200	2.008	0.64
120	140	190	1.43	1.52	0.00	6.846	2.265	0.71
120	140	210	1.43	1.52	0.00	7.500	2.563	0.77
120	140	230	1.43	1.52	0.00	8.154	2.770	0.84
120	140	250	1.43	1.52	0.00	8.808	2.978	0.91
120	140	270	1.43	1.52	0.00	9.462	3.155	0.97
120	140	290	1.43	1.52	0.00	10.116	3.372	1.04
120	140	310	1.43	1.52	0.00	10.770	3.589	1.11
150	200	150	1.37	1.00	0.70	6.015	2.005	0.77
150	200	170	1.37	1.00	0.70	6.689	2.253	0.86
150	200	190	1.37	1.00	0.70	7.363	2.461	0.95
150	200	210	1.37	1.00	0.70	8.037	2.680	1.04
150	200	230	1.37	1.00	0.70	8.711	2.917	1.12
150	200	250	1.37	1.00	0.70	9.385	3.144	1.21
150	200	270	1.37	1.00	0.70	10.059	3.372	1.30
150	200	290	1.37	1.00	0.70	10.733	3.600	1.39
150	200	310	1.37	1.00	0.70	11.407	3.828	1.48
180	240	150	1.37	1.00	0.70	6.195	2.004	0.80
180	240	170	1.37	1.00	0.70	6.870	2.252	0.90
180	240	190	1.37	1.00	0.70	7.544	2.500	1.00
180	240	210	1.37	1.00	0.70	8.219	2.748	1.10
180	240	230	1.37	1.00	0.70	8.893	2.996	1.20
180	240	250	1.37	1.00	0.70	9.568	3.244	1.30
180	240	270	1.37	1.00	0.70	10.242	3.492	1.40
180	240	290	1.37	1.00	0.70	10.917	3.740	1.50
180	240	310	1.37	1.00	0.70	11.591	3.988	1.60
250	300	150	1.42	1.54	0.67	6.345	2.115	1.20
250	300	170	1.42	1.54	0.67	7.020	2.363	1.30
250	300	190	1.42	1.54	0.67	7.695	2.611	1.40
250	300	210	1.42	1.54	0.67	8.370	2.859	1.50
250	300	230	1.42	1.54	0.67	9.045	3.107	1.60
250	300	250	1.42	1.54	0.67	9.720	3.355	1.70
250	300	270	1.42	1.54	0.67	10.395	3.603	1.80
250	300	290	1.42	1.54	0.67	11.070	3.851	1.90
250	300	310	1.42	1.54	0.67	11.745	4.099	2.00

[Signature]

HONTA PORTA CHUQUILLANQUI
INGENIERO CIVIL
CIP. 303303
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

[Signature]

KILBY MONICA BARBARAN CASTRO
INGENIERA CIVIL
CIP. 226848
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0102-COE-2023

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI PERU AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0063-2023

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 22,9 °C Final: 22,8 °C
 Humedad Relativa Inicial: 81 %hr Final: 81 %hr

Resultados

MEDIDAS TOMADAS							PROMEDIO	ESTANDAR	ERROR	DESVIACION ESTANDAR
mm										
62,96	62,93	62,98	63,01	62,92	62,73	62,83	62,90	63,00	-0,10	0,097
62,81										

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



INGENIERO CIVIL
CIP. 303303
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO



INGENIERA CIVIL
CIP. 226848
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

"PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"
 Capacitación y Desarrollo de Nueva Tecnología S.A.C. - Metrología
 Laboratorio: Jr. Llumpa 1352 Urb. Parque Naranjal - Los Olivos Telf.: 627-6601
 Ventas: Av. Defensores del Morro 2435 - Chorrillos Telf.: 627-6600

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0107-COE -2023

Página 1 de 2

Fecha de emisión 2023/11/22
Solicitante GEOCONSULT RB S.A.C.
Dirección CAL. IRENE FELPINI S/N PAMPA DEL CARMEN -
CHANCHAMAYO - JUNIN
Instrumento de medición TAMIZ 2"
Identificación NO INDICA
Marca FORNEY
Modelo NO INDICA
Serie 2"BS8F862809
Diámetro 8"
Estructura BRONCE
Procedencia ESTADOS UNIDOS
Ubicación Laboratorio de suelos
Lugar de calibración Laboratorio de GEOCONSULT RB S.A.C.
Fecha de calibración 2023/10/30

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.



**JUAN P. PORTA CHUQUILLANQUI**
INGENIERO CIVIL
CIP. 303303
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE
SUELOS Y CONCRETO



Firmado digitalmente por
Juan Pinedo
Villanueva
Fecha: 2023.11.22
10:38:42-05'00'

Jefe de Metrología



**KLIDY MONICA BARBARAN CASTRO**
INGENIERA CIVIL
CIP. 226848
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE
SUELOS Y CONCRETO

"PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"
Capacitación y Desarrollo de Nueva Tecnología S.A.C. - Metrología
Laboratorio: Jr. Llumpa 1352 Urb. Parque Naranjal - Los Olivos Telf.: 627-6601
Ventas: Av. Defensores del Morro 2435 - Chorrillos Telf.: 627-6600

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0102-COE-2023

Página 1 de 2

Fecha de emisión 2023/11/22

Solicitante GEOCONSULT RB S.A.C.

Dirección CAL. IRENE FELPINI S/N PAMPA DEL CARMEN -
CHANCHAMAYO - JUNIN

Instrumento de medición TAMIZ 2 1/2"

Identificación NO INDICA

Marca FORNEY

Modelo NO INDICA

Serie 2.5"BS8F864825

Díámetro 8"

Estructura BRONCE

Procedencia ESTADOS UNIDOS

Ubicación Laboratorio de suelos

Lugar de calibración Laboratorio de GEOCONSULT RB S.A.C.

Fecha de calibración 2023/10/30

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.



 HONTI PORTA CHUQUILLANQUI
INGENIERO CIVIL
CIP. 303303
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE
SUELOS Y CONCRETO 



 Firmado digitalmente
por Juan Pinedo
Villanueva
Fecha: 2023.11.22
10:42:30-05'00'

Jefe de Metrología



 KLIDY MONICA BARBARAN CASTRO
INGENIERA CIVIL
CIP. 226848
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE
SUELOS Y CONCRETO 

"PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"

Capacitación y Desarrollo de Nueva Tecnología S.A.C. - Metrología
Laboratorio: Jr. Llumpa 1352 Urb. Parque Naranjal - Los Olivos Telf.: 627-6601
Ventas: Av. Defensores del Morro 2435 - Chorrillos Telf.: 627-6600

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0107-COE -2023

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI PERU AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0063-2023

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 23,4 °C Final: 23,8 °C
 Humedad Relativa Inicial: 82 %hr Final: 82 %hr

Resultados

MEDIDAS TOMADAS							PROMEDIO	ESTANDAR	ERROR	DESVIACION ESTANDAR
mm							mm	mm	mm	mm
50,00	50,05	49,92	49,87	50,06	50,09	49,99				
50,02	49,89	50,02								
							49,99	50,00	-0,01	0,074

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



JHON L. PORTA CHUQUILLANQUI
INGENIERO CIVIL
CIP. 303303
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE
SUELOS Y CONCRETO



KEYDY MONICA BARBARAN CASTRO
INGENIERA CIVIL
CIP. 226848
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE
SUELOS Y CONCRETO

"PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"

Capacitación y Desarrollo de Nueva Tecnología S.A.C. - Metrología
 Laboratorio: Jr. Llumpa 1352 Urb. Parque Naranjal - Los Olivos Telf.: 627-6601
 Ventas: Av. Defensores del Morro 2435 - Chorrillos Telf.: 627-6600

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0108-COE-2023

Página 1 de 2

Fecha de emisión 2023/11/22

Solicitante GEOCONSULT RB S.A.C.

Dirección CAL. IRENE FELPINI S/N PAMPA DEL CARMEN -
CHANCHAMAYO - JUNIN

Instrumento de medición TAMIZ 1 1/2"

Identificación NO INDICA

Marca FORNEY

Modelo NO INDICA

Serie 1.50"BS8F836048

Diámetro 8"

Estructura BRONCE

Procedencia ESTADOS UNIDOS

Ubicación Laboratorio de suelos

Lugar de calibración Laboratorio de GEOCONSULT RB S.A.C.

Fecha de calibración 2023/10/30

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.



JUAN P. PORTA CHUQUILLANQUI
INGENIERO CIVIL
CIP. 303303
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE
SUELOS Y CONCRETO



Firmado digitalmente
por Juan Pinedo
Villanueva
Fecha: 2023.11.22
10:41:42-05'00'

Jefe de Metrología



HEDY MONICA BARBARAN CASTRO
INGENIERA CIVIL
CIP. 226848
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE
SUELOS Y CONCRETO



"PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"
Capacitación y Desarrollo de Nueva Tecnología S.A.C. - Metrología
Laboratorio: Jr. Llumpa 1352 Urb. Parque Naranjal - Los Olivos Telf.: 627-6601
Ventas: Av. Defensores del Morro 2435 - Chorrillos Telf.: 627-6600

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0108-COE-2023

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI PERU AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0063-2023

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 23,6 °C Final: 23,7 °C
 Humedad Relativa Inicial: 82 %hr Final: 82 %hr

Resultados

MEDIDAS TOMADAS							PROMEDIO	ESTANDAR	ERROR	DESVIACION ESTANDAR
mm							mm	mm	mm	mm
37,23	37,43	37,41	37,42	37,52	37,49	37,44				
37,41	37,41	37,53	37,48	37,44	37,41	37,33				
37,42	37,40	37,51	37,46							
							37,43	37,50	-0,07	0,070

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"


FRONTI PORTA CHUQUILLANQUI
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 303303
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE
 SUELOS Y CONCRETO


KLIDY MONICA BARBARAN CASTRO
 INGENIERA CIVIL
 CIP. 226848
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE
 SUELOS Y CONCRETO

"PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"

Capacitación y Desarrollo de Nueva Tecnología S.A.C. - Metrología
 Laboratorio: Jr. Llumpa 1352 Urb. Parque Naranjal - Los Olivos Telf.: 627-6601
 Ventas: Av. Defensores del Morro 2435 - Chorrillos Telf.: 627-6600

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0101-COE-2023

Página 1 de 2

Fecha de emisión 2023/11/22

Solicitante GEOCONSULT RB S.A.C.

Dirección CAL. IRENE FELPINI S/N PAMPA DEL CARMEN -
CHANCHAMAYO - JUNIN

Instrumento de medición TAMIZ 1"

Identificación NO INDICA

Marca FORNEY

Modelo NO INDICA

Serie 1.0"BS8F851425

Diámetro 8"

Estructura BRONCE

Procedencia ESTADOS UNIDOS

Ubicación Laboratorio de suelos

Lugar de calibración Laboratorio de GEOCONSULT RB S.A.C.

Fecha de calibración 2023/10/30

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.



JUAN I. PORTA CHUQUILLANQUI
INGENIERO CIVIL
CIP. 303303
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE
SUELOS Y CONCRETO



Jefe de Metrología

Firmado digitalmente por
Juan Pinedo
Villanueva
Fecha: 2023.11.22
10:38:45-05'00'



KLIDY MONICA BARBARÁN CASTRO
INGENIERA CIVIL
CIP. 226848
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE
SUELOS Y CONCRETO



"PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"

Capacitación y Desarrollo de Nueva Tecnología S.A.C. - Metrología
Laboratorio: Jr. Llumpa 1352 Urb. Parque Naranjal - Los Olivos Telf.: 627-6601
Ventas: Av. Defensores del Morro 2435 - Chorrillos Telf.: 627-6600

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI PERU AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0063-2023

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 24,6 °C Final: 24,2 °C
 Humedad Relativa Inicial: 80 %hr Final: 81 %hr

Resultados

MEDIDAS TOMADAS							PROMEDIO	ESTANDAR	ERROR	DESVIACION ESTANDAR
mm							mm	mm	mm	mm
24,89	24,85	24,86	24,86	24,92	24,81	24,92				
24,85	24,87	24,90	24,94	24,78	24,74	24,92				
24,65	24,82	24,91	24,77	24,81	27,80					
							24,99	25,00	-0,01	0,664

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



JHON PORTA CHUQUILBAN
INGENIERO CIVIL
CIP. 303303
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE
SUELOS Y CONCRETO



MONICA BARBARAN CASTRO
INGENIERA CIVIL
CIP. 226848
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE
SUELOS Y CONCRETO

"PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"

Capacitación y Desarrollo de Nueva Tecnología S.A.C. - Metrología
 Laboratorio: Jr. Llumpa 1352 Urb. Parque Naranjal - Los Olivos Telf.: 627-6601
 Ventas: Av. Defensores del Morro 2435 - Chorrillos Telf.: 627-6600

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0104-COE-2023

Fecha de emisión 2023/11/22

Solicitante GEOCONSULT RB S.A.C.

Dirección CAL. IRENE FELPINI S/N PAMPA DEL CARMEN -
CHANCHAMAYO - JUNIN

Instrumento de medición TAMIZ 3/4"

Identificación NO INDICA

Marca ELE

Modelo NO INDICA

Serie 131622456

Diámetro 8"

Estructura BRONCE

Procedencia ESTADOS UNIDOS

Ubicación Laboratorio de suelos

Lugar de calibración Laboratorio de GEOCONSULT RB S.A.C.


Fecha de calibración 2023/10/30

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.



JUAN P. PORTA CHUQUILLANQUI
INGENIERO CIVIL
CIP. 303303
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE
SUELOS Y CONCRETO



Firmado digitalmente por
Juan Pinedo
Villanueva
Fecha: 2023.11.22
10:38:37-05'00'



KILICH MONICA BARBARAN CASTRO
INGENIERA CIVIL
CIP. 226848
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE
SUELOS Y CONCRETO



Jefe de Metrología

"PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"

Capacitación y Desarrollo de Nueva Tecnología S.A.C. - Metrología
Laboratorio: Jr. Llumpa 1352 Urb. Parque Naranjal - Los Olivos Telf.: 627-6601
Ventas: Av. Defensores del Morro 2435 - Chorrillos Telf.: 627-6600

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0104-COE-2023

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI PERU AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital	L-0063-2023

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 22,9 °C Final: 23,5 °C

Humedad Relativa Inicial: 83 %hr Final: 81 %hr

Resultados

MEDIDAS TOMADAS							PROMEDIO	ESTANDAR	ERROR	DESVIACION ESTANDAR
mm							mm	mm	mm	mm
18,47	18,98	19,05	19,03	18,97	18,96	19,01				
19,03	19,02	18,92	18,96	19,03	19,03	19,02				
18,55	18,96	18,84	18,81	19,01	19,01					
							18,93	19,00	-0,07	0,158

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



MONTAÑA CHUQUILLANQUI
INGENIERO CIVIL
CIP. 303303
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE
SUELOS Y CONCRETO



MONTAÑA BARABAN CASTRO
INGENIERA CIVIL
CIP. 226848
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE
SUELOS Y CONCRETO

"PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"
Capacitación y Desarrollo de Nueva Tecnología S.A.C. - Metrología
Laboratorio: Jr. Llumpa 1352 Urb. Parque Naranjal - Los Olivos Telf.: 627-6601
Ventas: Av. Defensores del Morro 2435 - Chorrillos Telf.: 627-6600

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0106-COE-2023

Fecha de emisión 2023/11/22

Solicitante GEOCONSULT RB S.A.C.

Dirección CAL. IRENE FELPINI S/N PAMPA DEL CARMEN -
CHANCHAMAYO - JUNIN

Instrumento de medición TAMIZ 1/2"

Identificación NO INDICA

Marca FORNEY

Modelo NO INDICA

Serie 1/2"BS8F871087

Diámetro 8"

Estructura ACERO

Procedencia PERÚ

Ubicación Laboratorio de suelos

Lugar de calibración Laboratorio de GEOCONSULT RB S.A.C.

Fecha de calibración 2023/10/30

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.



JUAN PINEDO VILLANUEVA
INGENIERO CIVIL
CIP. 303303
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE
SUELOS Y CONCRETO



Firmado digitalmente por
Juan Pinedo
Villanueva
Fecha: 2023.11.22
10:38:41-05'00'

Jefe de Metrología



MONICA BARBARAN CASTRO
INGENIERA CIVIL
CIP. 226848
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE
SUELOS Y CONCRETO

"PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"

Capacitación y Desarrollo de Nueva Tecnología S.A.C. - Metrología
Laboratorio: Jr. Llumpa 1352 Urb. Parque Naranjal - Los Olivos Telf.: 627-6601
Ventas: Av. Defensores del Morro 2435 - Chorrillos Telf.: 627-6600

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0106-COE-2023

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI PERU AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0063-2023

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 23,6 °C Final: 23,2 °C
 Humedad Relativa Inicial: 80 %hr Final: 80 %hr

Resultados

MEDIDAS TOMADAS							PROMEDIO	ESTANDAR	ERROR	DESVIACION ESTANDAR
mm							mm	mm	mm	mm
12,47	12,40	12,43	12,42	12,44	12,41	12,39	12,40	12,50	-0,10	0,067
12,36	12,38	12,35	12,33	12,31	12,40	12,43				
12,34	12,33	12,36	12,51	12,59	12,44					

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



JOHN E. PORTA CHUQUILLANQUI
INGENIERO CIVIL
CIP. 303303
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO



KLUDIA MÓNICA BARABAN CASTRO
INGENIERA CIVIL
CIP. 225848
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

"PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"

Capacitación y Desarrollo de Nueva Tecnología S.A.C. - Metrología
 Laboratorio: Jr. Llumpa 1352 Urb. Parque Naranjal - Los Olivos Telf.: 627-6601
 Ventas: Av. Defensores del Morro 2435 - Chorrillos Telf.: 627-6600

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0105-COE-2023

Página 1 de 2

Fecha de emisión 2023/11/22

Solicitante GEOCONSULT RB S.A.C.

Dirección CAL. IRENE FELPINI S/N PAMPA DEL CARMEN -
CHANCHAMAYO - JUNIN

Instrumento de medición TAMIZ 3/8"

Identificación NO INDICA

Marca FORNEY

Modelo NO INDICA

Serie 220825823

Diámetro 8"

Estructura BRONCE

Procedencia ESTADOS UNIDOS

Ubicación Laboratorio de suelos

Lugar de calibración Laboratorio de GEOCONSULT RB S.A.C.

Fecha de calibración 2023/10/30

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.



JUAN PINEDO VILLANUEVA
INGENIERO CIVIL
CIP. 303303
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE
SUELOS Y CONCRETO



Firmado digitalmente por
Juan Pinedo
Villanueva
Fecha: 2023.11.22
10:38:39-05'00'

Jefe de Metrología



MONTICA BARBARAN CASTRO
INGENIERA CIVIL
CIP. 226848
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE
SUELOS Y CONCRETO

"PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"

Capacitación y Desarrollo de Nueva Tecnología S.A.C. - Metrología
Laboratorio: Jr. Llumpa 1352 Urb. Parque Naranjal - Los Olivos Telf.: 627-6601
Ventas: Av. Defensores del Morro 2435 - Chorrillos Telf.: 627-6600

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0105-COE-2023

Página 2 de 2

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI PERU AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0063-2023

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 23,6 °C Final: 24,2 °C
 Humedad Relativa Inicial: 82 %hr Final: 83 %hr

Resultados

MEDIDAS TOMADAS						PROMEDIO	ESTANDAR	ERROR	DESVIACION ESTANDAR	
mm						mm	mm	mm	mm	
9,55	9,53	9,50	9,53	9,41	9,50	9,51	9,50	0,01	2,076	
9,50	9,50	9,53	9,52	9,52	9,33					9,62
9,53	9,52	9,58	9,56	9,43	9,51					

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



JHON Y. PORTA CHUQUILLANQUI
INGENIERO CIVIL
CIP. 303303
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE
SUELOS Y CONCRETO



KLIDY MONICA BARBA AN CASTRO
INGENIERA CIVIL
CIP. 226848
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE
SUELOS Y CONCRETO

"PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"

Capacitación y Desarrollo de Nueva Tecnología S.A.C. - Metrología
 Laboratorio: Jr. Llumpa 1352 Urb. Parque Naranjal - Los Olivos Telf.: 627-6601
 Ventas: Av. Defensores del Morro 2435 - Chorrillos Telf.: 627-6600

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0100-COE-2023

Página 1 de 2

Fecha de emisión 2023/11/22

Solicitante GEOCONSULT RB S.A.C.

Dirección CAL. IRENE FELPINI S/N PAMPA DEL CARMEN -
CHANCHAMAYO - JUNIN

Instrumento de medición TAMIZ 1/4"

Identificación NO INDICA

Marca FORNEY

Modelo NO INDICA

Serie 1/4"BS8F977807

Diámetro 8"

Estructura BRONCE

Procedencia ESTADOS UNIDOS

Ubicación Laboratorio de suelos

Lugar de calibración Laboratorio de GEOCONSULT RB S.A.C.

Fecha de calibración 2023/10/30

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.



JUAN PINEDO
INGENIERO CIVIL
CIP. 303303
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE
SUELOS Y CONCRETO



Firmado digitalmente por
Juan Pinedo
Villanueva
Fecha: 2023.11.22
10:38:44-05'00'

Jefe de Metrología



KLUBY MONICA BARBARAN CASTRO
INGENIERA CIVIL
CIP. 226848
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE
SUELOS Y CONCRETO

"PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"

Capacitación y Desarrollo de Nueva Tecnología S.A.C. - Metrología
Laboratorio: Jr. Llumpa 1352 Urb. Parque Naranjal - Los Olivos Telf.: 627-6601
Ventas: Av. Defensores del Morro 2435 - Chorrillos Telf.: 627-6600

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0100-COE-2023

Página 2 de 2

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI PERU AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0063-2023

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 24,2 °C Final: 24,2 °C

Humedad Relativa Inicial: 80 %hr Final: 80 %hr

Resultados

MEDIDAS TOMADAS							PROMEDIO	ESTANDAR	ERROR	DESVIACION ESTANDAR
mm							mm	mm	mm	mm
6,28	6,25	6,28	6,25	6,30	6,30	6,28	6,28	6,30	-0,02	0,021
6,34	6,27	6,30	6,30	6,25	6,28	6,28				
6,28	6,29	6,27	6,27	6,28	6,26					

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



HON. L. PORTA CHUQUILLANQUI
INGENIERO CIVIL
CIP. 303303
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE
SUELOS Y CONCRETO



KATTY MONICA BARBARAN CASTRO
INGENIERA CIVIL
CIP. 226848
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE
SUELOS Y CONCRETO

"PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"

Capacitación y Desarrollo de Nueva Tecnología S.A.C. - Metrología
Laboratorio: Jr. Llumpa 1352 Urb. Parque Naranjal - Los Olivos Telf.: 627-6601
Ventas: Av. Defensores del Morro 2435 - Chorrillos Telf.: 627-6600

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0103-COE-2023

Página 1 de 2

Fecha de emisión 2023/11/22
Solicitante GEOCONSULT RB S.A.C.
Dirección CAL. IRENE FELPINI S/N PAMPA DEL CARMEN -
CHANCHAMAYO - JUNIN
Instrumento de medición TAMIZ N° 4
Identificación NO INDICA
Marca FORNEY
Modelo NO INDICA
Serie 220520639
Diámetro 8"
Estructura BRONCE
Procedencia ESTADOS UNIDOS

Ubicación Laboratorio de suelos
Lugar de calibración Laboratorio de GEOCONSULT RB S.A.C.

Fecha de calibración 2023/10/30

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.



HON. PORTA CHUQUILLANQUI
INGENIERO CIVIL
CIP. 303303
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE
SUELOS Y CONCRETO



Firmado digitalmente por
Juan Pinedo
Villanueva
Fecha: 2023.11.22
10:38:40-05'00'

Jefe de Metrología



KIANA MÓNICA BARBAAN CASTRO
INGENIERA CIVIL
CIP. 226848
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE
SUELOS Y CONCRETO



"PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"
Capacitación y Desarrollo de Nueva Tecnología S.A.C. - Metrología
Laboratorio: Jr. Llumpa 1352 Urb. Parque Naranjal - Los Olivos Telf.: 627-8601
Ventas: Av. Defensores del Morro 2435 - Chorrillos Telf.: 627-8600

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0103-COE-2023

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI PERU AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0063-2023

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 22,9 °C Final: 22,9 °C

Humedad Relativa Inicial: 81 %hr Final: 81 %hr

Resultados

MEDIDAS TOMADAS							PROMEDIO	ESTANDAR	ERROR	DESVIACION ESTANDAR
mm							mm	mm	mm	mm
4,66	4,70	4,69	4,75	4,72	4,71	4,73	4,73	4,75	-0,02	0,035
4,75	4,66	4,72	4,70	4,75	4,73	4,75				
4,80	4,69	4,75	4,76	4,74	4,75					

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



JHON V. PORTA CHUQUILLANQUI
INGENIERO CIVIL
CIP. 303303
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE
SUELOS Y CONCRETO



KARINA BARBA CASTRO
INGENIERA CIVIL
CIP. 226848
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE
SUELOS Y CONCRETO

"PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"

Capacitación y Desarrollo de Nueva Tecnología S.A.C. - Metrología
Laboratorio: Jr. Llumpa 1352 Urb. Parque Naranjal - Los Olivos Telf.: 627-6601
Ventas: Av. Defensores del Morro 2435 - Chorrillos Telf.: 627-6600

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0112-COE-2023

Fecha de emisión 2023/11/22
Solicitante GEOCONSULT RB S.A.C.
Dirección CAL. IRENE FELPINI S/N PAMPA DEL CARMEN -
CHANCHAMAYO - JUNIN
Instrumento de medición TAMIZ N° 10
Identificación NO INDICA
Marca FORNEY
Modelo NO INDICA
Serie 10BS8F617762
Diámetro 8"
Estructura BRONCE
Procedencia ESTADOS UNIDOS
Ubicación Laboratorio de suelos
Lugar de calibración Laboratorio de GEOCONSULT RB S.A.C.

Fecha de calibración 2023/10/30

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.



JOHN I. PORTA CHUQUILLANQUI
INGENIERO CIVIL
CIP. 303303
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE
SUELOS Y CONCRETO



Firmado digitalmente
por Juan Pinedo
Villanueva
Fecha: 2023.11.22
10:41:46-05'00'



Jefe de Metrología



Firmado digitalmente
por Klidy Mónica Baraban Castro
INGENIERA CIVIL
CIP. 226848
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE
SUELOS Y CONCRETO



"PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"
Capacitación y Desarrollo de Nueva Tecnología S.A.C. - Metrología
Laboratorio: Jr. Llumpa 1352 Urb. Parque Naranjal - Los Olivos Telf.: 627-6601
Ventas: Av. Defensores del Morro 2435 - Chorrillos Telf.: 627-6600

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0112-COE-2023

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI PERU AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0063-2023

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 23,2 °C Final: 23,2 °C
 Humedad Relativa Inicial: 82 %hr Final: 82 %hr

Resultados

MEDIDAS TOMADAS							PROMEDIO	ESTANDAR	ERROR	DESVIACION ESTANDAR
mm							mm	mm	mm	mm
1,92	1,95	1,85	1,94	1,90	1,85	1,96	1,93	2,00	-0,07	0,050
1,89	1,88	1,87	1,90	1,84	1,96	1,98				
1,97	1,95	1,96	1,98	1,99	1,99					

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"


GECON CONSULT
INGENIERO CIVIL
 CIP. 303303
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO


GECON CONSULT
INGENIERA CIVIL
 CIP. 226848
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

"PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"

Capacitación y Desarrollo de Nueva Tecnología S.A.C. - Metrología
 Laboratorio: Jr. Llumpa 1352 Urb. Parque Naranjal - Los Olivos Telf.: 627-6601
 Ventas: Av. Defensores del Morro 2435 - Chorrillos Telf.: 627-6600

Fecha de emisión 2023/11/22

Solicitante GEOCONSULT RB S.A.C.

Dirección CAL. IRENE FELPINI S/N PAMPA DEL CARMEN -
CHANCHAMAYO - JUNIN

Instrumento de medición TAMIZ N° 20

Identificación NO INDICA

Marca FORNEY

Modelo NO INDICA

Serie 20BS8F626539

Diámetro 8"

Estructura BRONCE

Procedencia ESTADIS UNIDOS

Ubicación Laboratorio de suelos

Lugar de calibración Laboratorio de GEOCONSULT RB S.A.C.

Fecha de calibración 2023/10/30

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.



JHON PORTÁ CHUQUILLANQUI
INGENIERO CIVIL
CIP. 303303
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE
SUELOS Y CONCRETO



Firmado digitalmente
por Juan Pinedo
Villanueva
Fecha: 2023.11.22
10:41:50-05'00'

Jefe de Metrología



KLIDY MONICA BARBARÁN CASTRO
INGENIERA CIVIL
CIP. 226848
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE
SUELOS Y CONCRETO



"PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"

Capacitación y Desarrollo de Nueva Tecnología S.A.C. - Metrología
Laboratorio: Jr. Llumpa 1352 Urb. Parque Naranjal - Los Olivos Telf.: 627-6601
Ventas: Av. Defensores del Morro 2435 - Chorrillos Telf.: 627-6600

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0111-COE-2023

Página 2 de 2

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
CALITEST S.A.C.	RETÍCULA DE MEDICIÓN	CCA-601-2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 23,6 °C Final: 23,6 °C
 Humedad Relativa Inicial: 82 %hr Final: 82 %hr

Resultados

MEDIDAS TOMADAS							PROMEDIO	ESTANDAR	ERROR	DESVIACION ESTANDAR				
μm							μm	μm	μm	μm				
867	855	848	851	847	874	844	858,23	850,00	8,23	8,690				
862	859	854	851	852	850	863								
863	867	865	855	868	867	851								
843	844	854	852	867	863	866								
869	854	862	866	864	863	872								
873	874	852	863	866	851	856								
852	853	849	847	857	855	850								
859	850	879	856	863	850	854								

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



JOHN PORTA CHUQUILLANQUI
INGENIERO CIVIL
CIP. 303303
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE
SUELOS Y CONCRETO



KLIDY MONICA BARBARAN CASTRO
INGENIERA CIVIL
CIP. 226848
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE
SUELOS Y CONCRETO

"PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"

Capacitación y Desarrollo de Nueva Tecnología S.A.C. - Metrología
 Laboratorio: Jr. Llumpa 1352 Urb. Parque Naranjal - Los Olivos Telf.: 627-6601
 Ventas: Av. Defensores del Morro 2435 - Chorrillos Telf.: 627-8600

Fecha de emisión 2023/11/22

Solicitante GEOCONSULT RB S.A.C.

Dirección CAL. IRENE FELPINI S/N PAMPA DEL CARMEN -
CHANCHAMAYO - JUNIN

Instrumento de medición TAMIZ N° 40

Identificación NO INDICA

Marca FORNEY

Modelo NO INDICA

Serie 140BS8F993729

Diámetro 8"

Estructura BRONCE

Procedencia ESTADOS UNIDOS

Ubicación LABORATORIO DE SUELOS

Lugar de calibración Laboratorio de GEOCONSULT RB S.A.C.

Fecha de calibración 2023/10/30

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 Sta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.



JUAN P. PORTA CHUQUILLANQUI
INGENIERO CIVIL
CIP. 303303
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE
SUELOS Y CONCRETO



Firmado digitalmente
por Juan Pinedo
Villanueva
Fecha: 2023.11.22
10:41:48-05'00'

Jefe de Metrología



KLIDY MONICA BARBARÁN CASTRO
INGENIERA CIVIL
CIP. 226848
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE
SUELOS Y CONCRETO



"PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"

Capacitación y Desarrollo de Nueva Tecnología S.A.C. - Metrología
Laboratorio: Jr. Llumpa 1352 Urb. Parque Naranjal - Los Olivos Telf.: 627-6601
Ventas: Av. Defensores del Morro 2435 - Chorrillos Telf.: 627-6600

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
CALITEST S.A.C.	RETÍCULA DE MEDICIÓN	CCA-601-2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 23,6 °C Final: 23,6 °C
 Humedad Relativa Inicial: 82 %hr Final: 82 %hr

Resultados

MEDIDAS TOMADAS							PROMEDIO	ESTANDAR	ERROR	DESVIACION ESTANDAR				
μm							μm	μm	μm	μm				
438	435	432	429	431	436	431	428,61	425,00	3,61	4,764				
427	422	426	435	434	422	428								
426	424	427	425	435	431	426								
421	436	433	425	426	428	429								
428	431	426	427	435	422	429								
429	428	427	426	428	421	422								
437	432	426	427	422	435	437								
422	426	425	427	431	431	427								

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



HON. X. PORTA CHUQUILLANQUI
INGENIERO CIVIL
CIP. 303303
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE
SUELOS Y CONCRETO



KLIDY MONICA BARBARAN CASTRO
INGENIERA CIVIL
- CIP: 226848
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE
SUELOS Y CONCRETO

"PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"

Capacitación y Desarrollo de Nueva Tecnología S.A.C. - Metrología
Laboratorio: Jr. Llumpa 1352 Urb. Parque Naranjal - Los Olivos Telf.: 627-6601
Ventas: Av. Defensores del Morro 2435 - Chorrillos Telf.: 627-6600

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0110-COE-2023

Página 1 de 2

Fecha de emisión 2023/11/22

Solicitante GEOCONSULT RB S.A.C.

Dirección CAL. IRENE FELPINI S/N PAMPA DEL CARMEN -
CHANCHAMAYO - JUNIN

Instrumento de medición TAMIZ N° 60

Identificación NO INDICA

Marca FORNEY

Modelo NO INDICA

Serie 60BS8F829992

Diámetro 8"

Estructura BRONCE

Procedencia ESTADOS UNIDOS

Ubicación Laboratorio de suelos

Lugar de calibración Laboratorio de GEOCONSULT RB S.A.C.


Fecha de calibración 2023/10/30

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.



JUAN L. PORTA CHUQUILLANQUI
INGENIERO CIVIL
CIP. 303303
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE
SUELOS Y CONCRETO



Firmado digitalmente
por Juan Pinedo
Villanueva
Fecha: 2023.11.22
10:41:49-05'00'

Jefe de Metrología



KLIDY MONICA BARABAN CASTRO
INGENIERA CIVIL
CIP. 226848
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE
SUELOS Y CONCRETO



"PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"

Capacitación y Desarrollo de Nueva Tecnología S.A.C. - Metrología
Laboratorio: Jr. Llumpa 1352 Urb. Parque Naranjal - Los Olivos Telf.: 627-6601
Ventas: Av. Defensores del Morro 2435 - Chorrillos Telf.: 627-6600

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0110-COE-2023

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
CALITEST S.A.C.	RETÍCULA DE MEDICIÓN	CCA-601-2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 23,4 °C Final: 23,4 °C
 Humedad Relativa Inicial: 82 %hr Final: 82 %hr

Resultados

MEDIDAS TOMADAS							PROMEDIO	ESTANDAR	ERROR	DESVIACION ESTANDAR
μm							μm	μm	μm	μm
255	246	253	251	253	255	243	249,80	250,00	-0,20	6,551
246	245	248	236	261	252	253				
249	251	242	241	239	238	240				
241	242	248	239	238	238	248				
257	256	258	255	254	256	252				
251	253	256	251	251	239	258				
253	251	256	258	253	256	255				
246	244	251	250	255	249	253				
242	246	243	246	248	255	258				
252	252	254	253	251	251	249				
241	248	244	251	250	253	259				
248	249	256	253	251	255	254				
249	245	248	247	250	253	247				
253	247	250	252	248	255	256				

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



JHON I. PORTA CHUQUILLANQUI
INGENIERO CIVIL
CIP. 303303
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE
SUELOS Y CONCRETO



KLIDY MÓNICA BARABAN CASTRO
INGENIERA CIVIL
CIP. 226848
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE
SUELOS Y CONCRETO

"PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"

Capacitación y Desarrollo de Nueva Tecnología S.A.C. - Metrología
 Laboratorio: Jr. Llumpa 1352 Urb. Parque Naranjal - Los Olivos Telf.: 627-6601
 Ventas: Av. Defensores del Morro 2435 - Chorrillos Telf.: 627-6600

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0683-LT-2023

Página 1 de 6

FECHA DE EMISIÓN : 2023-11-08
EXPEDIENTE : 00007

1. SOLICITANTE : GEOCONSULT RB SOCIEDAD ANONIMA CERRADA

DIRECCIÓN : CAL.IRENE FELPINI S/N PAMPA DEL CARMEN - CHANCHAMAYO - JUNIN.

2. EQUIPO DE MEDICIÓN : HORNO

MARCA : KAIZA CORP

MODELO : STHX-2A

NÚMERO DE SERIE : 210344

PROCEDENCIA : NO INDICA

IDENTIFICACIÓN : NO INDICA

VENTILACIÓN : FORZADA

UBICACIÓN : LABORATORIO

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

CADENT S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

DESCRIPCIÓN	TERMÓMETRO CONTROLADOR
INTERVALO DE INDICACIÓN	50 °C a 300 °C
RESOLUCIÓN	0,1 °C
TIPO	DIGITAL

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2023-10-30

3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT 90), se uso el Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con aire como Medio Termostático PC-018; 2da edición; Junio 2009, del SNM-INDECOPI.

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó en GEOCONSULT RB SOCIEDAD ANONIMA CERRADA CAL.IRENE FELPINI S/N PAMPA DEL CARMEN - CHANCHAMAYO - JUNIN.



JUAN P. PORTA CHUQUILLANQUI
INGENIERO CIVIL
CIP. 303303
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO



Jefe de Metrología

Firmado digitalmente
por Juan Pinedo
Villanueva
Fecha: 2023-11-08
11:03:12



RICDY MONICA BARABAN CASTRO
INGENIERA CIVIL
CIP. 226848
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura °C	27,4	27,1
Humedad Relativa %HR	44	46

6. TRAZABILIDAD

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
CADENT S.A.C.	Termómetro digital con doce termopares tipo T con incertidumbres del orden desde 0,060 °C hasta 0,069 °C .	0980-LT-2022

7. OBSERVACIONES

Los resultados obtenidos corresponden al promedio de 31 lecturas por punto de medición considerado, luego del tiempo de estabilización.

Las lecturas se iniciaron luego de un pre - calentamiento y estabilización de aproximadamente 2 h y 0 min .

La calibración se realizó con el volumen interior parcialmente cargado con las muestras usuales de trabajo.

La carga estaba constituida por MUESTRAS DE AGREGADO.

Las muestras utilizadas representaban aproximadamente el 50 % del volumen interior totalmente cargado.

Según el manual del fabricante, el equipo funciona con una tensión eléctrica de alimentación de 220 V AC y el valor medido fue de 222,0 V AC .

El esquema de distribución y posición de los termopares calibrados en los puntos de medición se muestra en la página 5.

Para la temperatura de 110 °C ± 10 °C

El controlador del equipo se programó en 110 °C para obtener la temperatura deseada.

El promedio de temperatura durante la medición fue 107,1 °C .

La máxima temperatura detectada fue 118,5 °C y la mínima temperatura detectada fue 101,1 °C .

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

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO".

La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del equipo de medición.



HONI PORTA CHUQUILLANQUI
INGENIERO CIVIL
CIP. 303303
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE
SUELOS Y CONCRETO



KLIDYAMACHA BARBARAN CASTRO
INGENIERA CIVIL
CIP. 226848
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE
SUELOS Y CONCRETO

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

TEMPERATURA DE TRABAJO: 110 °C ± 10 °C

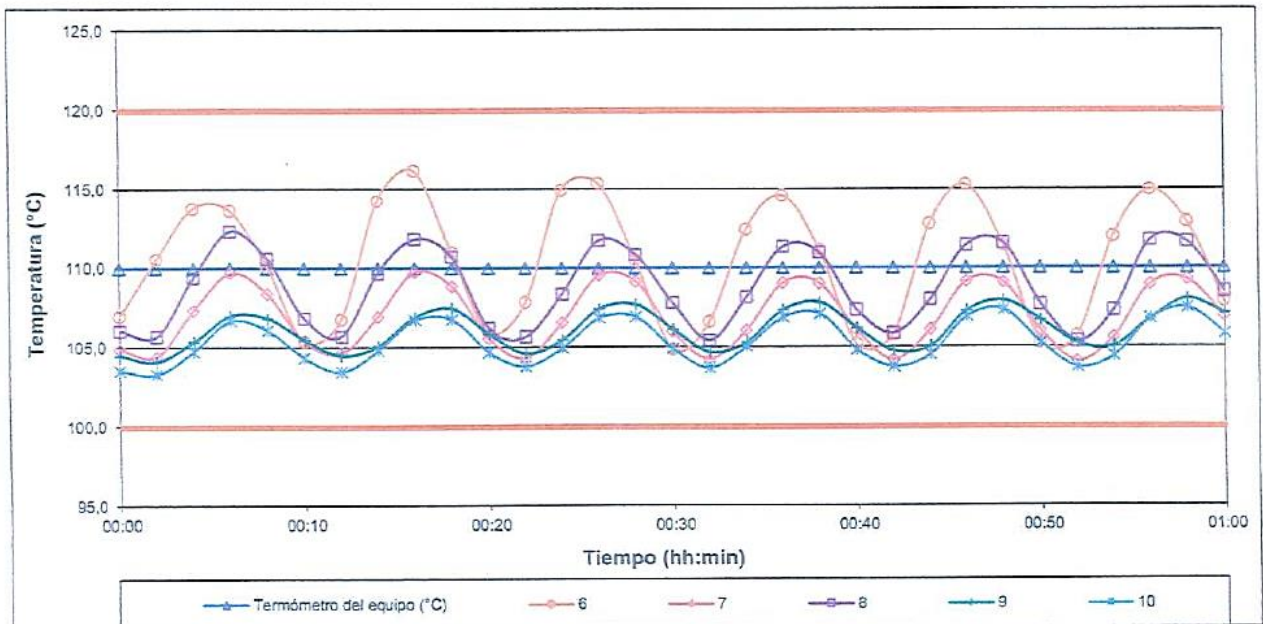
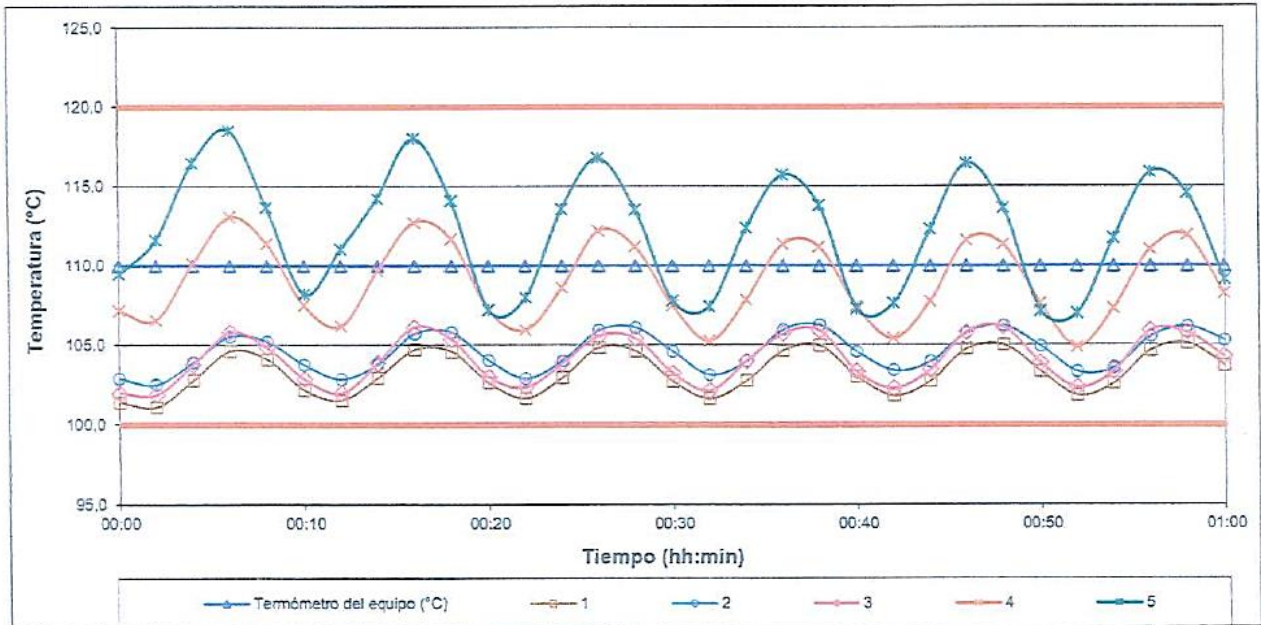
Tiempo (hh:min)	Termómetro del equipo (°C)	Indicación termómetros patrones (°C)										T. prom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00:00	110,0	101,4	102,9	102,0	107,2	109,4	107,0	104,9	106,1	104,5	103,6	104,9	8,0
00:02	110,0	101,1	102,5	101,9	106,6	111,6	110,6	104,5	105,7	104,1	103,3	105,2	10,5
00:04	110,0	102,8	103,9	103,8	110,1	116,5	113,8	107,4	109,4	105,4	104,8	107,8	13,7
00:06	110,0	104,6	105,5	105,8	113,1	118,5	113,6	109,7	112,4	107,0	106,7	109,7	13,9
00:08	110,0	104,1	105,2	104,9	111,4	113,7	110,1	108,4	110,6	106,9	106,1	108,1	9,6
00:10	110,0	102,2	103,8	102,9	107,5	108,2	105,4	105,4	106,9	105,5	104,4	105,2	6,0
00:12	110,0	101,6	102,9	102,0	106,2	111,0	106,8	104,7	105,7	104,5	103,5	104,9	9,4
00:14	110,0	103,0	103,8	103,9	109,7	114,2	114,3	107,0	109,7	105,1	104,8	107,6	11,3
00:16	110,0	104,7	105,7	106,1	112,7	118,0	116,2	109,8	111,8	106,9	106,7	109,9	13,3
00:18	110,0	104,6	105,8	105,4	111,7	114,1	111,0	108,9	110,7	107,5	106,8	108,7	9,5
00:20	110,0	102,7	104,1	103,0	107,2	107,2	106,0	105,6	106,2	105,8	104,7	105,3	4,5
00:22	110,0	101,7	102,9	102,4	106,0	108,0	107,9	104,4	105,7	104,6	103,8	104,7	6,3
00:24	110,0	103,0	104,0	103,9	108,6	113,6	115,0	106,6	108,4	105,5	105,0	107,4	12,0
00:26	110,0	104,9	105,9	105,6	112,2	116,8	115,4	109,5	111,7	107,4	106,9	109,6	11,9
00:28	110,0	104,6	106,1	105,4	111,2	113,5	110,5	109,2	110,8	107,7	106,9	108,6	8,9
00:30	110,0	102,7	104,6	103,3	107,5	107,8	104,9	106,0	107,8	106,1	104,9	105,6	5,1
00:32	110,0	101,7	103,2	102,2	105,3	107,4	106,6	104,3	105,4	104,7	103,7	104,5	5,7
00:34	110,0	102,8	104,0	104,0	107,9	112,4	112,5	106,1	108,2	105,3	105,1	106,8	9,7
00:36	110,0	104,7	106,0	105,7	111,4	115,7	114,6	109,1	111,3	107,4	106,9	109,3	11,0
00:38	110,0	105,0	106,3	105,9	111,2	113,8	111,2	109,0	111,0	107,8	107,1	108,8	8,8
00:40	110,0	103,1	104,6	103,4	107,5	107,3	105,2	106,1	107,4	106,2	104,8	105,6	4,4
00:42	110,0	101,9	103,4	102,3	105,4	107,6	105,8	104,2	105,9	104,8	103,8	104,5	5,7
00:44	110,0	102,8	104,0	103,5	107,8	112,3	112,8	106,1	108,0	105,1	104,5	106,7	10,0
00:46	110,0	104,8	105,8	105,8	111,6	116,4	115,3	109,2	111,4	107,3	106,9	109,5	11,6
00:48	110,0	105,0	106,2	106,1	111,3	113,6	111,4	109,1	111,6	107,9	107,4	109,0	8,6
00:50	110,0	103,4	104,9	103,9	107,6	107,1	105,3	106,1	107,7	106,7	105,3	105,8	4,3
00:52	110,0	101,9	103,4	102,4	104,9	107,0	105,7	104,1	105,4	105,3	103,8	104,4	5,1
00:54	110,0	102,6	103,6	103,4	107,3	111,7	112,0	105,6	107,3	105,1	104,4	106,3	9,4
00:56	110,0	104,7	105,5	105,9	111,0	115,9	115,0	109,0	111,7	106,8	106,8	109,2	11,2
00:58	110,0	105,1	106,2	105,8	111,9	114,6	112,9	109,3	111,6	108,0	107,5	109,3	9,5
01:00	110,0	103,8	105,3	104,3	108,3	109,1	107,9	107,0	108,5	107,1	105,9	106,7	5,3
T. PROM	110,0	103,3	104,6	104,1	109,0	112,1	110,4	107,0	108,8	106,1	105,4	107,1	
T. MAX	110,0	105,1	106,3	106,1	113,1	118,5	116,2	109,8	112,4	108,0	107,5		
T. MIN	110,0	101,1	102,5	101,9	104,9	107,0	104,9	104,1	105,4	104,1	103,3		
DTT	0,0	4,0	3,8	4,2	8,2	11,5	11,3	5,7	7,0	3,9	4,2		

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	118,5	1,0
Mínima Temperatura Medida	101,1	0,4
Desviación de Temperatura en el Tiempo	11,5	0,1
Desviación de Temperatura en el Espacio	8,8	0,9
Estabilidad Medida (±)	5,75	0,05
Uniformidad Medida	13,9	0,8

- 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 en un instante dado.
 T.MAX: Temperatura máxima.
 T.MIN: Temperatura mínima.
 DTT: Desviación de temperatura en el tiempo.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo: 0,1 °C.

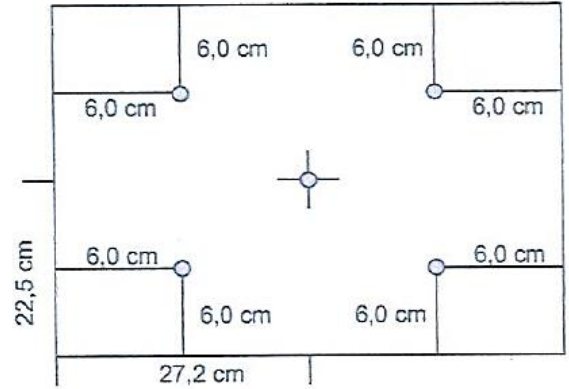
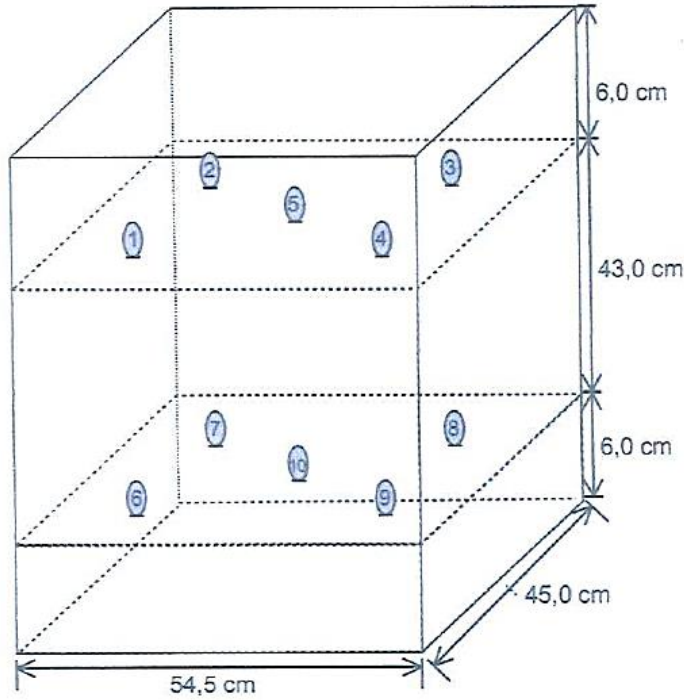
DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURA EN EL EQUIPO
TEMPERATURA DE TRABAJO: 110 °C ± 10 °C




JHON L. PORTA CHUQUILLANQUI
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 303303
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE
 SUELOS Y CONCRETO


KLIDY MONICA BARABAN CASTRO
 INGENIERA CIVIL
 CIP. 226848
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE
 SUELOS Y CONCRETO

UBICACIÓN DE LOS SENSORES



Los sensores 1, 2, 3, 4 y 5 se colocaron a 15 mm por encima de la altura más alta que emplea el usuario.
Los sensores 6, 7, 8, 9 y 10 se colocaron a 15 mm por debajo de la parrilla más baja que emplea el usuario.


GEOCONSULT
THONI PORTA CHUQUILLANQUI
INGENIERO CIVIL
CIP. 303303
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE
SUELOS Y CONCRETO


GEOCONSULT
KLIDY MONICA BARBARAN CASTRO
INGENIERA CIVIL
CIP. 226848
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE
SUELOS Y CONCRETO

Fotografía mostrando la ubicación de los sensores de temperatura y de las muestras utilizadas en la calibración del equipo




MONTY PORTA CHUQUILLANQUI
INGENIERO CIVIL
CIP. 303303
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE
SUELOS Y CONCRETO


KATTY MONICA BARABAN CASTRO
INGENIERA CIVIL
CIP. 226848
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE
SUELOS Y CONCRETO

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1642-LM-2023

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN : 2023-11-13
EXPEDIENTE : 00007

1. SOLICITANTE : GEOCONSULT RB SOCIEDAD ANONIMA CERRADA

DIRECCIÓN : CAL.IRENE FELPINI S/N PAMPA DEL CARMEN - CHANCHAMAYO - JUNIN.

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA

MARCA : OHAUS

MODELO : UIIP30T

NÚMERO DE SERIE : 70901109

ALCANCE DE INDICACIÓN : 30 kg

DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN : 0,005 kg

DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN (e) : 0,005 kg (*)

PROCEDENCIA : CHINA

IDENTIFICACIÓN : NO INDICA

TIPO : ELECTRÓNICA

UBICACIÓN : LABORATORIO

CLASE DE EXACTITUD : III

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2023-10-30

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

CADENT S.A.C. no se responsabiliza de lo perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

PC-001, Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase III y IIII. INACAL, 1ra edición, Mayo 2019.

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

LABORATORIO DE GEOCONSULT RB SOCIEDAD ANONIMA CERRADA
CAL.IRENE FELPINI S/N PAMPA DEL CARMEN - CHANCHAMAYO - JUNIN.



HON. I. PORTA CHUQUILLANQUI
INGENIERO CIVIL
CIP. 303303
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO



Juan Pinedo Villanueva
Jefe de Metrología

Firmado digitalmente
por Juan Pinedo
Villanueva
Fecha: 2023-11-13
16:28:54



KEDY MONICA BARIJARAN CASTRO
INGENIERA CIVIL
CIP. 226848
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1642-LM-2023

Página 2 de 3

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Mínima	Máxima
Temperatura (°C)	27,3	27,9
Humedad Relativa (%hr)	48	51

6. TRAZABILIDAD

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de CADENT S.A.C.	Pesas de clase M ₂	0754 - LM - 2023
Patrones de referencia de CADENT S.A.C.	Juego de Pesas de clase M ₂	0786 - LM - 2023

7. OBSERVACIONES

(* El valor de división de verificación "e", capacidad mínima y clase de exactitud se encuentran indicado en la balanza. Se realizó el ensayo de precarga, con una carga de 30,000 kg, la indicación del equipo fue 29,950 kg.

Antes de la calibración, se procedió con el ajuste externo de la balanza con las pesas patrones empleadas en la calibración. Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metroológica Peruana 003.

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Temp. (°C)			Temp. (°C)		
	Inicial			Final		
	27,6			27,9		
	Carga L1 = 15,000 (kg)			Carga L2 = 30,001 (kg)		
	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)
1	15,005	3,0	4,5	29,995	2,0	-5,5
2	15,005	3,0	4,5	29,995	2,0	-5,5
3	15,005	3,5	4,0	29,995	2,5	-6,0
4	15,000	2,5	0,0	30,000	2,5	-1,0
5	15,000	2,5	0,0	30,000	3,5	-2,0
6	15,000	2,5	0,0	29,995	2,0	-5,5
7	15,000	2,5	0,0	29,995	2,0	-5,5
8	15,000	2,0	0,5	29,995	2,0	-5,5
9	15,005	3,0	4,5	29,995	2,0	-5,5
10	15,005	3,0	4,5	29,995	2,0	-5,5
Diferencia Máxima				4,5		
Error máximo permitido	± 15 g			± 15 g		



HON I. PORTA CHUQUILLANQUI
INGENIERO CIVIL
CIP. 303303
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE
SUELOS Y CONCRETO



KLIDY MONICA BARABAN CASTRO
INGENIERA CIVIL
CIP. 226848
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE
SUELOS Y CONCRETO

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1642-LM-2023

2	5
3	4

Página 3 de 3

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación del Error corregido				
	Carga Mínima* (kg)	I (kg)	ΔL (g)	E ₀ (g)	Carga L (kg)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1	0,050	0,050	2,5	0,0	10,000	10,000	2,5	0,0	0,0
2		0,050	2,5	0,0		10,000	2,5	0,0	0,0
3		0,050	2,0	0,5		10,000	3,0	-0,5	-1,0
4		0,050	2,5	0,0		10,005	3,5	4,0	4,0
5		0,050	2,5	0,0		10,000	2,0	0,5	0,5
Temp. (°C) Inicial 27,8 Final 27,6									
Error máximo permitido : ± 10 g									

(*) valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (kg)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp (**)
	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
0,050	0,050	2,5	0,0						5
0,100	0,100	3,5	-1,0	-1,0	0,100	3,0	-0,5	-0,5	5
1,000	1,000	3,0	-0,5	-0,5	1,000	2,5	0,0	0,0	5
3,000	3,000	3,0	-0,5	-0,5	3,000	2,5	0,0	0,0	10
5,000	5,000	3,0	-0,5	-0,5	5,000	2,5	0,0	0,0	10
6,000	6,000	2,5	0,0	0,0	6,000	3,0	-0,5	-0,5	10
10,000	10,000	2,5	0,0	0,0	10,000	2,5	0,0	0,0	10
15,000	15,000	2,5	0,0	0,0	15,000	2,5	0,0	0,0	15
20,001	20,000	2,5	-1,0	-1,0	20,000	2,0	-0,5	-0,5	15
25,001	25,000	2,5	-1,0	-1,0	25,000	2,5	-1,0	-1,0	15
30,001	30,000	2,5	-1,0	-1,0	30,000	2,5	-1,0	-1,0	15

(**) error máximo permitido

LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA

Lectura Corregida	=	$R + 3,09E-05 \times R$
Incertidumbre Expandida	=	$2 \times (9,37E-06 \text{ kg}^2 + 1,95E-08 \times R^2)^{1/2}$
donde el símbolo E-xx significa potencia de 10. Ejemplo : E-03 = 10 ⁻³		

I; R : Indicación de la balanza
ΔL: Carga Incrementada
E: Error encontrado
E₀ Error en cero
Ec: Error corregido

Fin de documento



THUN I. PORTA CHUQUILLANQUI
INGENIERO CIVIL
CIP. 303303

ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE
SUELOS Y CONCRETO



KLIDY MONICA BARBARAN CASTRO
INGENIERA CIVIL
CIP. 226848
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE
SUELOS Y CONCRETO



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión	2023/12/21
Solicitante	GEOCONSULT RB S.A.C.
Dirección	CAL. IRENE FELPINI S/N PAMPA DEL CARMEN - CHANCHAMAYO - JUNIN
Instrumento de medición	CORTE DIRECTO CON CELDA DE CARGA
Identificación	NO INDICA
Marca Corte Directo	UTEST
Modelo	UTS-2060 SMPR
Serie	21/000992
Marca Celda de Carga	ZEMIC
Serie	NO INDICA
Capacidad	5000 N
Marca Indicador	UTEST
Modelo	NO INDICA
Serie	NO INDICA
Procedencia	TURQUIA
Ubicación	Laboratorio de suelos
Lugar de calibración	Laboratorio de GEOCONSULT RB S.A.C.
Fecha de calibración	2023/12/21

Método/Procedimiento de calibración

El procedimiento toma como referencia a la norma ISO 7500-1 "Metallic materials - Verification of static uniaxial testing machines", Se aplicaron dos series de carga al Sistema Digital mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.


JOHN PORTA CHUQUILLANQUI
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 303303

ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE
SUELOS Y CONCRETO

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

 Joshua Arevalo Flores
 METROLOGÍA


KLAY MONICA BARABAN CASTRO
 INGENIERA CIVIL
 CIP. 226848
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE
 SUELOS Y CONCRETO



Arso Group
Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de PUCP	Celda de Carga de 100 TN	INF-LE N° 039-23

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 15 °c	Final: 15 °c
Humedad Relativa	Inicial: 61 %hr	Final: 61 %hr

Resultados

TABLA N° 01
CALIBRACION DE ANILLO DE CARGA

SISTEMA DIGITAL "A" N	SERIES DE VERIFICACIÓN PATRON (Kg)				PROMEDIO "B" N	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE (1) N	SERIE (2) N	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
1000	1000.3	1001.2	0.03	0.12	1000.8	0.075	0.06
1500	1501.3	1499.1	0.09	-0.06	1500.2	0.01	0.10
2000	2002.4	2003.6	0.12	0.18	2003.0	0.15	0.04
2500	2500.9	2502.1	0.04	0.08	2501.5	0.06	0.03
3000	3002.1	3004.5	0.07	0.15	3003.3	0.11	0.06
3500	3498.3	3499.7	-0.05	-0.01	3499.0	-0.03	0.03
4000	3997.8	4000.8	-0.05	0.02	3999.3	-0.02	0.05
4500	4500.9	4501.2	0.02	0.03	4501.1	0.02	0.00

NOTAS SOBRE CALIBRACION

1. - La Calibración se hizo según la norma ISO 7500-1
- 2.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = Error(2) - Error(1)$$
3. - La norma exige que Ep y Rp no excedan el +/- 1.0 %




MONTY PORTA CHUQUILLANQUI
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 303303
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE
 SUELOS Y CONCRETO

ARSOU GROUP S.A.C.

Jospe Andres Arevalo Flores
 METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.
 Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martin de Porres, Lima, Perú
 Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
 ventas@arsougroup.com
 www.arsougroup.com

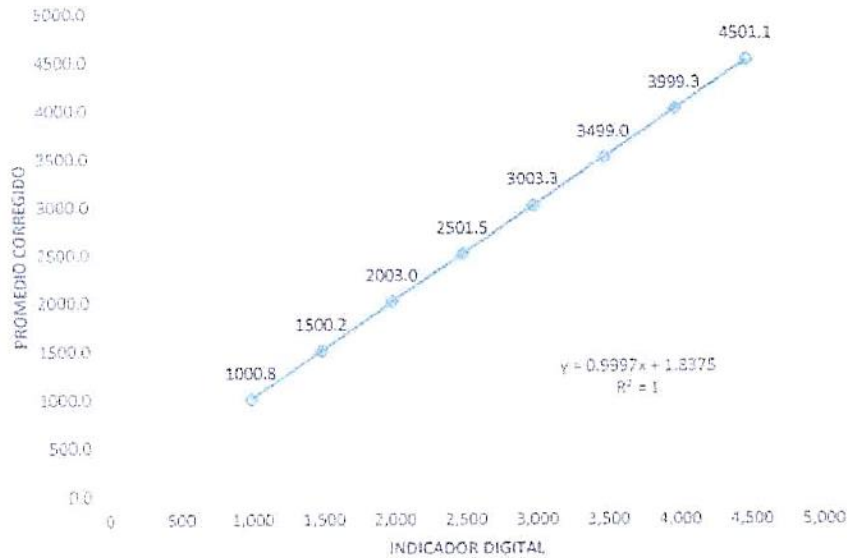

KLARA MONICA BARABAN CASTRO
 INGENIERA CIVIL
 CIP. 226848
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE
 SUELOS Y CONCRETO



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

Gráfica (Coeficiente de correlación y Ecuación de Ajuste)

GRAFICO N° 01



Ecuación de ajuste:

Donde: $y = 0,9997x + 1,8375$

Coeficiente Correlación: $R^2 = 1$

X : Lectura de la pantalla (N)

Y : fuerza promedio (N)



Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura $k=2$.
3. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

Fin de documento

HON. PORTA CHUQUILLANQUI
INGENIERO CIVIL
CIP. 303303
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE
SUELOS Y CONCRETO

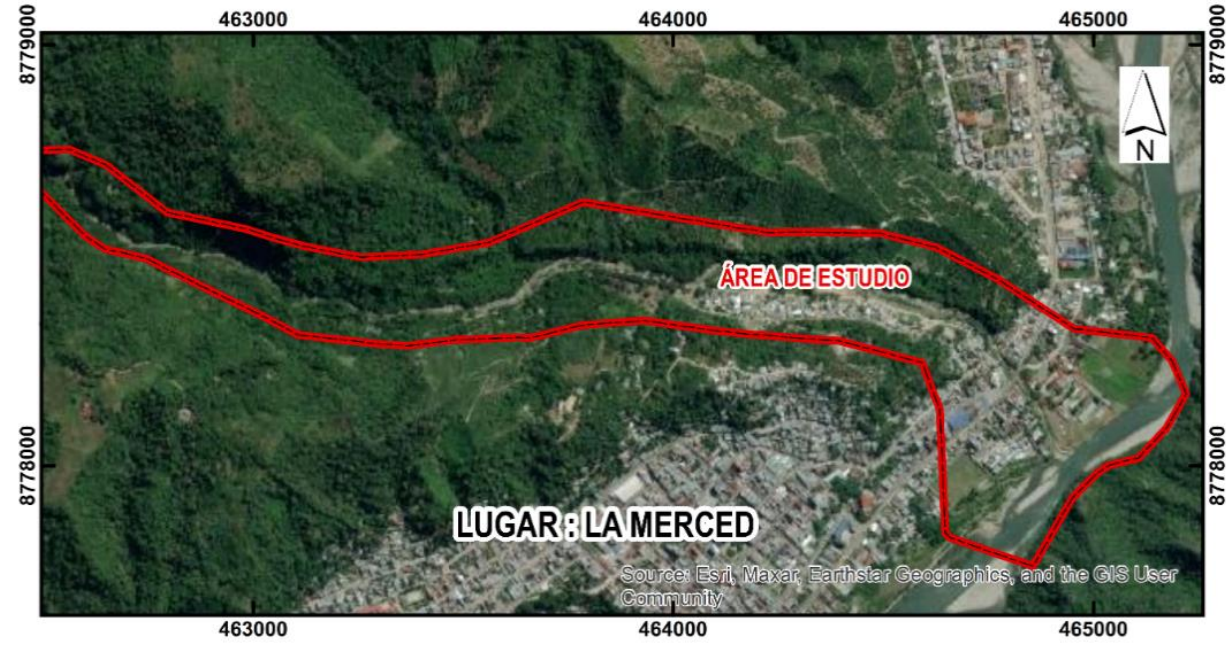
ARSOU GROUP S.A.C.

Josep Andrés Arevalo Flores
METROLOGÍA

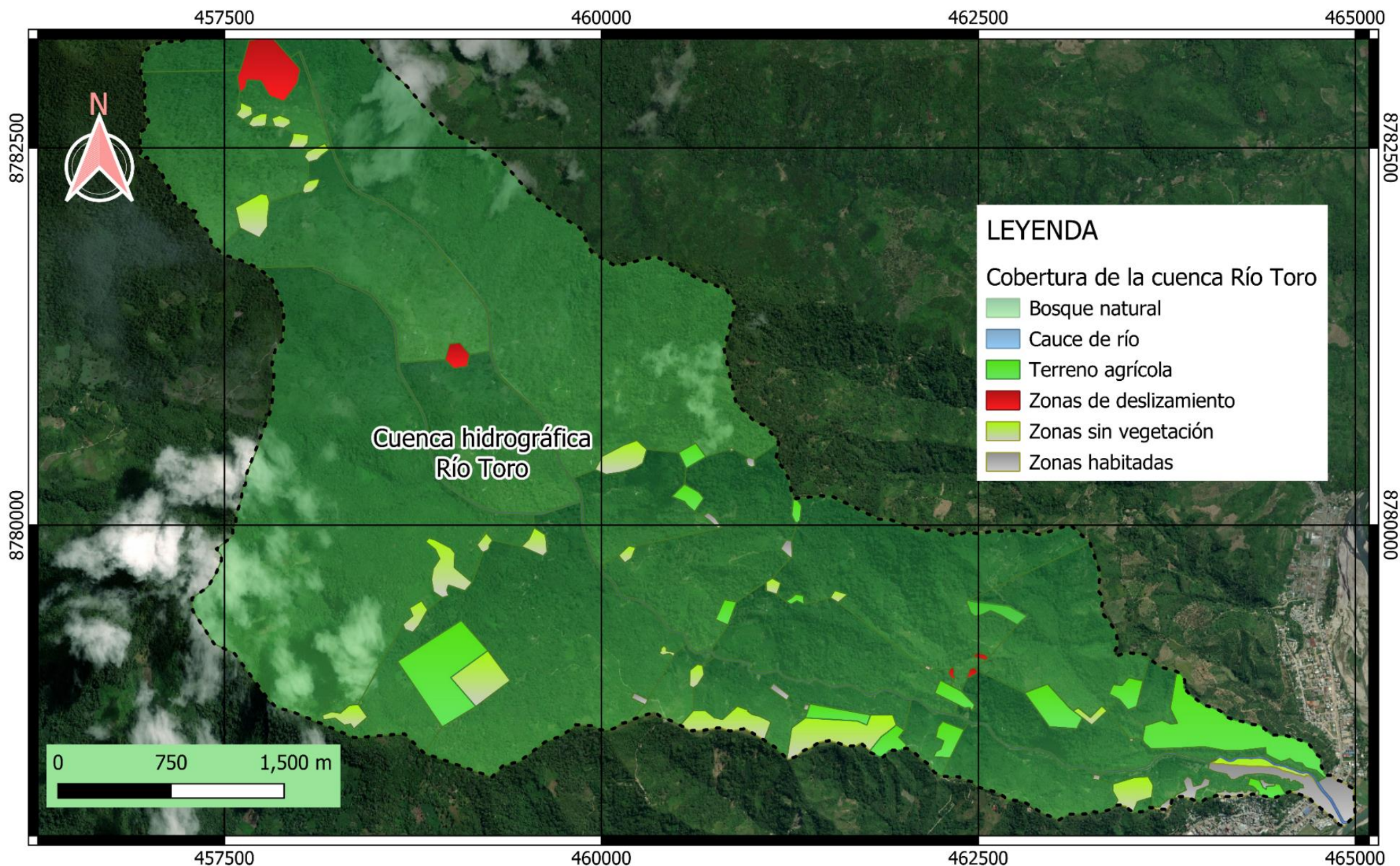
ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

KEDY MONICA BARBARÁN CASTRO
INGENIERA CIVIL
CIP. 226848
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE
SUELOS Y CONCRETO

ANEXO 5: Planos



	UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA SELVA CENTRAL "JUAN SANTOS ATAHUALPA"		PLANO: UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN		ESCALA: INDICADA
	TESIS: "MODELAMIENTO NÚMÉRICO DEL FLUJO DE ESCOMBROS EN LA CUENCA DEL RÍO TORO, CHANCHAMAYO - 2023."		ZONA: CUENCA DEL RÍO TORO	DISTRITO: LA MERCED	LAMINA: UL-01
			PROVINCIA: CHANCHAMAYO	DEPARTAMENTO: JUNIN	



**UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA SELVA CENTRAL
"JUAN SANTOS ATAHUALPA"**

TESIS: "MODELAMIENTO NÚMÉRICO DEL FLUJO DE ESCOMBROS EN LA CUENCA
DEL RÍO TORO, CHANCHAMAYO - 2023."

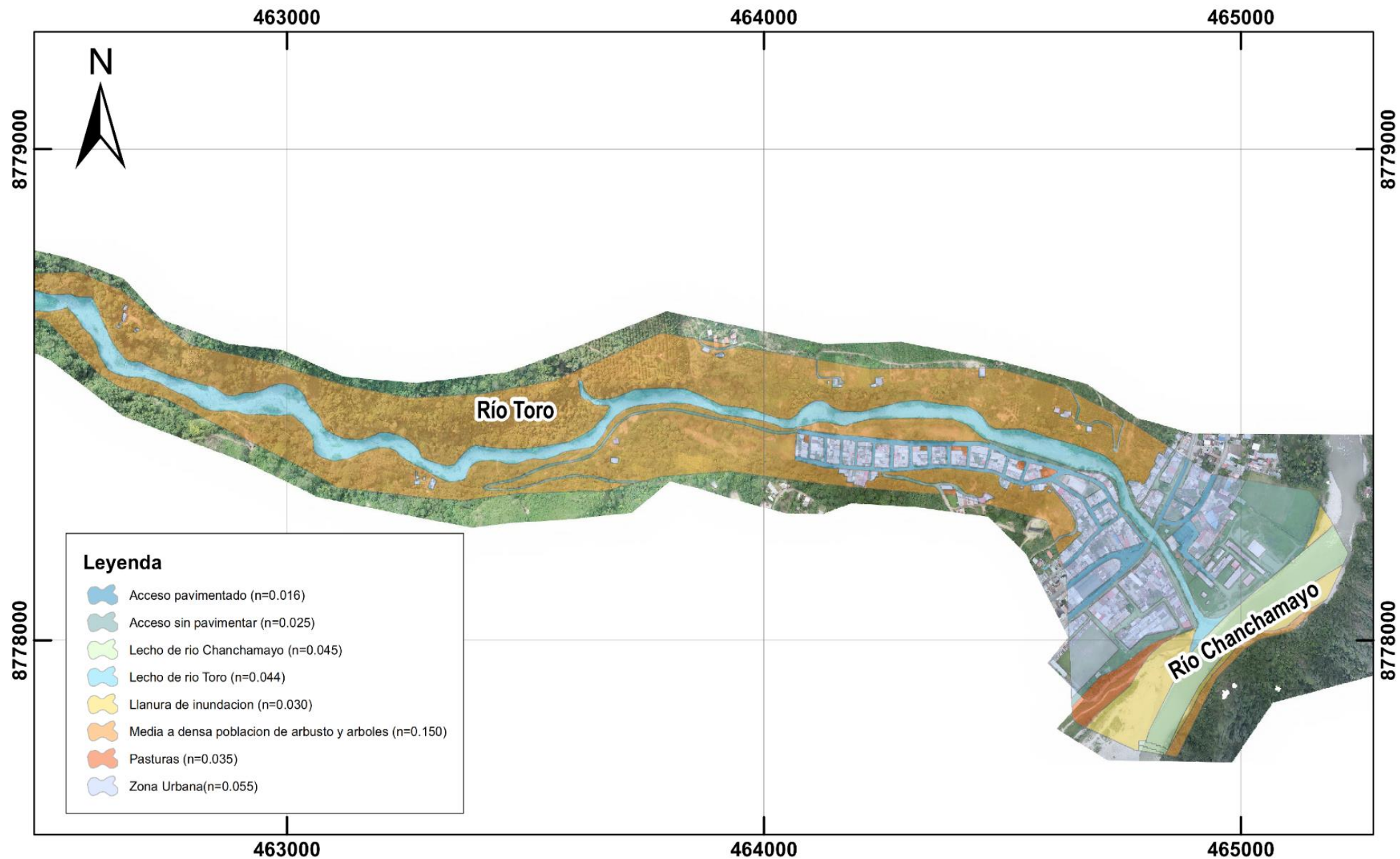
PLANO: **COBERTURA VEGETAL**

ZONA: **CUENCA DEL RÍO TORO** DISTRITO: **LA MERCED**

PROVINCIA: **CHANCHAMAYO** DEPARTAMENTO: **JUNIN**

ESCALA: **INDICADA**

LAMINA: **CV-01**



**UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA SELVA CENTRAL
"JUAN SANTOS ATAHUALPA"**

TESIS: "MODELAMIENTO NÚMÉRICO DEL FLUJO DE ESCOMBROS EN LA CUENCA
DEL RÍO TORO, CHANCHAMAYO - 2023."

PLANO:

COBERTURA DEL RÍO TORO

ZONA: CUENCA DEL RÍO TORO

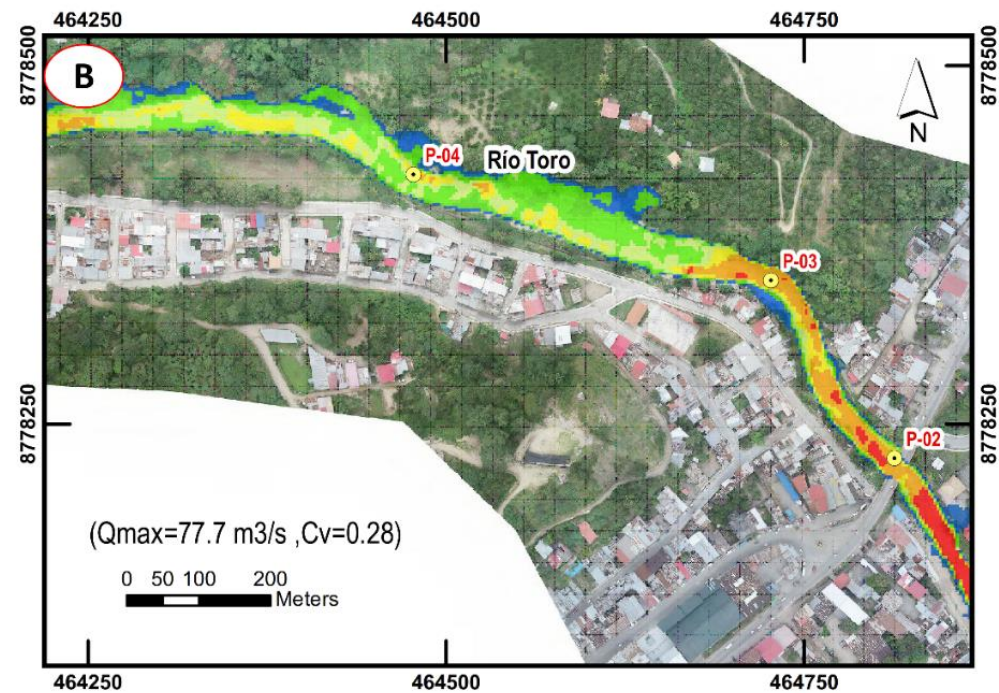
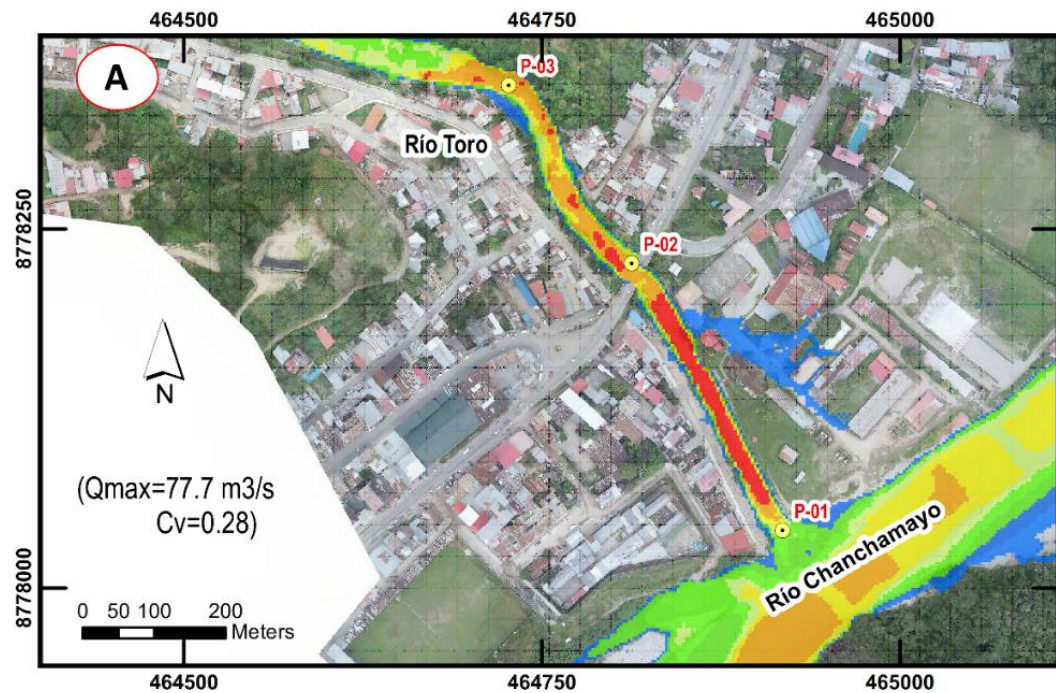
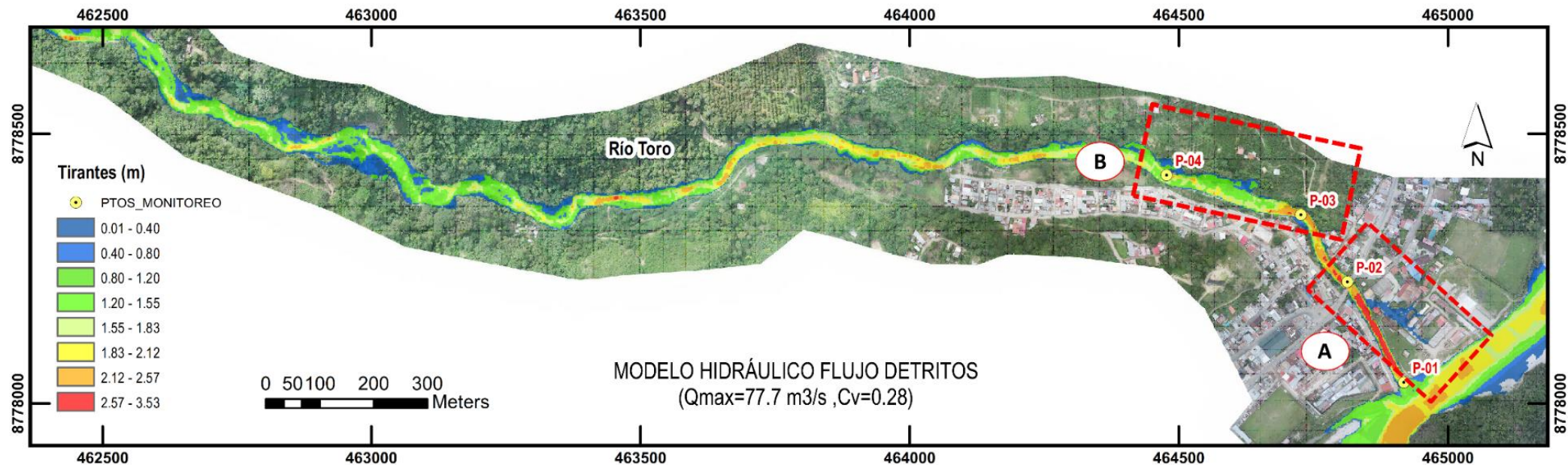
DISTRITO: LA MERCED

PROVINCIA: CHANCHAMAYO

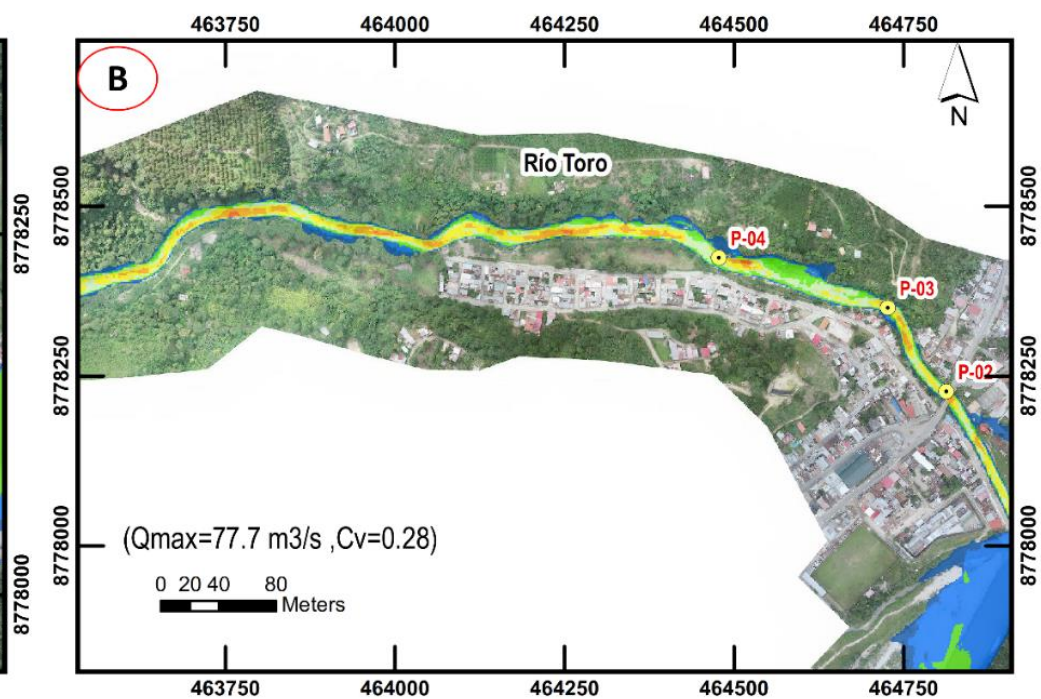
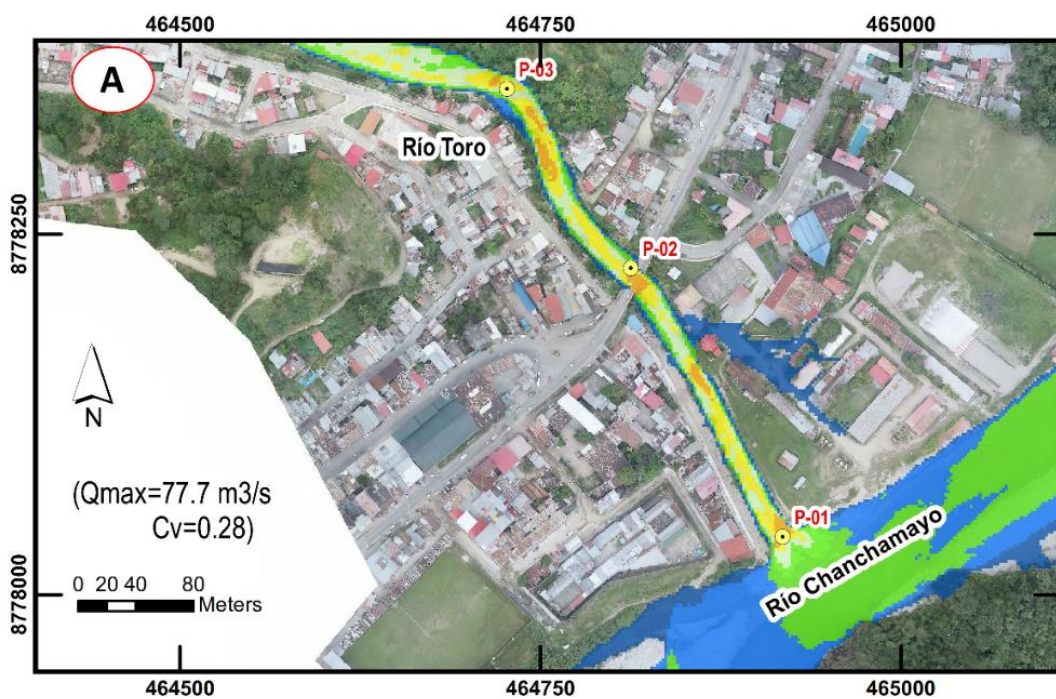
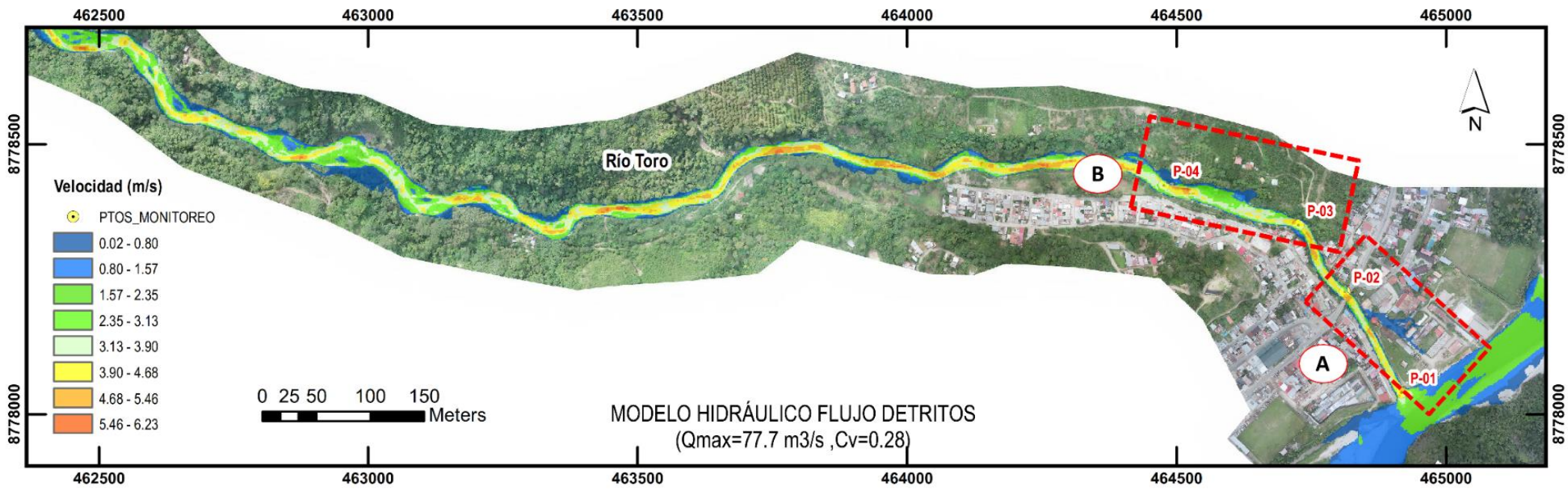
DEPARTAMENTO: JUNIN

ESCALA: INDICADA

LAMINA: **MC-01**



	UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA SELVA CENTRAL "JUAN SANTOS ATAHUALPA"		PLANO: MAPA DE TIRANTES MÁXIMOS (TR=20 AÑOS)		ESCALA: INDICADA
	TESIS: "MODELAMIENTO NÚMÉRICO DEL FLUJO DE ESCOMBROS EN LA CUENCA DEL RÍO TORO, CHANCHAMAYO - 2023."		ZONA: CUENCA DEL RÍO TORO	DISTRITO: LA MERCED	LAMINA: 01
			PROVINCIA: CHANCHAMAYO	DEPARTAMENTO: JUNIN	



UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA SELVA CENTRAL
"JUAN SANTOS ATAHUALPA"

TESIS: "MODELAMIENTO NUMÉRICO DEL FLUJO DE ESCOMBROS EN LA CUENCA DEL RÍO TORO, CHANCHAMAYO - 2023."

PLANO: **MAPA DE VELOCIDADES MÁXIMAS (TR=20 AÑOS)**

ZONA: **CUENCA DEL RÍO TORO**

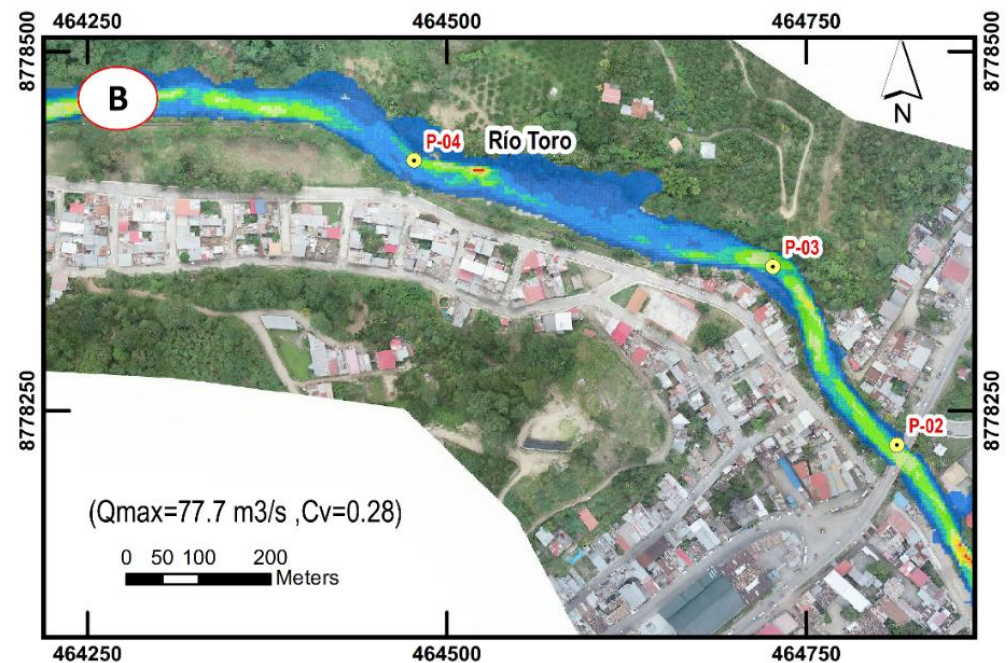
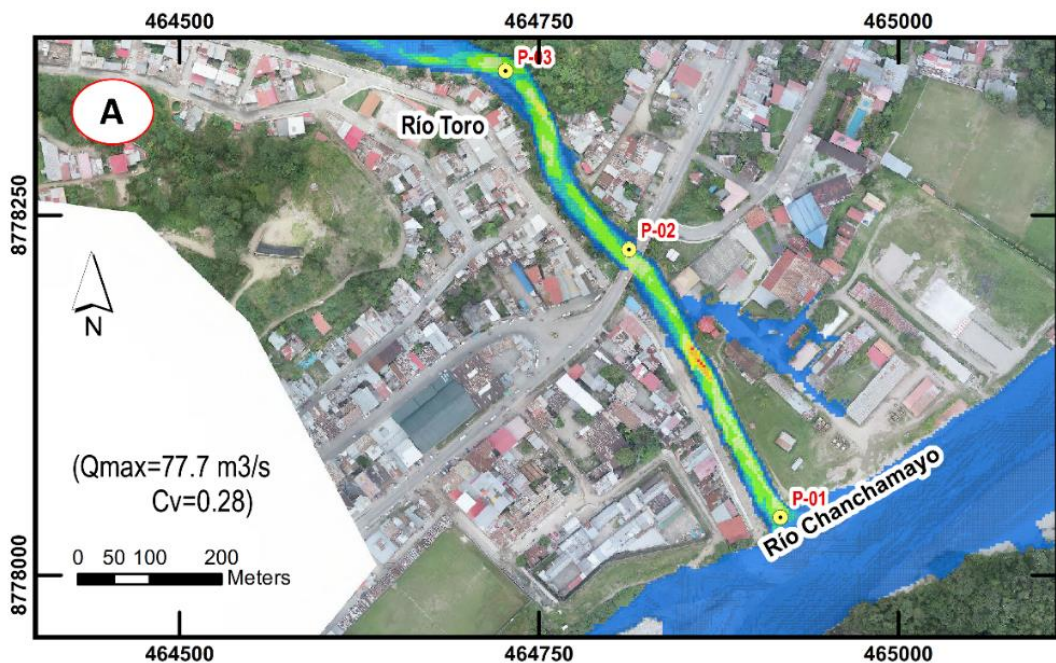
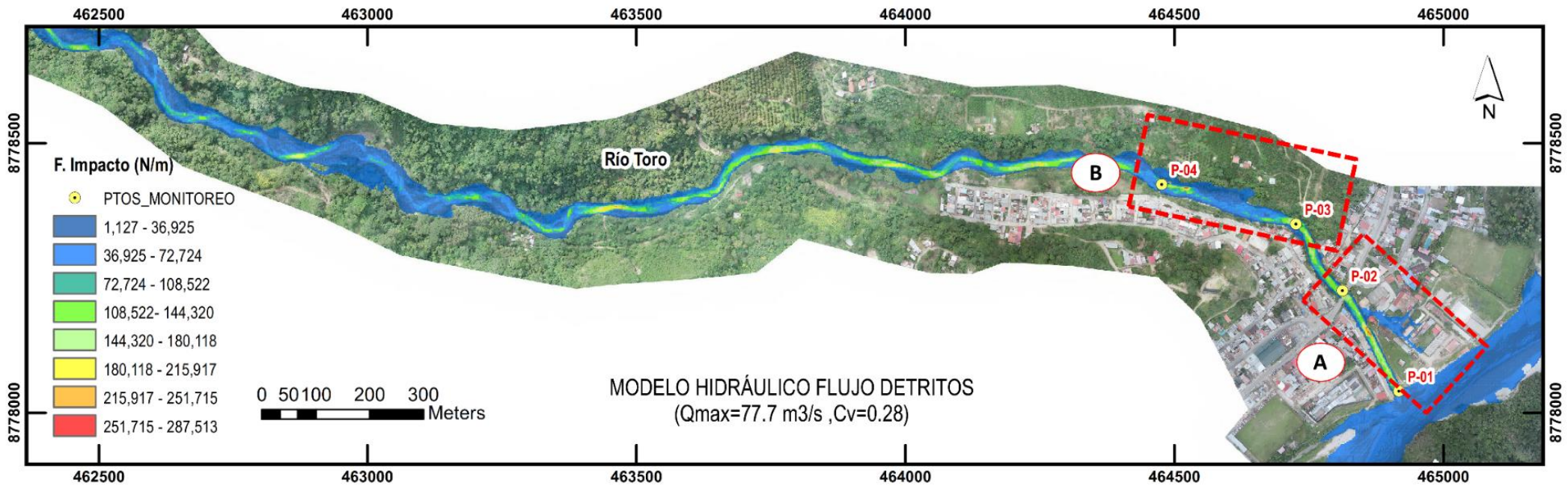
PROVINCIA: **CHANCHAMAYO**

DISTRITO: **LA MERCED**

DEPARTAMENTO: **JUNIN**

ESCALA: **INDICADA**

LAMINA: **02**



UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA SELVA CENTRAL
"JUAN SANTOS ATAHUALPA"

TESIS: **"MODELAMIENTO NÚMÉRICO DEL FLUJO DE ESCOMBROS EN LA CUENCA DEL RÍO TORO, CHANCHAMAYO - 2023."**

PLANO: **MAPA DE FUERZA DE IMPACTO (TR=20 AÑOS)**

ZONA: **CUENCA DEL RÍO TORO**

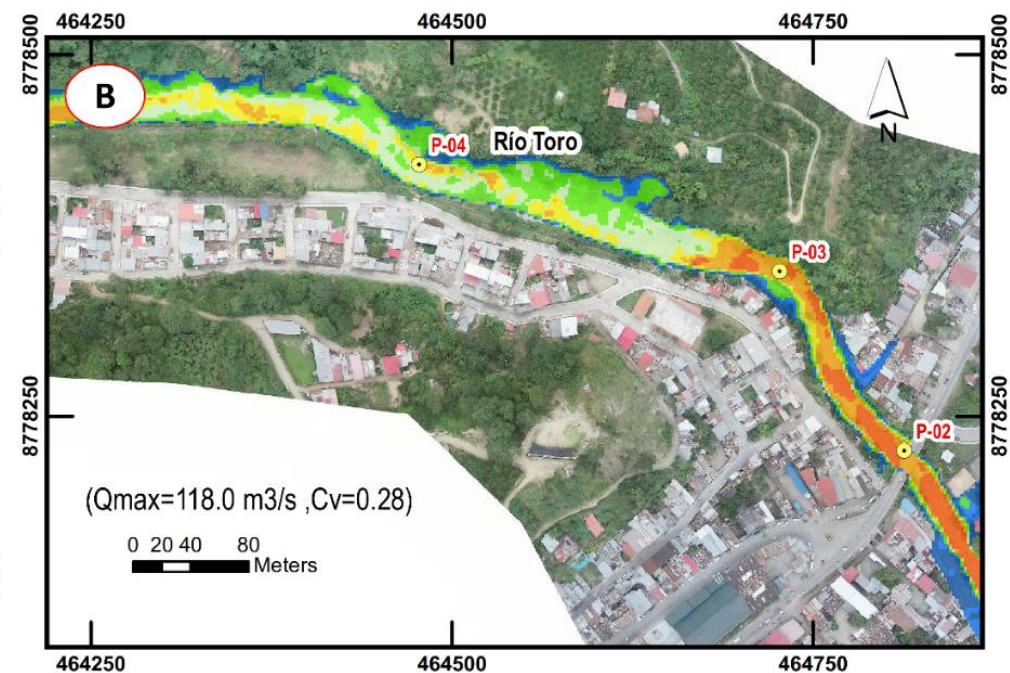
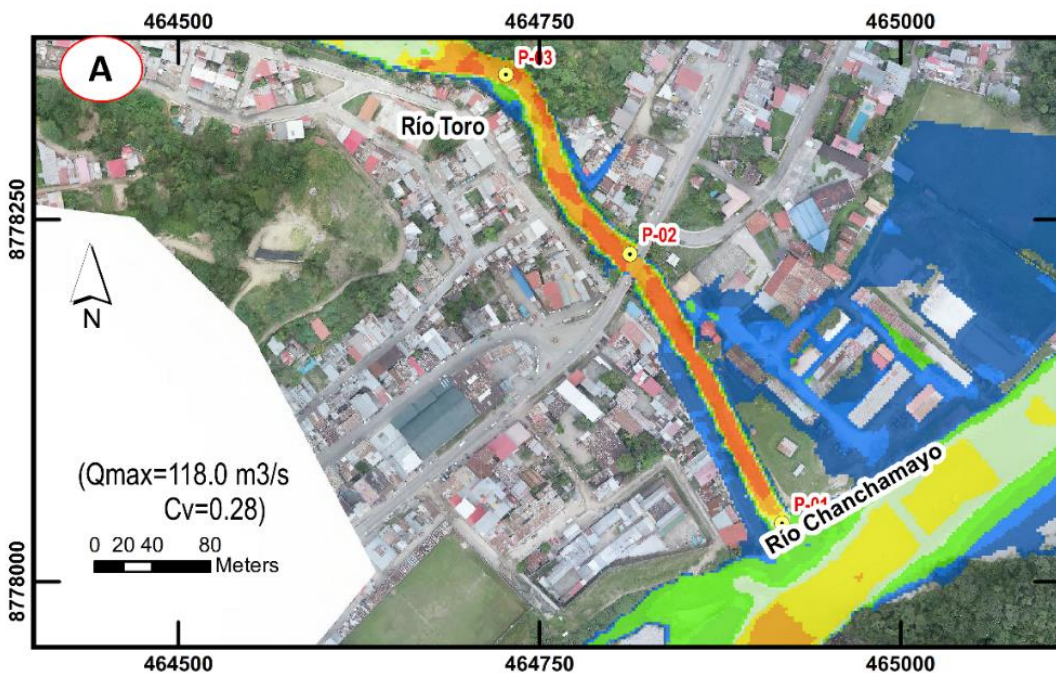
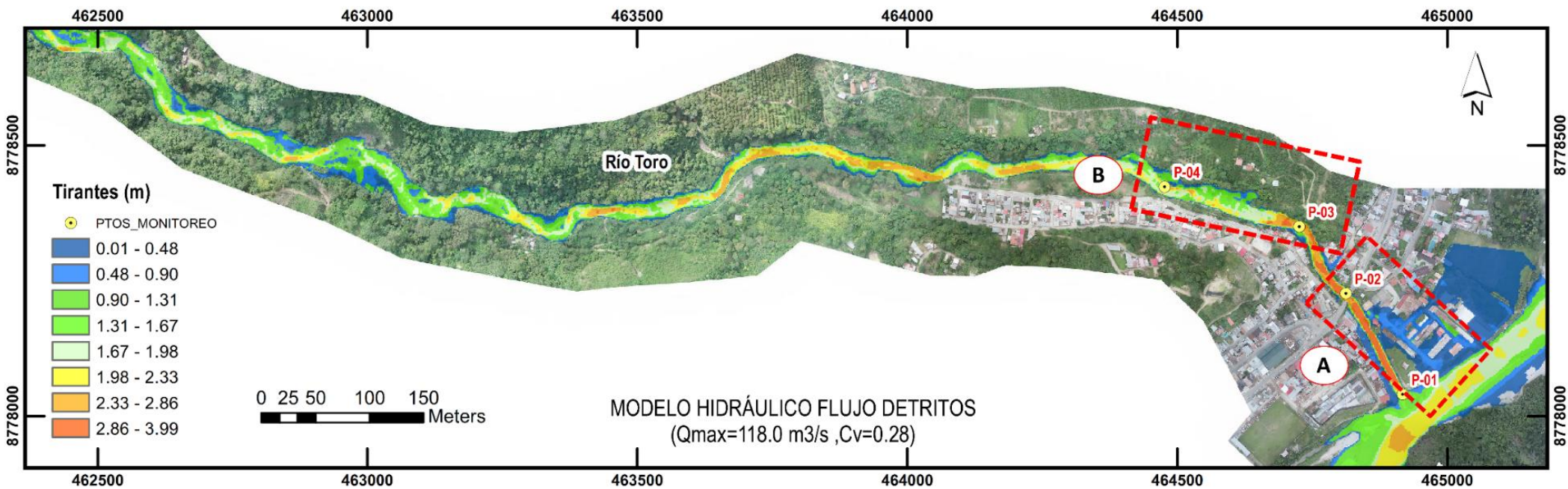
PROVINCIA: **CHANCHAMAYO**

DISTRITO: **LA MERCED**

DEPARTAMENTO: **JUNIN**

ESCALA: **INDICADA**

LAMINA: **03**



**UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA SELVA CENTRAL
"JUAN SANTOS ATAHUALPA"**

TESIS: "MODELAMIENTO NÚMÉRICO DEL FLUJO DE ESCOMBROS EN LA CUENCA DEL RÍO TORO, CHANCHAMAYO - 2023."

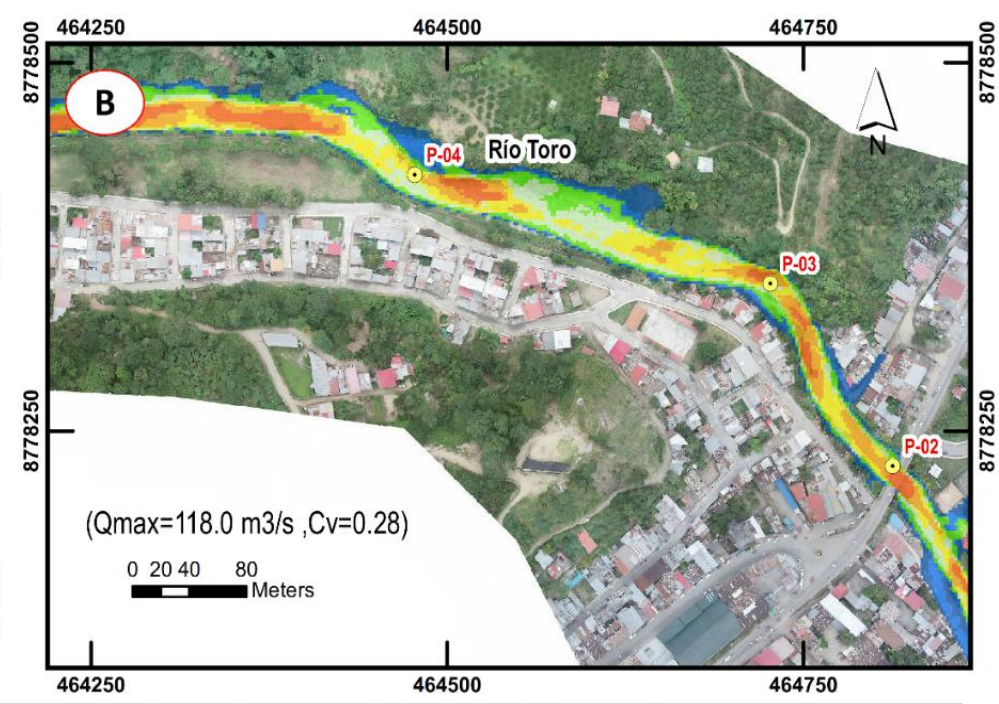
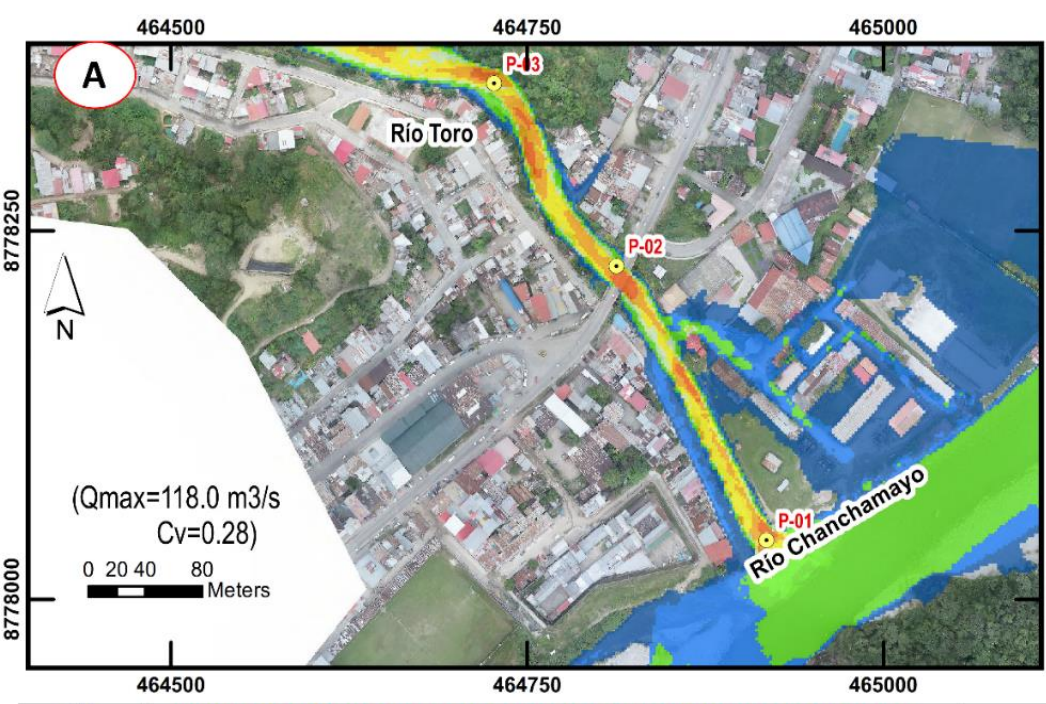
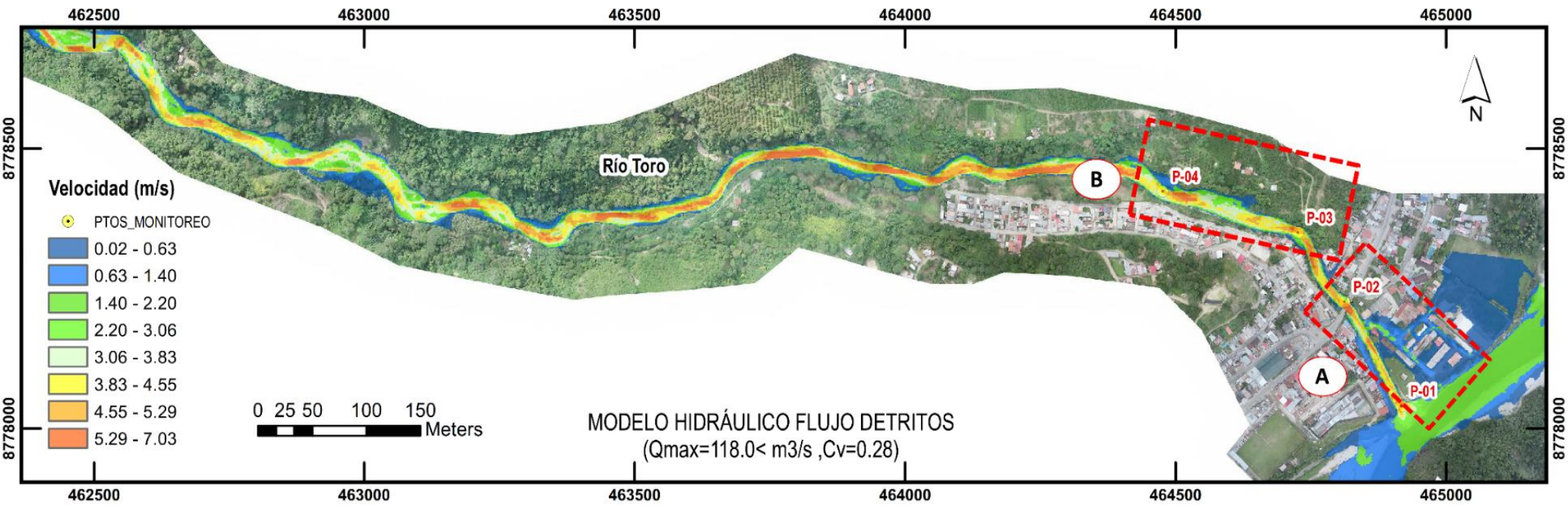
PLANO: **MAPA DE TIRANTES MÁXIMOS (TR=50 AÑOS)**

ZONA: **CUENCA DEL RÍO TORO** DISTRITO: **LA MERCED**

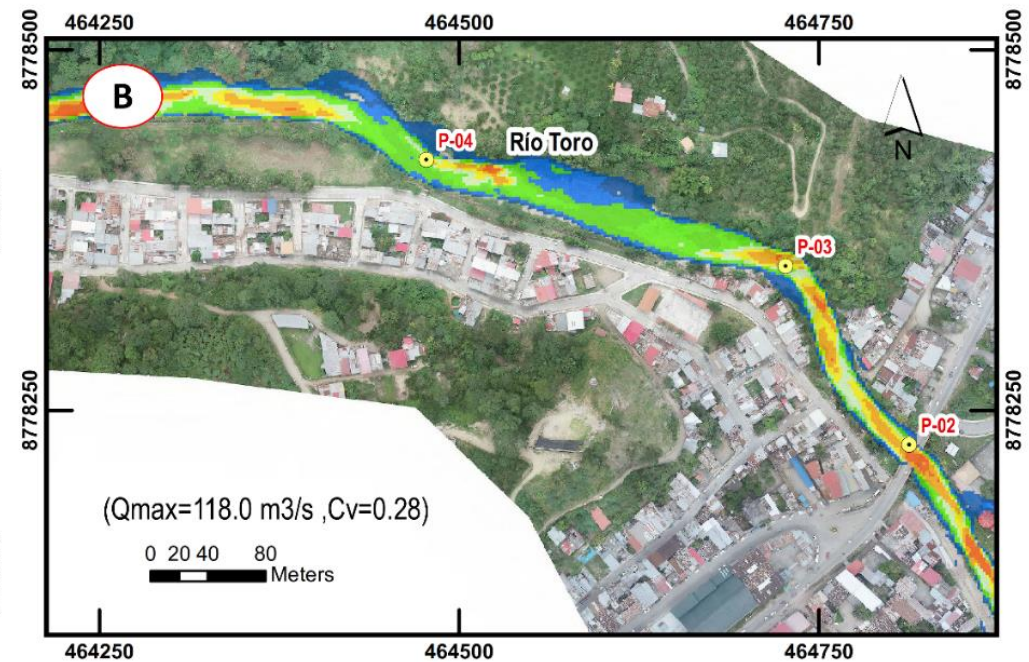
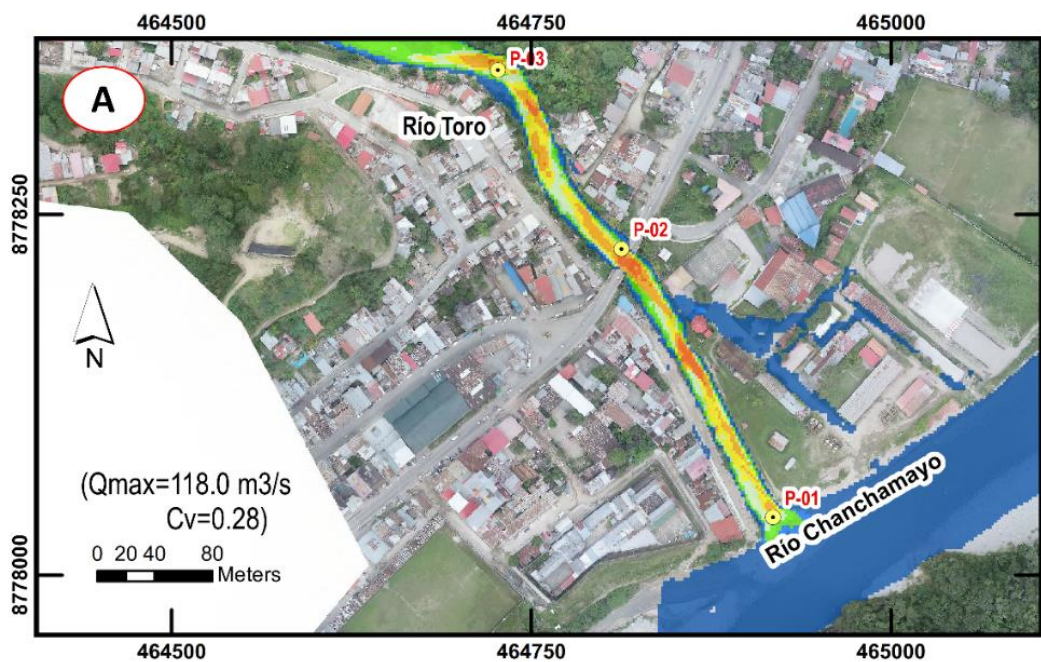
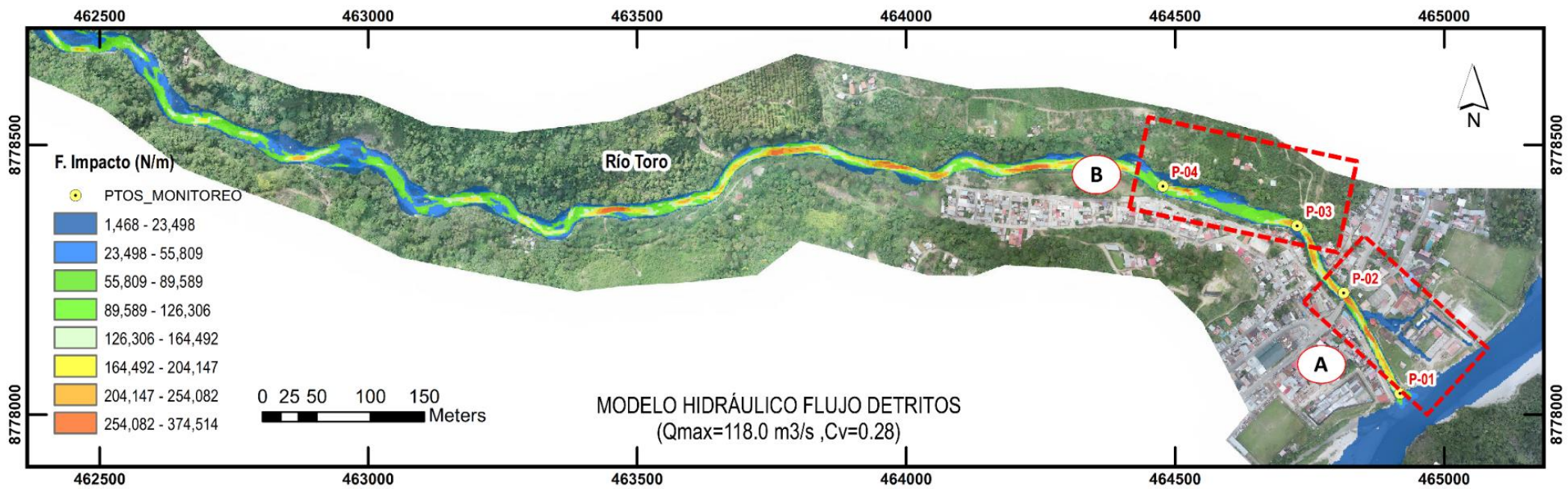
PROVINCIA: **CHANCHAMAYO** DEPARTAMENTO: **JUNIN**

ESCALA: **INDICADA**

LAMINA: **04**



 <p>UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA SELVA CENTRAL "JUAN SANTOS ATAHUALPA"</p> <p>TESIS: "MODELAMIENTO NÚMÉRICO DEL FLUJO DE ESCOMBROS EN LA CUENCA DEL RÍO TORO, CHANCHAMAYO - 2023."</p>	PLANO:	MAPA DE VELOCIDADES MÁXIMAS (TR=50 AÑOS)		ESCALA:	INDICADA
	ZONA:	CUENCA DEL RÍO TORO	DISTRITO:	LA MERCED	LAMINA: 05
	PROVINCIA:	CHANCHAMAYO	DEPARTAMENTO:	JUNIN	



UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA SELVA CENTRAL
"JUAN SANTOS ATAHUALPA"

TESIS: "MODELAMIENTO NÚMÉRICO DEL FLUJO DE ESCOMBROS EN LA CUENCA DEL RÍO TORO, CHANCHAMAYO - 2023."

PLANO: **MAPA DE FUERZA DE IMPACTO (TR=50 AÑOS)**

ZONA: **CUENCA DEL RÍO TORO**

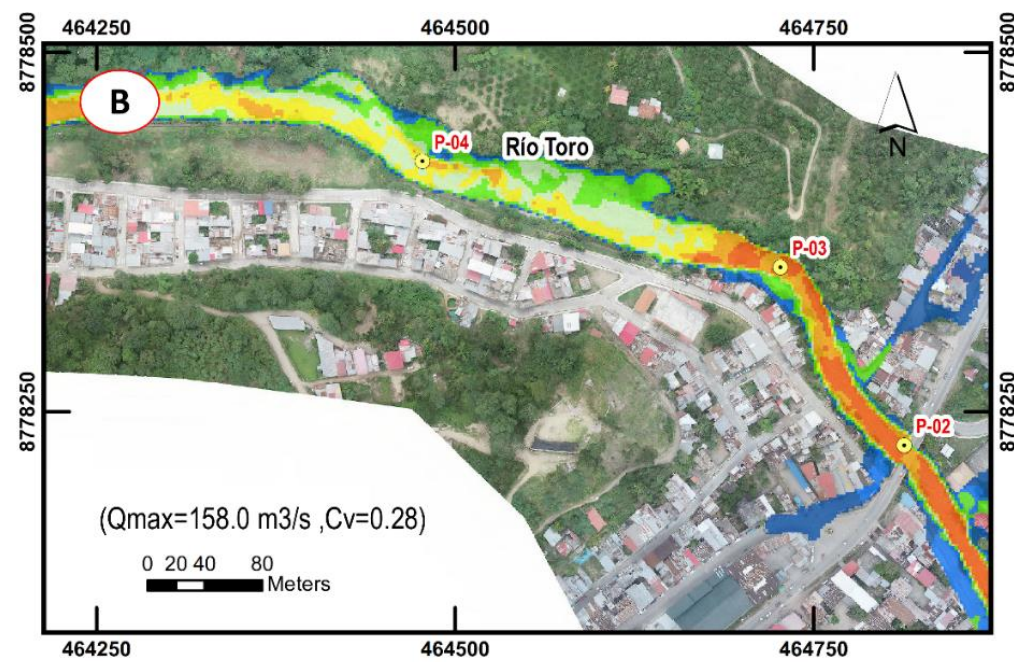
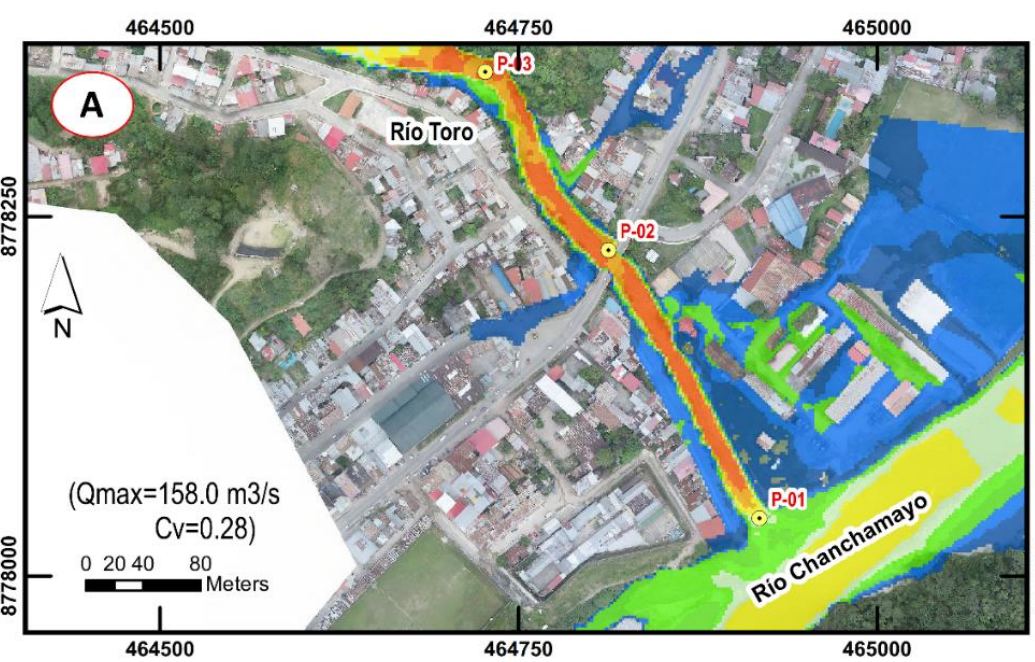
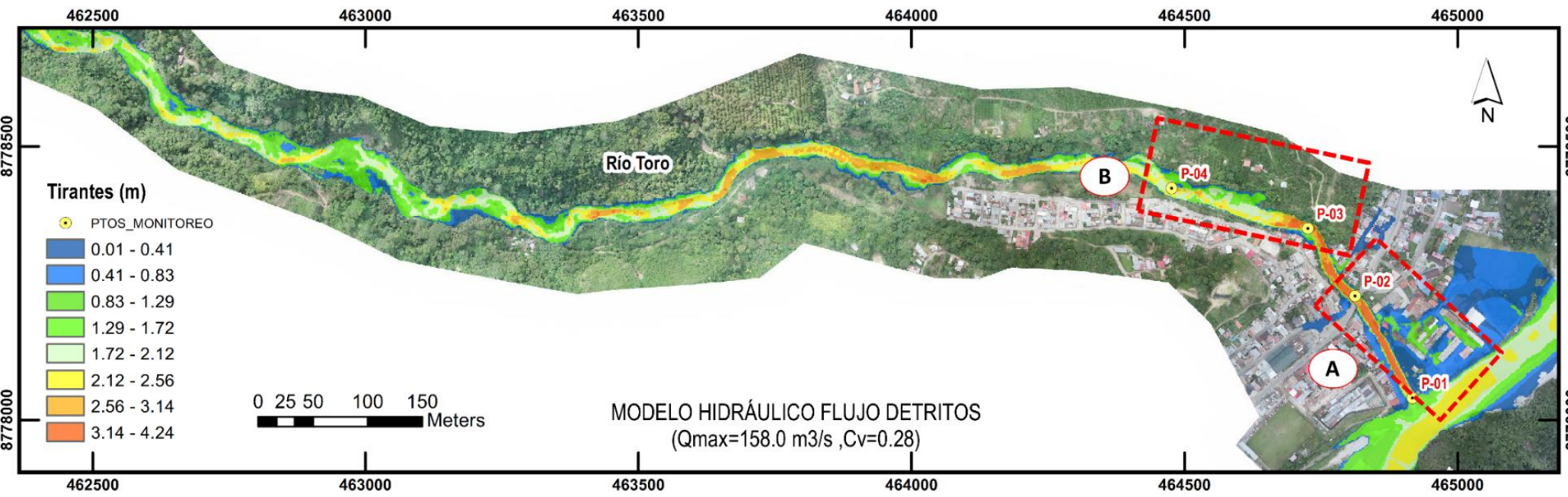
PROVINCIA: **CHANCHAMAYO**

DISTRITO: **LA MERCED**

DEPARTAMENTO: **JUNIN**

ESCALA: **INDICADA**

LAMINA: **06**



UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA SELVA CENTRAL
"JUAN SANTOS ATAHUALPA"

TESIS: "MODELAMIENTO NÚMÉRICO DEL FLUJO DE ESCOMBROS EN LA CUENCA DEL RÍO TORO, CHANCHAMAYO - 2023."

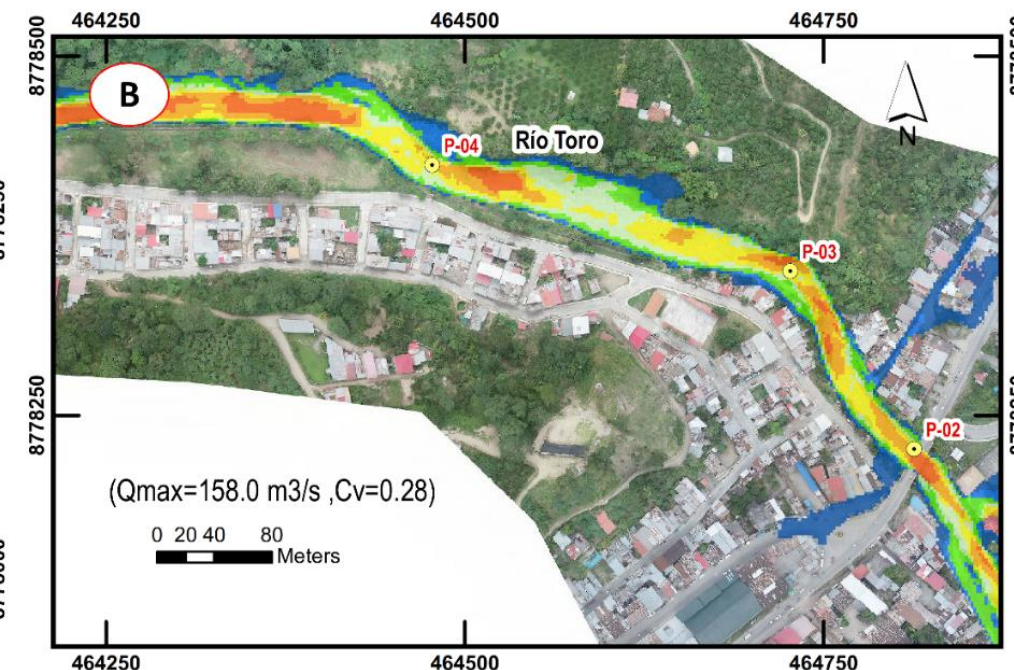
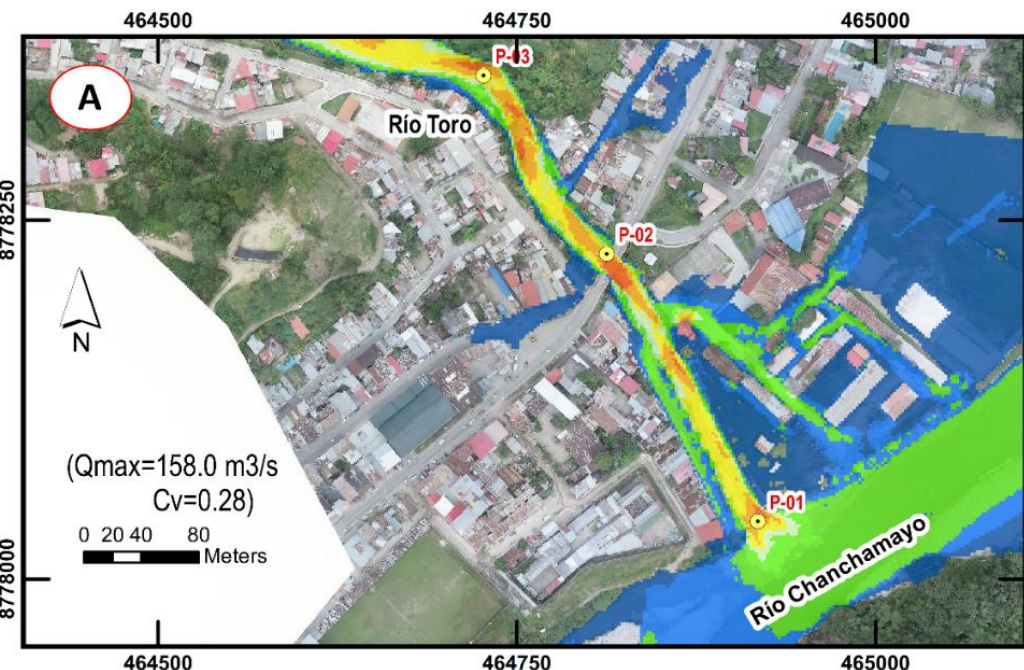
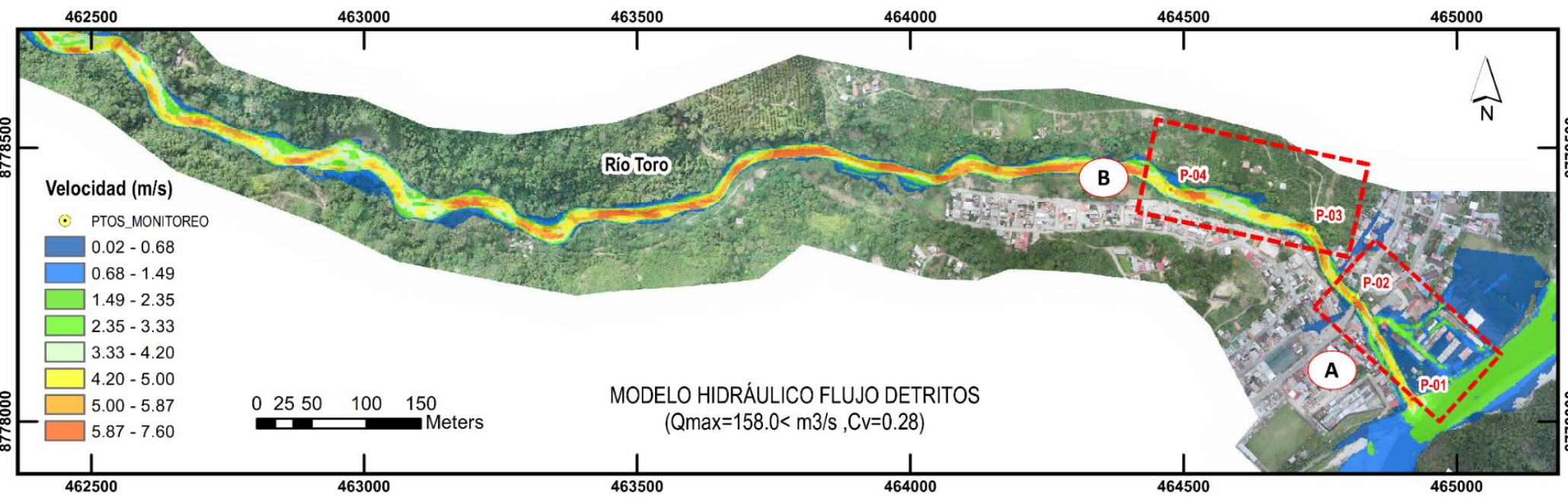
PLANO: **MAPA DE TIRANTES MÁXIMOS (TR=100 AÑOS)**


ZONA: **CUENCA DEL RÍO TORO** DISTRITO: **LA MERCED**

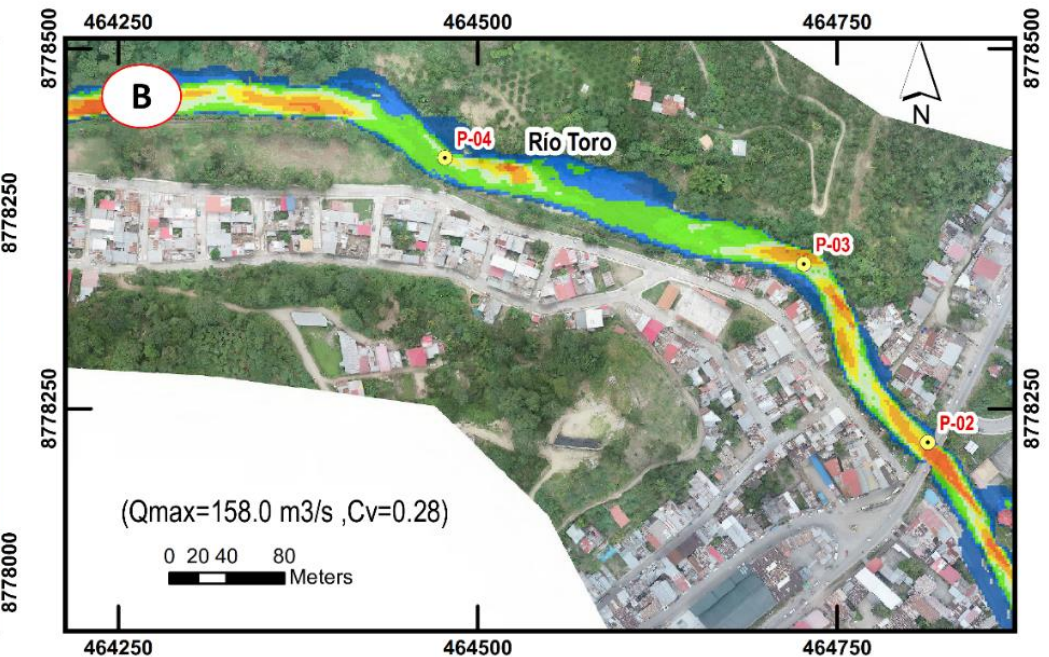
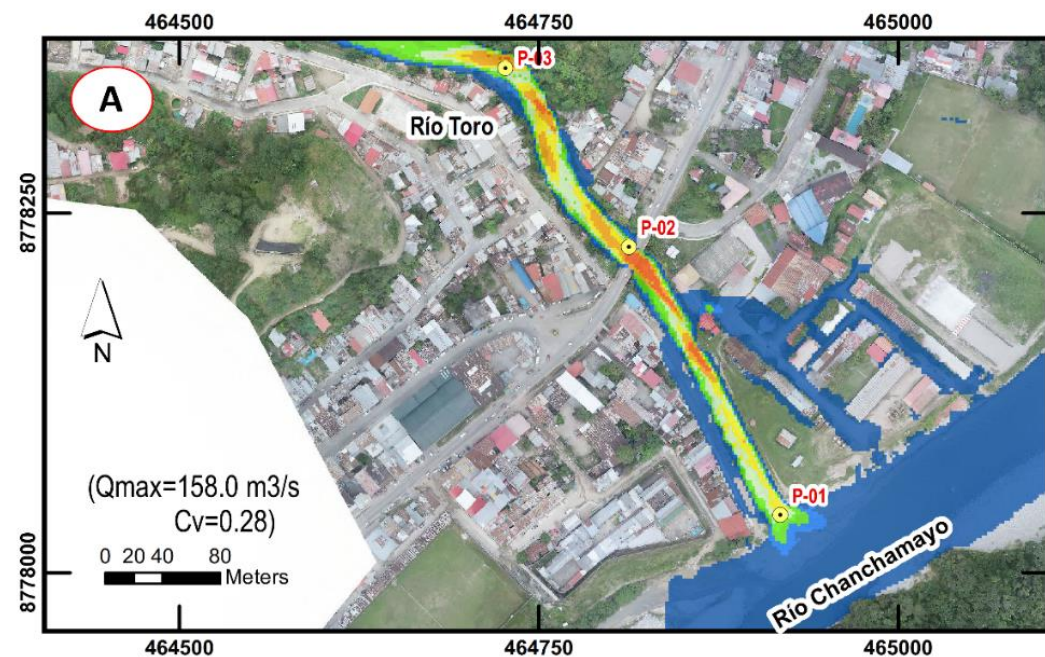
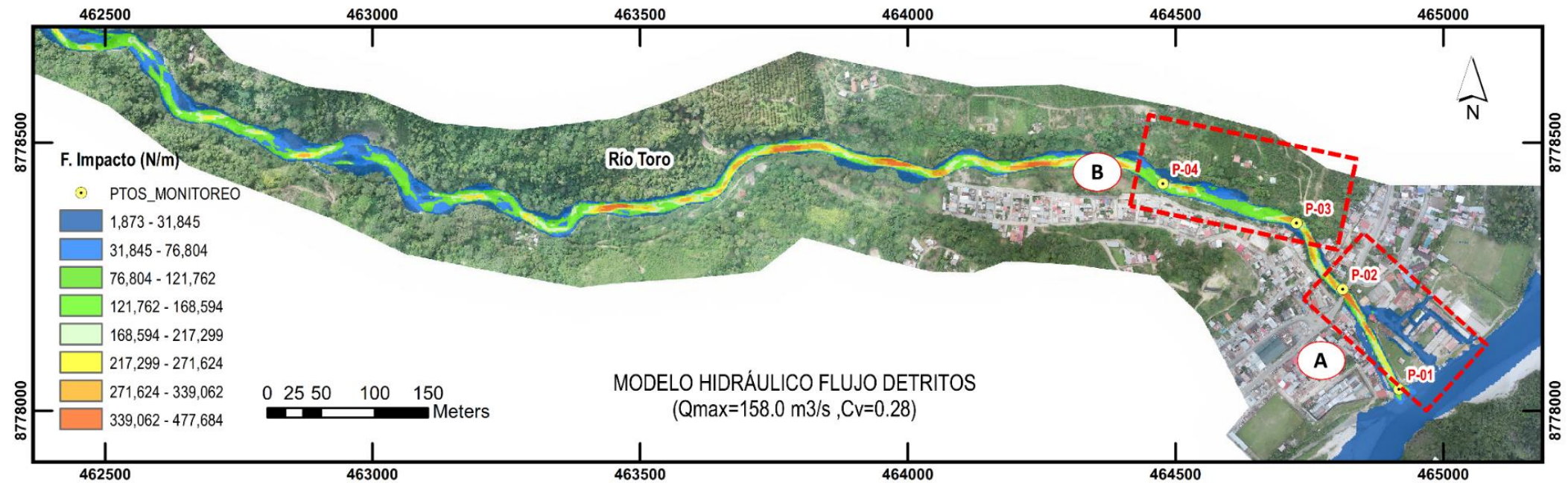
PROVINCIA: **CHANCHAMAYO** DEPARTAMENTO: **JUNIN**

ESCALA: **INDICADA**

LAMINA: **07**



 <p>UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA SELVA CENTRAL "JUAN SANTOS ATAHUALPA"</p> <p>TESIS: "MODELAMIENTO NÚMÉRICO DEL FLUJO DE ESCOMBROS EN LA CUENCA DEL RÍO TORO, CHANCHAMAYO - 2023."</p>	PLANO: MAPA DE VELOCIDADES MÁXIMAS (TR=100 AÑOS)	ESCALA: INDICADA	
	ZONA: CUENCA DEL RÍO TORO	DISTRITO: LA MERCED	LAMINA: 08
	PROVINCIA: CHANCHAMAYO	DEPARTAMENTO: JUNIN	



**UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA SELVA CENTRAL
"JUAN SANTOS ATAHUALPA"**

TESIS: "MODELAMIENTO NÚMÉRICO DEL FLUJO DE ESCOMBROS EN LA CUENCA
DEL RÍO TORO, CHANCHAMAYO - 2023."

PLANO: **MAPA DE FUERZA DE IMPACTO (TR=100 AÑOS)**

ZONA: **CUENCA DEL RÍO TORO**

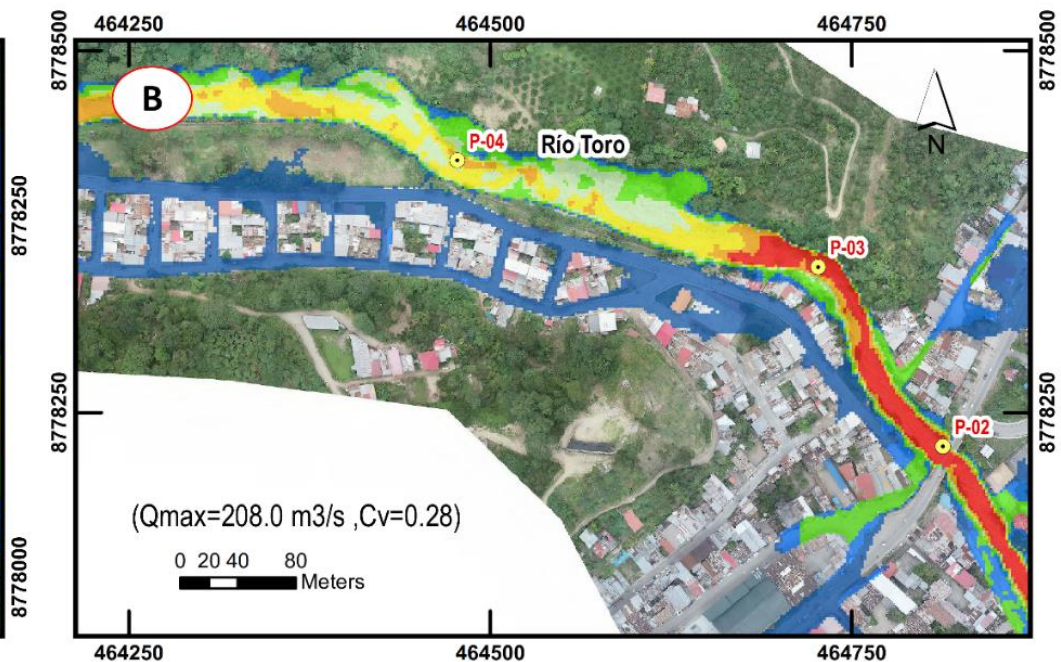
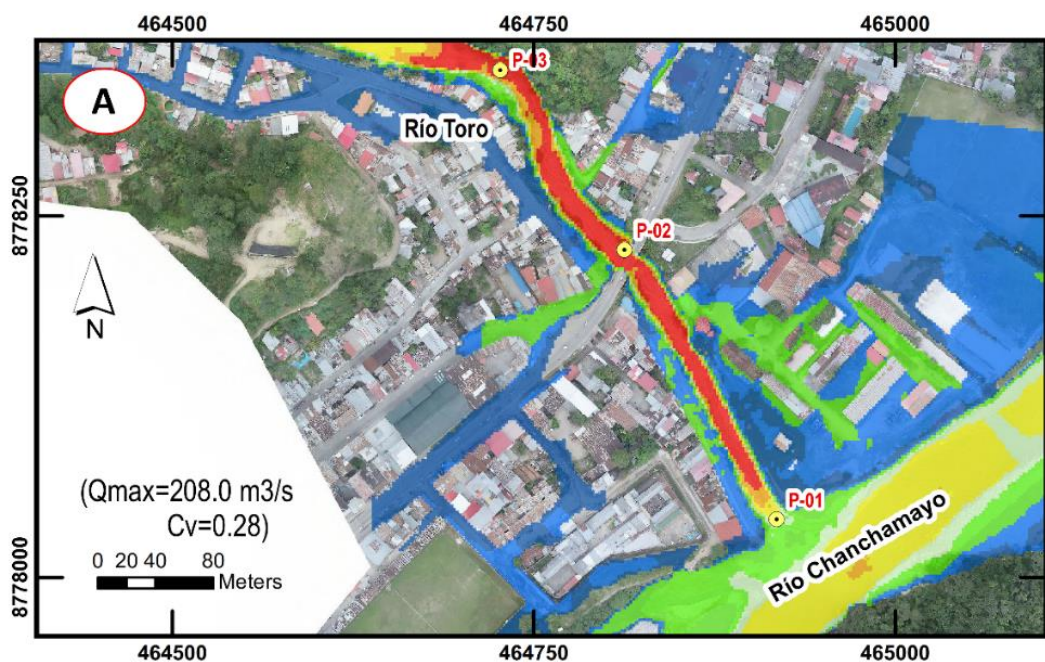
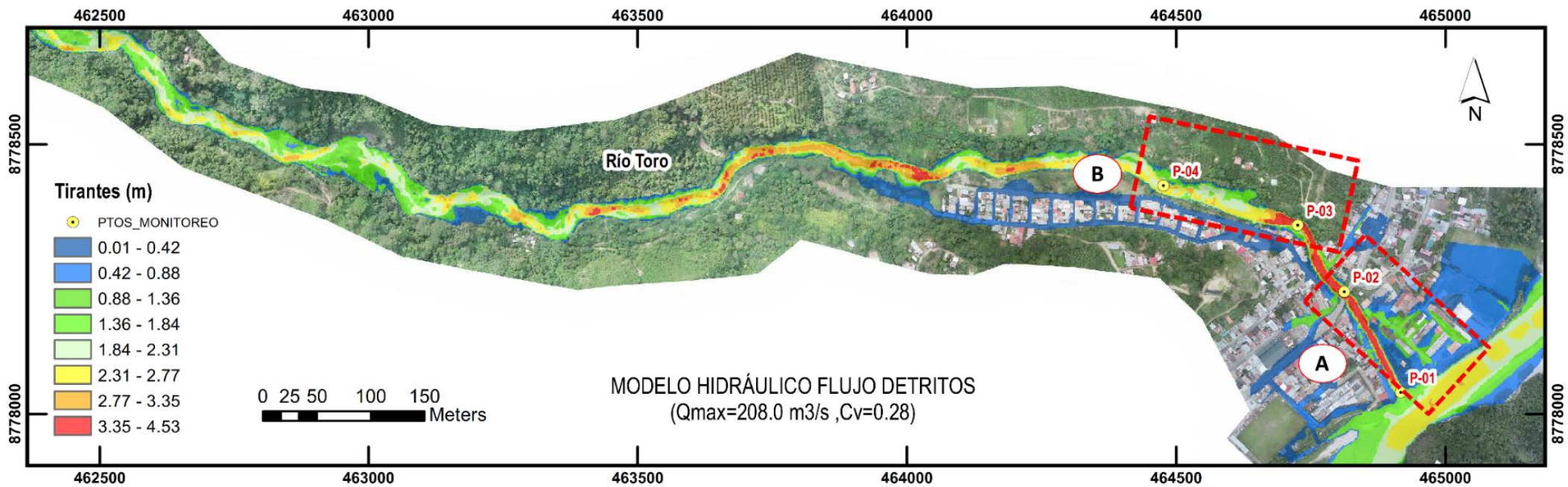
PROVINCIA: **CHANCHAMAYO**

DISTRITO: **LA MERCED**

DEPARTAMENTO: **JUNIN**

ESCALA: **INDICADA**

LAMINA: **09**



UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA SELVA CENTRAL
"JUAN SANTOS ATAHUALPA"

TESIS: "MODELAMIENTO NÚMÉRICO DEL FLUJO DE ESCOMBROS EN LA CUENCA DEL RÍO TORO, CHANCHAMAYO - 2023."

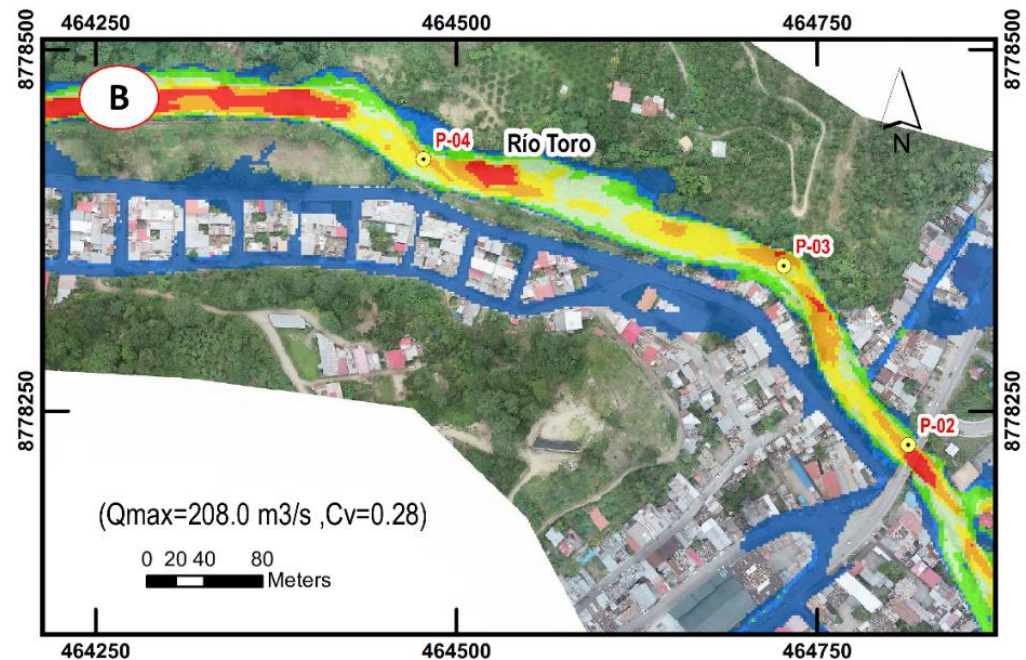
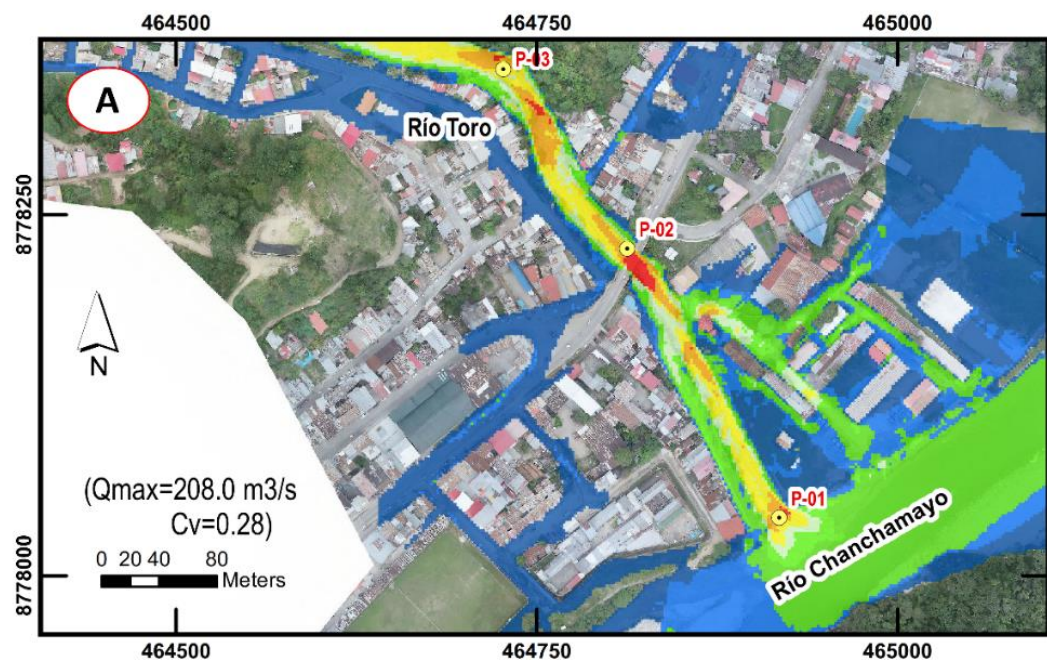
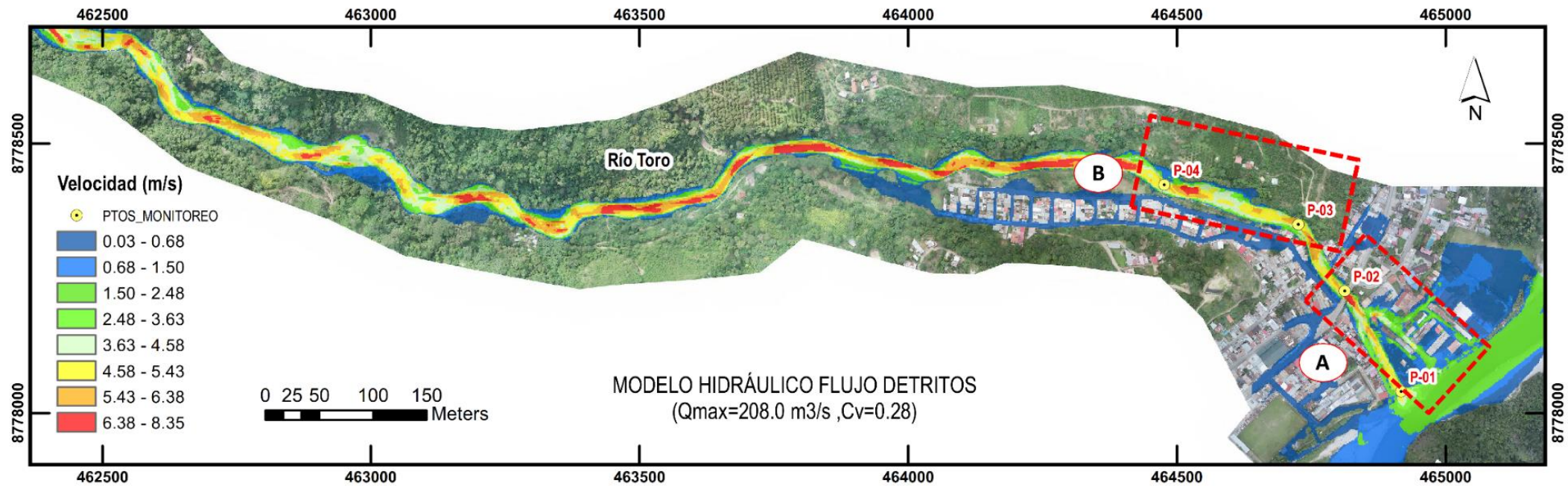
PLANO: **MAPA DE TIRANTES MÁXIMOS (TR=200 AÑOS)**

ZONA: **CUENCA DEL RÍO TORO** DISTRITO: **LA MERCED**

PROVINCIA: **CHANCHAMAYO** DEPARTAMENTO: **JUNIN**

ESCALA: **INDICADA**

LAMINA: **10**



UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA SELVA CENTRAL
"JUAN SANTOS ATAHUALPA"

TESIS: "MODELAMIENTO NÚMÉRICO DEL FLUJO DE ESCOMBROS EN LA CUENCA
DEL RÍO TORO, CHANCHAMAYO - 2023."

PLANO: MAPA DE VELOCIDADES MÁXIMAS (TR=200 AÑOS)

ZONA: CUENCA DEL RÍO TORO

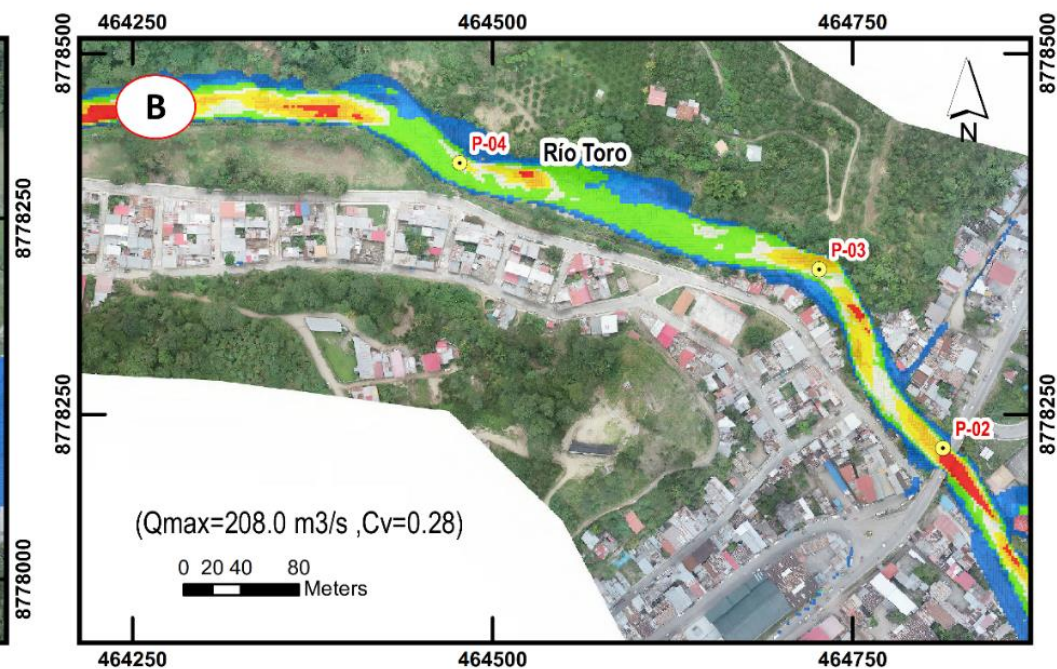
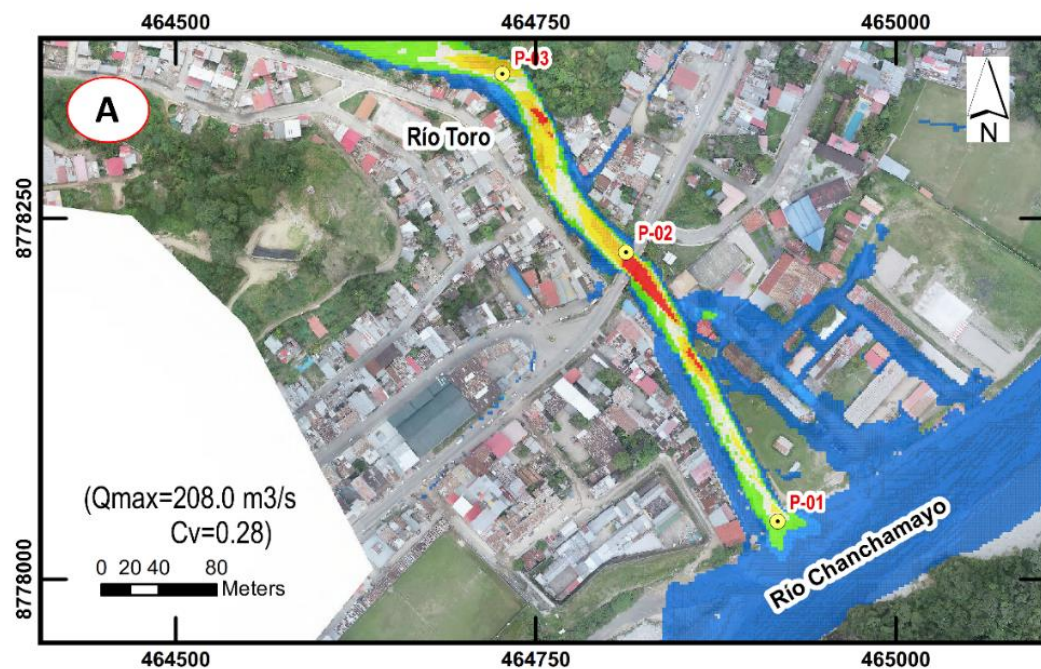
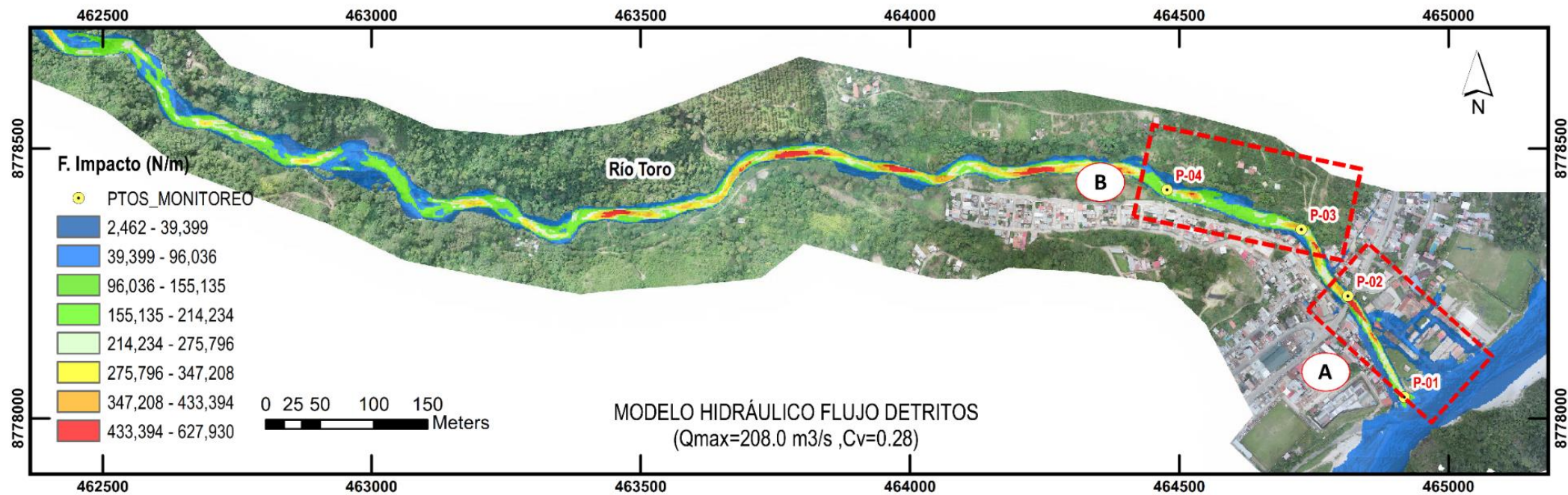
DISTRITO: LA MERCED

PROVINCIA: CHANCHAMAYO

DEPARTAMENTO: JUNIN

ESCALA: INDICADA

LAMINA: 11



UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA SELVA CENTRAL
"JUAN SANTOS ATAHUALPA"

TESIS: "MODELAMIENTO NÚMÉRICO DEL FLUJO DE ESCOMBROS EN LA CUENCA DEL RÍO TORO, CHANCHAMAYO - 2023."

PLANO: **MAPA DE FUERZA DE IMPACTO (TR=200 AÑOS)**

ZONA: **CUENCA DEL RÍO TORO**

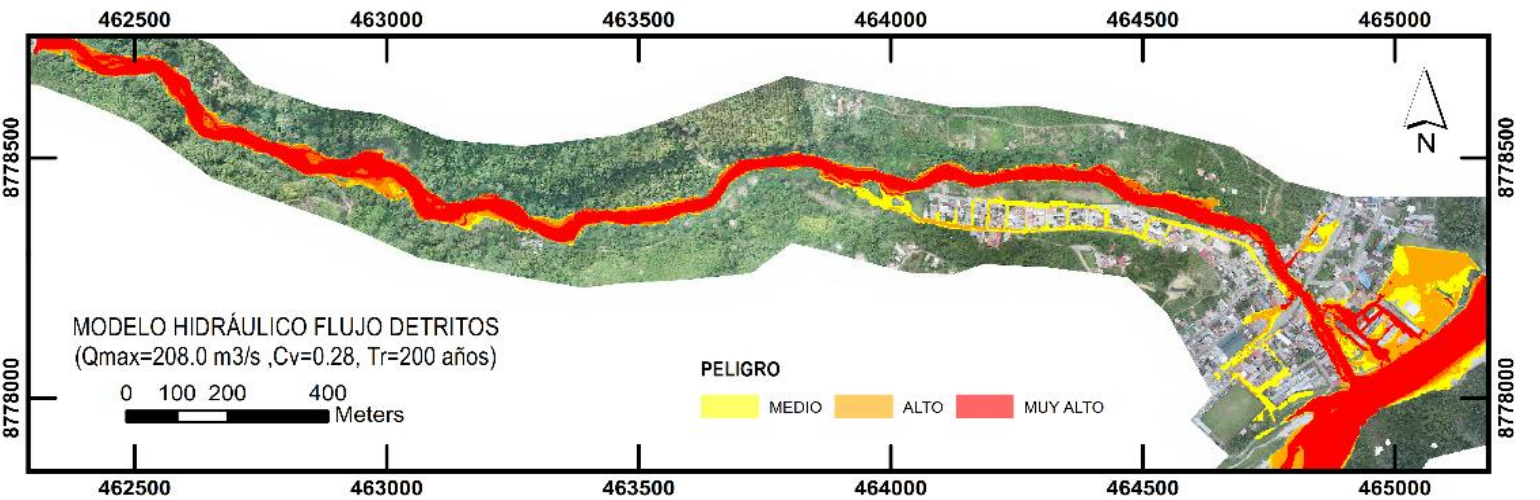
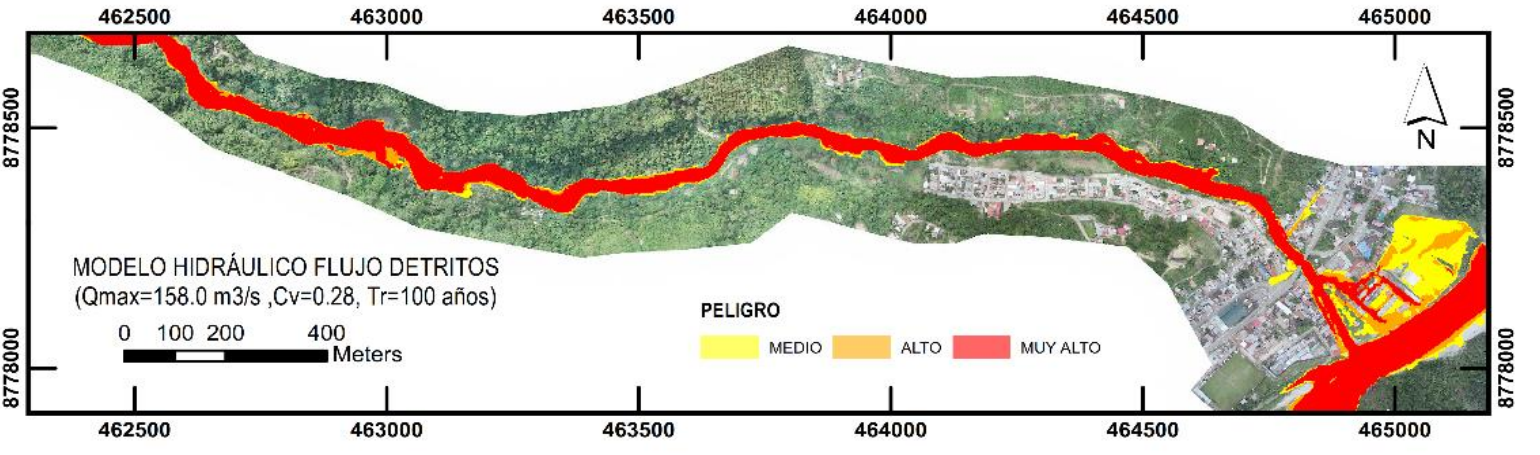
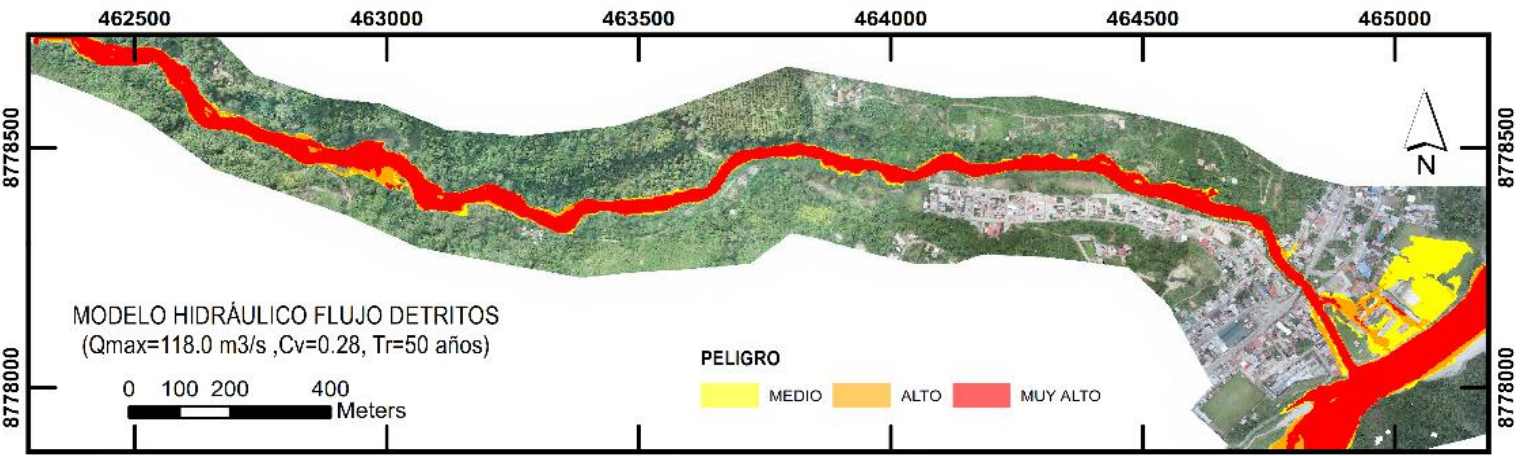
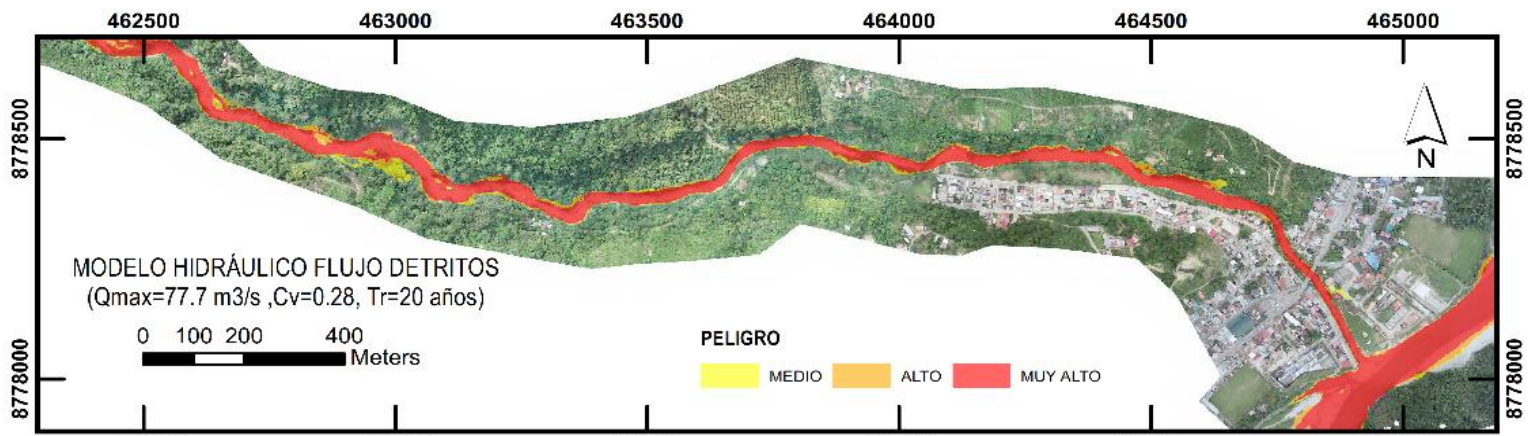
PROVINCIA: **CHANCHAMAYO**

DISTRITO: **LA MERCED**

DEPARTAMENTO: **JUNIN**

ESCALA: **INDICADA**

LAMINA: **12**



UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA SELVA CENTRAL
"JUAN SANTOS ATAHUALPA"

TESIS: "MODELAMIENTO NÚMÉRICO DEL FLUJO DE ESCOMBROS EN LA CUENCA DEL RÍO TORO, CHANCHAMAYO - 2023."

PLANO: MAPA DE PELIGRO DE FLUJOS DE DETRITOS

ESCALA: INDICADA

ZONA: CUENCA DEL RÍO TORO

DISTRITO: LA MERCED

LAMINA:

13

PROVINCIA: CHANCHAMAYO

DEPARTAMENTO: JUNIN

ANEXO 6: Registros fotográficos



Nota. (a y b) Reconocimiento de campo, (c, d, e y f) Levantamiento fotogramétrico y topográfico.

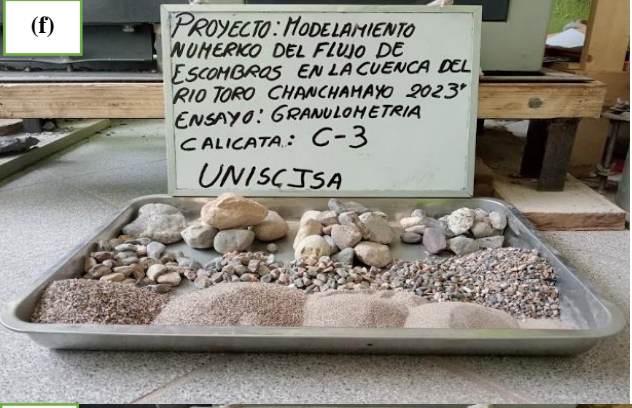


Nota. (a, b y c) Partes e instalación del software de la estación meteorológica, (d y e) Instalación de la estación meteorológica, (f y g) Mantenimiento y limpieza de la estación móvil.



Nota. (a, b y c) Extracción de muestras para los ensayos de caracterización







Nota. (a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l) Excavación de calicatas y ensayo de análisis granulométrico, (m, n, ñ) Ensayos de corte directo.