



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Caudal y diseño del sistema de drenaje superficial para la
protección de un depósito de desmontes de mina en el
departamento de La Libertad, 2022**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Maldonado Pariguana, Frank Martin (orcid.org/0000-0001-7516-434X)

ASESOR:

Mg. Villar Quiroz, Josualdo Carlos (orcid.org/0000-0003-3392-9580)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

TRUJILLO – PERÚ

2023

Dedicatoria

A mi hijo Leandro por ser la inspiración que me motiva constantemente para seguir adelante y lograr mis objetivos.

A mis padres por su apoyo incondicional y por haberme formado con esfuerzo.

A todas las personas que ayudaron a mi desarrollo como persona y profesional.

A todos los seres queridos que tengo en el corazón, que dejaron en vida un gran ejemplo de perseverancia y lucha constante.

Agradecimiento

A la Universidad Cesar Vallejo por permitir mi titulación como profesional de ingeniería civil, al metodólogo a cargo del taller de tesis por la objetividad y tiempo invertido. A toda mi familia por apoyar en el transcurso de mi desarrollo como profesional, en especial a mi primo Fernando, por el apoyo incondicional durante muchos años, por el tiempo invertido impartíendome conocimiento y recomendaciones en el campo profesional y humano.

Índice de Contenidos

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de Contenidos	iv
Índice de Tablas	v
Índice de Gráficos y Figuras	vi
Índice de Ecuaciones.....	viii
Resumen	ix
Abstract	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	9
III. METODOLOGÍA	19
3.1. Enfoque, tipo y diseño de investigación	19
3.2. Variables y Operacionalización	20
3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis	23
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	23
3.5. Procedimientos.....	26
3.6. Método de análisis de datos.....	33
3.7. Aspectos éticos	34
3.8. Desarrollo de tesis.....	35
IV. RESULTADOS.....	55
V. DISCUSIÓN	78
VI. CONCLUSIONES	85
VII. RECOMENDACIONES	88
REFERENCIAS	90
ANEXOS.....	95

Índice de Tablas

Tabla 1. <i>Clasificación de variables</i>	21
Tabla 2. <i>Matriz de operacionalización de variables</i>	22
Tabla 3. <i>Instrumentos de recolección de datos</i>	24
Tabla 4. <i>Estaciones de administración pública cercanas</i>	35
Tabla 5. <i>Estaciones de administración privada</i>	36
Tabla 6. <i>Puntos geodésicos certificados</i>	38
Tabla 7. <i>Caracterización de la microcuenca</i>	43
Tabla 8. <i>Resumen de características hidrográficas</i>	45
Tabla 9. <i>Datos de ingreso – HEC HMS</i>	48
Tabla 10. <i>Estructuras hidráulicas según entorno</i>	51
Tabla 11. <i>Frecuencias para precipitación máxima de 24 h</i>	55
Tabla 12. <i>Coordenadas topográficas</i>	56
Tabla 13. <i>Resumen del cálculo de caudales</i>	58
Tabla 14. <i>Longitudes de las estructuras hidráulicas proyectadas</i>	64
Tabla 15. <i>Pendientes de las estructuras hidráulicas proyectadas</i>	65
Tabla 16. <i>Secciones geométricas de los canales de coronación</i>	71
Tabla 17. <i>Secciones geométricas de las rápidas</i>	72
Tabla 18. <i>Secciones geométricas de los disipadores de energía</i>	73
Tabla 19. <i>Sección geométrica del canal de derivación</i>	74
Tabla 20. <i>Sección geométrica de la alcantarilla</i>	75

Índice de Gráficos y Figuras

<i>Figura 1.</i> Proceso de escorrentía a escala local (Ward, 1975).....	16
<i>Figura 2.</i> Diagrama del diseño de investigación.....	20
<i>Figura 3.</i> Ubicación del área de investigación (Google, s.f.).....	23
<i>Figura 4.</i> Procedimiento usado durante el desarrollo de la investigación...	26
<i>Figura 5.</i> Punto geodésico LAB080018 (IGEMIN,2021).....	39
<i>Figura 6.</i> Punto geodésico LAB080019 (IGEMIN, 2021).....	39
<i>Figura 7.</i> Geología regional (GEOCATMIN, 2022).....	40
<i>Figura 8.</i> Trazo preliminar del sistema de drenaje (Google, s.f.).....	40
<i>Figura 9.</i> Unidades Hidrográficas del Perú (ANA, 2010).....	42
<i>Figura 10.</i> Microcuenca de investigación (Google, s.f.).....	43
<i>Figura 11.</i> Subdivisión de la microcuenca (Google, s.f.).....	44
<i>Figura 12.</i> Tipo de tormenta y precipitación (HEC-HMS 4.10).....	45
<i>Figura 13.</i> Parámetros - Loss Method (HEC-HMS 4.10).....	46
<i>Figura 14.</i> Parámetros - factor de tasa pico (HEC-HMS 4.10).....	46
<i>Figura 15.</i> Parámetros de ingreso (HEC-HMS 4.10).....	47
<i>Figura 16.</i> Esquema digitalizado (HEC-HMS 4.10).....	47
<i>Figura 17.</i> Precipitación máxima de 24 h de duración.....	55
<i>Figura 18.</i> Perfil longitudinal del área de investigación.....	56
<i>Figura 19.</i> Hidrograma del área 1 – Hec HMS.....	58
<i>Figura 20.</i> Hidrograma del área 2 – Hec HMS.....	59
<i>Figura 21.</i> Hidrograma del área 3 – Hec HMS.....	59
<i>Figura 22.</i> Hidrograma del área 4 – Hec HMS.....	60
<i>Figura 23.</i> Hidrograma del área 5 – Hec HMS.....	60
<i>Figura 24.</i> Hidrograma del área 6 – Hec HMS.....	61
<i>Figura 25.</i> Caudal del área 1 – Hec HMS.....	61

<i>Figura 26.</i> Caudal del área 2 – Hec HMS.....	62
<i>Figura 27.</i> Caudal del área 3 – Hec HMS.....	62
<i>Figura 28.</i> Caudal del área 4 – Hec HMS.....	62
<i>Figura 29.</i> Caudal del área 5 – Hec HMS.....	63
<i>Figura 30.</i> Caudal del área 6 – Hec HMS.....	63
<i>Figura 31.</i> Disposición final de sistema de drenaje superficial.....	64
<i>Figura 32.</i> Software Rápidas-Rápida y disipador de energía Norte.....	67
<i>Figura 33.</i> Software Rápidas-Rápida y disipador de energía Sur.....	67
<i>Figura 34.</i> Bloques y datos del disipador de energía Norte.....	68
<i>Figura 35.</i> Ecuación de comprobación del perfil de la trayectoria Norte.	68
<i>Figura 36.</i> Verificación del diseño – Disipador de energía Norte.....	68
<i>Figura 37.</i> Bloques y datos del disipador de energía Sur.....	69
<i>Figura 38.</i> Ecuación de comprobación del perfil de la trayectoria Sur.....	69
<i>Figura 39.</i> Verificación del diseño – Disipador de energía Sur.....	69
<i>Figura 40.</i> Canal de coronación.....	76
<i>Figura 41.</i> Rápida.....	76
<i>Figura 42.</i> Disipador de energía.....	76
<i>Figura 43.</i> Alcantarilla Oeste.....	77
<i>Figura 44.</i> Configuración final del sistema de drenaje superficial.....	77

Índice de Ecuaciones

Ecuación 1. Valor máximo método de Gumbel.....	27
Ecuación 2. Factor de frecuencia método de Gumbel.....	27
Ecuación 3. Tiempo de concentración método de Kirpich.....	29
Ecuación 4. Tiempo de retardo.....	29
Ecuación 5. Relaciones geométricas de talud.....	30
Ecuación 6. Relaciones geométricas de radio hidráulico.....	30
Ecuación 7. Relaciones geométricas de profundidad media.....	30
Ecuación 8. Ecuación de la continuidad.....	31
Ecuación 9. Ecuación de la energía.....	31
Ecuación 10. Ecuación de la energía específica.....	31
Ecuación 11. Ecuación de Manning.....	32
Ecuación 12. Ecuación de Manning y continuidad.....	32
Ecuación 13. Ecuación general de flujo crítico.....	32
Ecuación 14. Número de Froude.....	32
Ecuación 15. Fuerza específica.....	32
Ecuación 16. Ecuación dinámica del flujo gradualmente variado.....	33

Resumen

La investigación se realizó en Lima, en la Universidad Cesar Vallejo, se determinó el caudal y diseño del sistema de drenaje superficial para la protección de un depósito de desmontes de mina, durante el desarrollo de la tesis se usó un diseño no experimental, el muestreo fue no probabilístico, por juicio; las técnicas usadas para la recolección de datos fueron la observación directa y el análisis de documento, los instrumentos usados fueron las fichas de recolección de datos 1 y 2, las fichas de registro 1, 2 y 3, asimismo el método de análisis de datos usado fue la estadística descriptiva, el problema se centra en saber cuál es el caudal de un área determinada, para realizar el diseño de un sistema de drenaje superficial como método de control de escorrentía superficial, evitando riesgo de colapso del depósito de desmontes, riesgo de afectación a vías cercanas, pérdidas de vidas por colapsos, perdidas de ecosistemas circundantes, contaminación de aguas de escorrentía pluvial y generación de drenaje ácido, el caudal determinado fue de $15.80 \text{ m}^3/\text{s}$, finalmente se concluyó que el tiempo de vida útil del sistema de drenaje proyectado fue de 100 años con una precipitación de 111.31 mm.

Palabras Clave: Caudal, diseño del sistema de drenaje superficial, precipitación, estructuras hidráulicas.

Abstract

The research was carried out in Lima, at the Cesar Vallejo University, the flow and design of the surface drainage system for the protection of a mine waste deposit was determined, during the development of the thesis a non-experimental design was used, the sampling was non-probabilistic, by judgment; the techniques used for data collection were direct observation and document analysis, the instruments used were the data collection forms 1 and 2, the registration forms 1, 2 and 3, Likewise, the data analysis method used was descriptive statistics, the problem is centered on knowing what is the flow of a given area, to design a surface drainage system as a method of surface runoff control to avoid problems of risk of collapse of the deposit of cuttings, risk of affecting nearby roads, loss of life due to collapse, loss of surrounding ecosystems, pollution of storm water runoff and generation of acid drainage, the determined flow was 15. 80 m³/s. Finally, it was concluded that the useful life of the projected drainage system was 100 years with a rainfall of 111.31 mm.

Keywords: Flow, surface drainage system design, precipitation, hydraulic structures.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

Las actividades mineras en el mundo están ligadas al ciclo hidrológico del agua, este vínculo induce a un planteamiento permanente de acciones para el control o aprovechamiento de este elemento, sin embargo, la gestión de este recurso hídrico dentro de áreas destinadas para el desarrollo de actividades mineras puede originar problemas como el de la inestabilidad física en los taludes de componentes mineros de gran importancia, la reducción de la capacidad operativa en los procesos de explotación, el incremento de trabajos de mantenimiento en accesos sometidos a erosión y la inestabilidad hidrológica por la generación de drenaje ácido. En Latinoamérica dentro de los mecanismos de control de la escorrentía se encuentran los sistemas de drenaje superficial, que son considerados obras de protección hidráulica; el diseño de un sistema de drenaje superficial es considerado óptimo cuando es concebido para controlar el caudal que existe dentro del área donde se encuentran emplazados los componentes mineros, estos sistemas sirven para conservar principalmente la integridad física y/o estructural de los componentes dentro de una unidad minera, controlando y reduciendo el flujo de agua en áreas de operación.

Biswas y Chatterjee (1971) en su estudio realizado en Canadá a 300 componentes mineros (presas) que sufrieron la ruptura del dique principal determinó que, estas fallas eran ocasionadas en un 40% por un mal diseño civil o construcción con materiales y/o procedimientos inadecuados, un 35% a causa de recrecimientos y obras de descarga con procesos inadecuadas y un 25% por problemas de asentamiento en las fundaciones a causa de infiltración, presiones de poro no controladas, sistemas de drenaje superficial deficientes producto de un mal diseño y una subestimación del caudal de la cuenca hidrológica donde estaban emplazados, demostrando la relevancia del control de agua de escorrentía,

Herrera (2009) en su investigación realizada en España, se pudo comprobar que, la implementación y el diseño del sistema de drenaje superficial logra la recolección, el transporte y el vertimiento final del caudal generado por la acumulación de aguas de escorrentía, el desarrollo de este tipo de infraestructuras contribuye con la protección de la integridad física de los suelos donde se

desarrollan actividades relacionadas con la minería, además ayuda a preservar los parámetros naturales de los cauces donde se realiza el vertimiento, de esta manera se logra asegurar el control de la erosión, la disminución de inundaciones y la conservación de la calidad del agua.

Bórquez (2019) indica que en Chile se han realizado diversas investigaciones, donde concluyen que, para identificar la tecnología o método más adecuado durante el diseño del sistema de drenaje superficial, se debe tomar como punto de partida el análisis de la cuenca hidrológica e hidrogeológica donde se desarrollan las actividades mineras, ya que cada una de estas áreas tiene un caudal de aporte singular con características independientes, este análisis se realiza desde la etapa de diseño.

Alcalá (2017) ha comprobado en Perú que, durante el inicio de las operaciones de proyectos mineros se generan volúmenes importantes de material orgánico (topsoil) producto de las labores de desbroce, durante el desarrollo de estas actividades se evalúan zonas para la acumulación temporal o permanente de este material; uno de los retos principales para conservar su integridad es evitar el contacto con el agua de escorrentía por medio de un estructuras hidráulicas conformadas por canales que permitan su protección, además el diseño del sistema de drenaje superficial requiere información geológica y geográfica que permita determinar el caudal que se va a controlar dentro del área de estudio.

La Dirección General de Asuntos Ambientales y Mineros, mediante sus normas técnicas para diseño ambiental: Guía Ambiental de Manejo de Agua en Operaciones Minero-Metalúrgicas, establece que uno de los objetivos primordiales en el manejo del agua es no permitir el contacto de los caudales naturales con agua contaminada, evitando procesos de tratamiento posteriores. El manejo de aguas pluviales se realiza a través de la implementación y diseño del sistema de drenaje superficial con la finalidad de interceptar, contener y transportar el caudal proveniente de las escorrentías.

Para minimizar el influjo del caudal de superficial, La Guía Ambiental para la Estabilidad de Taludes de Depósitos de Desechos Sólidos de Mina, recomienda la disposición de canales de derivación para conducir la escorrentía, diseñados a

largo plazo; mientras que la Ley de Recursos Hídricos – Ley N° 29338 y su Reglamento (D.S. 001-2010-MINAM) regulan el uso y gestión del agua superficial.

Herrera (2007) encontró que, la escorrentía superficial se debe evaluar analizando factores directos como topografía, temperatura y precipitación e indirectos como geología, fisiografía y dimensionamiento, posteriormente se puede realizar el diseño del sistema de drenaje superficial usando los datos de caudales máximos calculados para periodos de retorno de hasta 100 años.

Castillo (2017) concluyó que, se debe realizar un análisis estadístico con los datos de las precipitaciones máximas por lapsos de 24 horas de las estaciones meteorológicas, para realizar una proyección en diferentes periodos de retorno (5, 10, 25, 50 y 100 años), mediante este procesamiento de datos se puede estimar el caudal y proponer el diseño del sistema de drenaje superficial que consiga una eficiente evacuación de las aguas.

Rojas (2018) encontró que, con los datos de número de escurrimiento, precipitaciones de diseño y características fisiográficas de un área de aporte se puede determinar las precipitaciones efectivas, mediante las cuales se va a calcular el coeficiente de escorrentía necesario para la estimación del caudal mediante la precipitación efectiva ocurrida, cada área de aporte requiere de un diseño del sistema de drenaje superficial relacionado a sus características hidrológicas.

La presente investigación consideró que, las características fisiográficas y el régimen de las precipitación determinan el flujo de agua (caudal) dentro de una cuenca (Rojas, 2018); con este análisis previo se pudo plantear un enfoque para establecer los criterios iniciales, también fue importante la revisión de información geológica y topografía del entorno (Herrera, 2007), mediante la cual se pudo establecer las limitaciones y oportunidades aprovechables para la consolidación de la investigación; finalmente para el diseño del sistema de drenaje superficial se consideró el tiempo de vida útil requerido (Castillo, 2018), el cual está sujeto a la normativa vigente.

En 2012, la empresa Buenaventura Ingenieros S.A. ejecutó dentro del proyecto “Ingeniería Básica y de Detalle del Depósito de Desmonte Molinetes” un estudio hidrológico e hidráulico en el cual calcularon que la precipitación máxima de 24 horas de duración para un periodo de retorno de 100 años era de 88.9 mm y

el caudal de 15.4 m³/s, con estos datos propusieron el diseño del sistema de drenaje superficial de un depósito de desmonte.

En 2021, la empresa Ingeniería Gerencia y Minería S. A. C. ejecutó dentro del proyecto “Ingeniería de Detalle del Depósito de Desmonte Molinetes de la UEA Retamas” un informe referido al manejo de aguas superficiales en el cual calcularon que la precipitación máxima de 24 horas de duración para un periodo de retorno de 100 años era de 111.31 mm y el caudal acumulado de 15.80 m³/s, con estos datos realizaron el diseño del sistema de drenaje superficial de un depósito de relaves.

Uno de los problemas de mayor incidencia dentro de las unidades mineras es la inestabilidad física en los taludes de los componentes mineros principales (presa de relaves, pad de lixiviación, depósitos de desmonte, depósito de topsoil, etcétera) y de las instalaciones complementarias (plataformas de acumulación de minerales, accesos de mina, pozas de monitoreo, terraplenes, campamentos, etcétera), originado por el incremento progresivo de caudal en la superficie, causando la saturación del material que conforma el cuerpo del componente, haciéndolo propenso a la modificación de sus características físicas y reduciendo el factor de seguridad por debajo de los niveles de tolerancia.

De igual manera la generación de drenaje ácido es ocasionada por el contacto permanente de agua limpia con material proveniente de las excavaciones, siendo causa del inadecuado control de agua superficial, de una estimación errónea del caudal que aporta el área donde se desarrollan actividades mineras, de un diseño del sistema de drenaje superficial que no se abastece para coleccionar el agua de escorrentía, de un deficiente proceso constructivo, de una falta de mantenimiento regular y de la reparación de componentes del sistema de drenaje superficial.

También, el incremento en los costos por labores de mantenimiento y reparación constante de accesos de mina sometidos a proceso de erosión producidos por el flujo permanente de escorrentía superficial no controlado, por sistemas de drenaje colapsados o superados debido al incremento del caudal en épocas de incremento de intensidad en las precipitaciones.

La disminución de la velocidad con las que se ejecutan las labores de operación durante los procesos de explotación, causada por la interferencia de

agua de escorrentía pluvial no controlada o de infiltración, dentro de las zonas donde se ejecutan las actividades mineras.

En la presente investigación se estimó el caudal que aporta la subcuenca del área de estudio usando data de precipitación existente y estimada para un periodo de retorno de 100 años; luego se desarrolló el diseño del sistema de drenaje superficial conformado por canales de coronación, rápidas, disipadores de energía, canales de derivación, alcantarillas y obras complementarias de acorde a la topografía existente, para reducir las labores de movimientos de tierras, evitar la contaminación del agua y proteger la integridad física del depósito de desmontes y obras auxiliares del área donde se realiza la investigación.

No desarrollar la investigación puede ocasionar: el riesgo de colapso del depósito de desmontes, el riesgo de pérdida de instalaciones auxiliares, el riesgo de afectación a vías locales cercanas, pérdidas de vidas humanas por colapsos, perdidas de ecosistemas circundantes, la contaminación de aguas de escorrentía pluvial, la contaminación de fuentes naturales y la generación de drenaje ácido.

1.2. Planteamiento del Problema

¿Cuál es el caudal y diseño del sistema de drenaje superficial para la protección de un depósito de desmontes de mina en el departamento de La Libertad, 2022?

1.3. Justificación

1.3.1. Justificación General

La razón por la cual se justificó el desarrollo de la presente investigación de cálculo de caudal y diseño del sistema de drenaje superficial fue porque existe la necesidad permanente de salvaguardar la integridad de estructuras o componentes mineros que son propensos a sufrir daños considerables por la acción del agua de escorrentía, elevando potencialmente su riesgo de fallas, deslizamientos o rupturas.

El desarrollo de la investigación sirvió para establecer los mecanismos de control de agua de escorrentía superficial, la conservación de la estabilidad física de los taludes en componentes mineros, la reducción de los costos de

mantenimiento en estructuras mineras, la mejora de la eficiencia de las etapas operativas y reducción de la contaminación del agua con agentes químicos.

Mediante la proyección del sistema de drenaje superficial se logra reducir significativamente los impactos negativos de carácter ambiental, económico y social en la zona de influencia directa e indirecta del área de operaciones de la unidad minera. El beneficio se refleja inicialmente en la unidad minera mediante la protección de los componentes mineros, reducción de los costos, optimización de los procesos y consecuentemente en los ecosistemas circundantes al área de operaciones mineras y las poblaciones cercanas.

1.3.2. *Justificación Teórica*

La investigación es un complemento para el desarrollo de proyectos de construcción de sistemas de protección hidráulica, para diversos componentes mineros (presas de relave, pad de lixiviación, depósito de material inadecuado, depósito de topsoil, tajos, pozas, etcétera), el sistema de drenaje superficial tiene un desempeño óptimo con el diseño mediante del caudal calculado producto de una etapa de investigación confiable.

Mediante los lineamientos de la Guía Ambiental para la Estabilidad de Taludes de Depósitos de Desechos Sólidos de Mina, y de la Guía Ambiental de Manejo de Agua en Operaciones Minero–Metalúrgicas, se estableció en la investigación un enfoque para lograr el control del agua de escorrentía superficial, a través de soluciones técnicas para la etapa de diseño, operación y cierre.

1.3.3. *Justificación Práctica*

Dentro de la presente investigación se establecieron criterios y estrategias de solución para el control del agua de escorrentía, mediante procedimientos prácticos y lineamientos ya establecidos para el diseño de sistemas de drenaje superficial, también se comprobó que estos sistemas no tienen una estructura definida, sino que se adaptan a los requerimientos hidrográficos, meteorológicos y topográficos de cada área donde se ejecute una investigación.

1.3.4. *Justificación Metodológica*

La investigación se desarrolló mediante la recopilación de datos históricos de precipitación de una estación meteorológica, a través del cual se identificó las

variaciones, parámetros y características hidrológicas en el área de estudio, dentro de la información existente se pudo verificar que, se evaluó el régimen de tormentas mediante esta serie de datos (precipitaciones máximas en un periodo de 24 h) y se hizo la proyección para el periodo de retorno requerido, con estos datos se determinó valor de caudal de diseño.

El desarrollo de la investigación ayudó a ratificar la influencia de una correcta medición del caudal sobre el diseño y posterior ejecución de un sistema de drenaje, como medida de protección hidráulica, también se muestra como inicia, se desarrolla y concluye un proceso de diseño de un sistema de drenaje superficial.

1.4. Objetivos

1.4.1. *Objetivo General*

Determinar el caudal y diseño del sistema de drenaje superficial para la protección de un depósito de desmontes de mina en el departamento de La Libertad, 2022.

1.4.2. *Objetivos Específicos*

Elaborar un registro de la intensidad máxima de precipitación, a través del estudio hidrológico existente para el caudal y diseño del sistema de drenaje superficial para la protección de un depósito de desmontes de mina en el departamento de La Libertad, 2022.

Elaborar la topografía, a través de información topográfica existente para el caudal y diseño del sistema de drenaje superficial para la protección de un depósito de desmontes de mina en el departamento de La Libertad, 2022.

Calcular el flujo superficial del área de investigación, mediante información meteorológica e hidrográfica para el caudal y diseño del sistema de drenaje superficial para la protección de un depósito de desmontes de mina en el departamento de La Libertad, 2022.

Determinar la extensión de las estructuras hidráulicas que conformaran en sistema de drenaje superficial, mediante los requerimientos hidráulicos y topográficos para el caudal y diseño del sistema de drenaje superficial para la

protección de un depósito de desmontes de mina en el departamento de La Libertad, 2022.

Diseñar las secciones geométricas del sistema de drenaje superficial para el caudal y diseño del sistema de drenaje superficial para la protección de un depósito de desmontes de mina en el departamento de La Libertad, 2022.

1.5. Hipótesis

1.5.1. *Hipótesis General*

El caudal y diseño del sistema de drenaje superficial para la protección de un depósito de desmontes de mina, se determinó mediante los lineamientos metodológicos establecidos por el Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos (1972) y el manual de Criterios de Diseño de Obras Hidráulicas para la Formulación de Proyectos Hidráulicos Multisectoriales y de Afianzamiento Hídrico (ANA, 2010); en el departamento de La Libertad, 2022.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

“Estudio geotécnico para el diseño y estabilidad del botadero de desmontes 3 del proyecto minero las águilas”

(Mamani, 2019). Calculó el régimen pluvial y el caudal de diseño del sistema de drenaje superficial, en condiciones de máximas precipitaciones. La **metodología** de investigación fue de tipo cuantitativa no experimental de nivel correlacional, la población de estudio fueron dos estaciones pluviométricas (Llally y Lampa). Los **resultados** indicaron que, mediante el análisis de frecuencias de la precipitación máxima en 24 horas en la estación pluviométrica Llally ubicada cerca al proyecto, se registró precipitaciones de 13.08, 15.03, 16.51, 18.0, 19.96, 21.45, 22.95, 24.1 y 24.49 mm con periodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500 y 1000 años respectivamente. **Concluyó** que el dato de precipitación para el diseño de las estructuras de drenaje y subdrenaje del botadero de desmontes 3 corresponde a un periodo de retorno de 500 años y tiene un valor de 2.01 mm. (p.27).

La investigación planteó un enfoque de evaluación hidrológica para un componente minero principal, con la finalidad de salvaguardar su integridad física y evitar posibles fenómenos mecánicos que originen la inestabilidad en sus taludes, que ocasionarían colapsos.

“Estudio geotécnico para la estabilidad del talud del depósito de desmonte Santa Rosa del proyecto Santa Rosa - Arequipa”

(Vilca, 2019). Evaluó la estabilidad física del depósito de desmonte proyectado. La **metodología** de investigación fue de tipo cuantitativo no experimental de nivel correlacional, la población de estudio fueron lugares de emplazamiento para el depósito de desmonte cercanos a la mina dentro del área de actividades del proyecto. Los **resultados** indicaron que, el cálculo de la precipitación máxima en 24 horas dentro del área de estudios se realizó mediante el método de Gumbel, se utilizaron los registros de meteorología e Hidrología del SENAMHI para estimar el caudal y desarrollar el diseño del sistema de drenaje superficial. **Concluyó** que, según los datos de SENAMHI para un periodo de retorno de 200 años se tiene una precipitación de 58.61 mm, durante la época

húmeda que corresponde a los tres primeros meses del año se presenta aproximadamente el 95% de la lluvia anual y durante la época seca el 5 % restante, además uso el método racional para el cálculo del caudal de diseño obteniendo 20.988 m³/s. (p.82).

La investigación recomendó el desarrollo de un estudio hidrológico, con este se pudo determinar el caudal y realizar un diseño de un sistema de drenaje superficial el cual sirvió para satisfacer los requerimientos de control de agua de escorrentía superficial antes, durante y después de la etapa de construcción del depósito de desmonte.

“Análisis geotécnico para la estabilidad de las desmonteras DSB1, Y DSB2, Santa Bárbara, Huancavelica 2019”

(Acuña, 2020). Realizó el diseño de estabilidad hidrológica de las desmonteras. La **metodología** de investigación fue de tipo cuantitativo no experimental y explicativa, la población de estudio fue todas las desmonteras de Santa Barbara, Huancavelica. Los **resultados** indican que, la estabilización hidrológica de las desmonteras requiere un diseño del sistema de drenaje superficial conformado por 4 tramos de canal y 2 tramos de cuneta en la desmontera DSB1, 6 tramos de canal y 2 tramos de tubería de drenaje en la desmontera DSB2-A y 6 tramos de canal en la desmontera DSB2-B, las secciones fueron de mampostería con pendiente igual a la superficie topográfica. **Concluyó** que, mediante el uso de instrumentos de recolección y análisis de datos se pudo desarrollar el cálculo de los caudales generados en las áreas donde están emplazadas las desmonteras. (p.65).

La investigación mostró que, el sistema de drenaje superficial en el sector minero no solo está compuesto por estructuras de concreto o canales abiertos, sino que también forman parte secciones cerradas como las tuberías de drenaje, dando nuevas posibilidades a soluciones en terrenos que no permiten la construcción o instalaciones de canales o cunetas.

“Relación entre método geotécnico para estabilización física del depósito de desmonte y plan de cierre de Minera Santa Rosa la libertad”

(Cristóbal, 2017). Analizó la conexión que hay entre factores de seguridad que definen la estabilidad física del Depósito de Desmote Tentadora Sur y el Plan de Cierre de Minas considerando aspectos de estabilización hidrológica. La **metodología** de la investigación fue de tipo cuantitativo, aplicada de nivel correlacional, la población de estudio fueron 18 depósitos de desmote de mina, 16 son de desmote de tajo y 2 de topsoil. Los **resultados** indican que, la precipitación promedio es del orden de 94.1 mm, aplicó diversas metodologías de análisis y de diseño mediante procedimientos estandarizados. **Concluyó** que, el diseño del sistema de drenaje superficial estaba vinculado al caudal que correspondía a un periodo de retorno de 100 años, optimizó la operatividad del sistema de drenaje y controló los fenómenos de erosión en las partes bajas de las banquetas. (p.183).

La investigación determinó el procedimiento y los estándares dentro de una etapa de cierre de minas, se consideró que la construcción de toda estructura de protección hidráulica (sistema de drenaje superficial), debe contemplar un periodo de retorno de 500 años para su diseño.

“Factibilidad para la ampliación del botadero mediante el análisis de estabilidad de taludes en mina Summa Gold Corporation”

(Honorio, 2021). Realizó un análisis de factores geomecánicos, hidrológicos y sismológicos del botadero. La **metodología** de investigación fue de tipo aplicada no experimental, la población de estudio fueron todos los botaderos de la mina Summa Gold Corporation. Los **resultados** indicaron que, la unidad hidrogeológica en la zona corresponde a un acuífero fisurado, el caudal de diseño del sistema de drenaje superficial para un periodo de retorno de 50 y 500 años fue de 0.55 m³/s y 0.74 m³/s respectivamente, los factores hidrológicos, sismológicos y geomecánicos, presentaron valores de densidad natural de 1.872 a 2.205g/cm³, humedad de 5 a 10 % y densidad de 1.702 a 2.06 g/cm³. **Concluyó** que, las técnicas de recolección de datos mediante instrumentos de recolección (registros) sirvieron para analizar los factores hidrológicos que influyen en la estabilidad de taludes. (p.58).

La investigación planteó los efectos que ocasiona del agua en los depósitos de desmote de mina, mencionó la importancia de conocer el comportamiento hidrológico de la zona donde se emplazan estos componentes mineros, remarcó la

necesidad de una evaluación permanente de las presiones intersticiales originadas por la variación del nivel freático.

“Diseño de depósito de material de desbroce en condiciones desfavorables”

(Alcalá, 2017). Realizó una proyección de intensidad máxima de precipitación para el diseño del sistema de drenaje superficial. La **metodología** de investigación fue de tipo cuantitativo no experimental, la población de estudio fue un depósito de material de desbroce en el departamento de Cajamarca. Los **resultados** indicaron que, mediante registros de 50 años de precipitación de una estación cercana (Estación Chugur) y para un periodo de retorno de 500 años, se tuvo una precipitación máxima de 199 mm. **concluyó** que, la revisión de aspectos geológicos, hidrológicos y geográficos del área de estudio y guías nacionales para cierre de minas influyen en el diseño de un sistema de drenaje superficial, mediante el uso del método racional que estima un caudal de agua alto, se realizó el diseño de la sección para canales y cunetas. (p.106).

La investigación mostró el proceso mediante el cual se afronta la etapa de diseño y construcción de un depósito de material de desbroce, realizó el cálculo de caudal que afecta directamente a este depósito y planteó un diseño tentativo de un sistema de drenaje superficial para controlar el agua de escorrentía.

“Cálculo de precipitaciones y caudales de diseño de sistemas de drenaje pluvial urbano en zonas de Huancavelica, Junín y Ayacucho”

(Rojas, 2018). Mostró los métodos de cálculo de caudal que se presentan en el proyecto de norma OS.060, elaborada por el comité técnico convocado por SENCICO. La **metodología** de investigación fue de tipo cuantitativo, la población de estudio fue el sistema de drenaje pluvial en Huancavelica. Los **resultados** indicaron que, el cálculo de caudal se hizo mediante datos de precipitación, curvas IDF, precipitación efectiva, hietograma de precipitación y su relación de escorrentía, se requirió de un registro mínimo de data meteorológica de 25 años. **Concluyó** que, en la sierra central hay 32 estaciones pluviométricas y la data meteorológica proveniente de estaciones cercanas administradas por SENAMHI no cumplen con la cantidad mínima para realizar un estudio hidrológico y los datos provenientes de

estos estudios para el diseño del sistema de drenaje superficial no serían confiables. (p73).

La Investigación realizada, dio a conocer dos métodos de cálculo de caudal de escorrentía pluvial en una determinada área y su forma de análisis para la elección del más adecuado, mostró que el método racional es aplicado en áreas menores a 3.00 km² y el método de hidrograma unitario es aplicado en áreas mayores a 0.50 km².

“Evaluación hidrológica e hidráulica de los drenajes transversales en la carretera Cocahuayco – Cocachimba – Bongará - Amazonas”

(Castillo, 2017). Evaluó el sistema de drenaje en la superficie de la carretera Cocahuayco – Cocachimba - Bongará. La **metodología** de investigación fue de tipo cuantitativo de nivel correlacional, la población de estudio fueron los drenajes transversales en un sector de vía nacional. Los **resultados** indicaron que, los parámetros geomorfológicos e hidrológicos de la cuenca de aporte fueron analizados mediante información topográfica y datos de intensidades máximas de 26 años, para las 3 microcuencas en estudio los tiempos de concentración fueron de 1.63 h, 0.64 h y 0.57 h, se desarrolló un nuevo diseño del sistema de drenaje superficial conformado por cunetas y alcantarillas. **Concluyó** que, en la comparación del sistema de control de agua superficial construido con el nuevo diseño, las pendientes y dimensiones de las alcantarillas eran muy pequeñas para controlar el caudal, lo que ocasionaba problemas de sedimentación y dificultad para su mantenimiento por su diámetro reducido. (p.104).

La investigación muestra guía para poder realizar una evaluación de la eficiencia de un sistema de drenaje pluvial ya construido, para verificar si su desempeño técnico o costos por mantenimiento son sostenibles en el tiempo.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Caudal

Es el volumen de agua que circula dentro de un área específica, en términos hidráulicos se considera como la escorrentía en la superficie de una cuenca hidrográfica y puede ser calculada con fines de planificación para la construcción de sistemas hidráulicos. Los factores que influyen en su volumen considerando un

estudio dentro de su área de influencia son principalmente el clima, la temperatura, la conformación del suelo, la vegetación existente, el régimen pluvial que predomina, entre otros; el cálculo del caudal máximo que se forma a partir de la escorrentía superficial por precipitaciones máximas precede inevitablemente a un diseño de obras hidráulicas (Gonzales y Ortegón, 2016).

2.2.2. *Diseño del Sistema de Drenaje Superficial*

El diseño del sistema de drenaje superficial es la concepción de un sistema conformado por diversas estructuras como canales, captaciones, de cruce, de distribución, de protección, etcétera. Estas estructuras son diseñadas mediante conocimientos tecnológicos, criterios y principios, considerando también, los procesos y cálculos necesarios para lograr un diseño óptimo (Villón, 2006).

Además, el diseño de un sistema de drenaje superficial es el desarrollo de un conjunto de obras hidráulicas que garantizan la recolección de escorrentía superficial y su conducción eficiente, es decir el control total del caudal ofertado en un área determinada, su funcionamiento permanente está determinado por la capacidad operativa proyectada para un periodo determinado y por el mantenimiento programado (Ortega, 2000).

2.2.3. *Intensidad Máxima de Precipitación*

Las estaciones meteorológicas pueden ser de administración privada o de administración oficial, actualmente el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) tiene por función la generación y suministro de esta información a nivel nacional; dentro de estas instalaciones se registran y recopilan datos históricos con información de precipitación, humedad, temperatura, velocidad del viento, etcétera, a través de los cuales se puede identificar variaciones en el comportamiento, también permiten determinar parámetros y características hidrológicas en un área de estudio, evaluar el régimen de tormentas mediante la serie de datos de precipitaciones máximas en un periodo de 24 h, hacer proyecciones para diversos periodos de retorno y determinar valores de caudal.

La influencia del agua en los depósitos de materiales residuales es muy directa, por este motivo es necesario entender el comportamiento hidrológico dentro del área donde se deposita el material; se debe evaluar el impacto que origina la

construcción de estos depósitos en el entorno hidrológico. Es necesario conocer el comportamiento del nivel freático que afecta la estabilidad al generar incremento de presiones intersticiales. El análisis de los datos pluviométricos y las características hidrográficas de la cuenca donde se encuentra el depósito permite realizar acciones oportunas de evacuación de las aguas que afectan mediante erosión e inestabilidad (Rivera, 2019).

Se consideran varios métodos, como el análisis de precipitaciones de intensidad, duración y frecuencia, utilizando información pluviométrica local a fin de encontrar los valores de la precipitación diaria y mensual cuyos métodos son procesados mediante distribuciones teóricas como la de Gumbel, comúnmente usada en estudios hidrológicos (Honorio, 2021).

2.2.4. Topografía

La topografía es un esquema digitalizado con datos recolectados durante una etapa del levantamiento topográfico, el desarrollo de esta representación esquemática permite conocer la morfología de una superficie, sus características físicas, geográficas y geológicas, además sirve como un instrumento técnico-descriptivo; el plano topográfico se puede plasmar mediante el desarrollo de curvas de nivel que se forman a partir de la unión de puntos que tiene la misma cota (msnm).

Según las norma para el manejo de la información geográfica de la Guía de Normas del Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH, 2013) las coordenadas son los valores escalares que definen la posición de un punto, además el sistema de referencia de coordenadas está incluido en un Datum, los planos topográficos presentan la topografía de la superficie de una determinada área mediante el uso de escalas normalizadas, esta representación depende de la extensión de área que se pretende representar.

Posterior o paralelamente a la etapa de levantamiento topográfico del lugar donde se desarrolla una investigación se puede desarrollar una descripción preliminar del suelo, que representa a grandes rasgos cuales son las propiedades físicas y mecánicas del suelo, esto permitirá predefinir el comportamiento de los materiales que conforma el área.

2.2.5. Flujo Superficial

El flujo superficial se forma a través de la precipitación que genera escorrentía, esta gran cantidad de agua aumenta conforme al tiempo de duración de una tormenta, la longitud del cauce y el área de una cuenca hidrográfica; parte de la precipitación no llega a tener contacto con el suelo y no genera escorrentía, porque es interceptada y retenida por las vegetación existente, esta porción de agua estará sujeta a fenómenos de evapotranspiración que suceden inmediatamente después de la precipitación, esta interceptación es más prolongada inicialmente y va disminuyendo hasta tener un valor constante, los lineamientos metodológicos establecidos por el Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos (1972) servirán para estimar cuantitativamente el flujo superficial.

Además, antes de la generación de escorrentía, las características del suelo cumplen un factor importante, ya que de este depende el grado de infiltración al que estará sometida la precipitación, luego de la saturación del suelo se podrán visibilizar los primeros rastros de escorrentía que discurrirán por las pendientes o se almacenarán en la superficie del suelo, parte de esta escorrentía también será sometida al fenómeno de evaporación. En la Figura 1 se muestra un diagrama de los procesos (Ward, 1975).

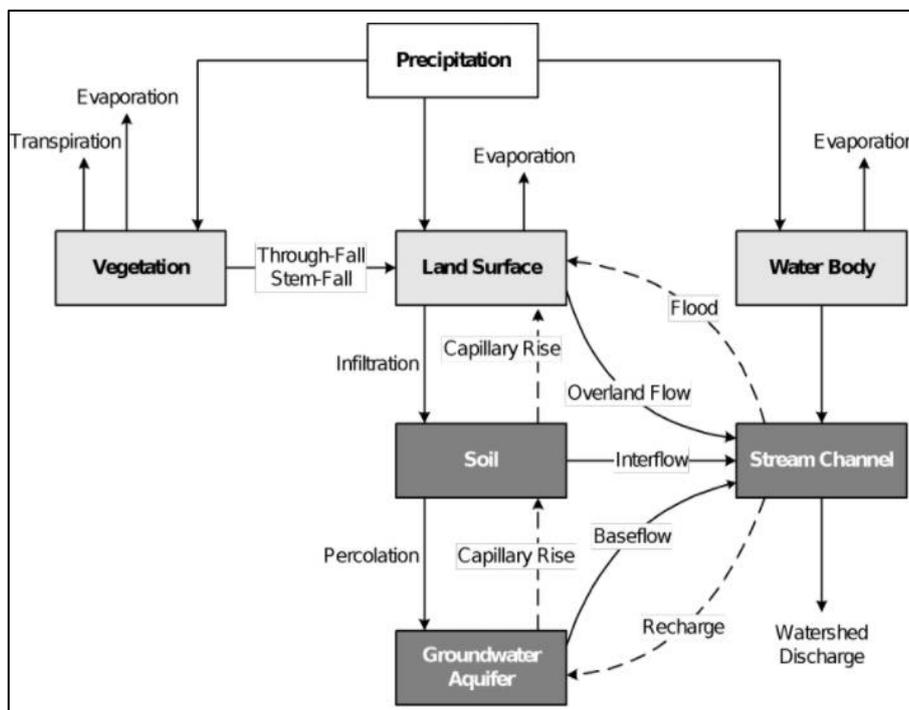


Figura 1. Proceso de escorrentía a escala local (Ward, 1975).

Una parte del agua infiltrada pasa a formar parte del flujo subterráneo, este flujo se mueve paralelo a la superficie del suelo y en dirección de la menor pendiente, brota producto de repentinos cambios geológicos y características del acuífero en su trayecto y debido a la gravedad, también el flujo se puede mover hacia acuíferos de mayor profundidad (Gaspari et al., 2013).

2.2.6. Extensión de Estructuras Hidráulicas

La selección de los componentes hidráulicos que conforman un sistema de drenaje superficial considera la necesidad de construir estructuras para salvar la diferencia de niveles, para el cruce con vías, para el cruce de quebradas y de aforo, además de la elección de las estructuras es necesaria la definición del tipo de revestimiento adecuado.

Posterior a la etapa de las consideraciones primarias de diseño hidráulico es necesario abordar los aspectos de diseño estructural que van a permitir la resistencia a esfuerzos ejercidos por el flujo del agua, aspectos de estabilidad que van a evitar problemas de deslizamiento e interrupción del flujo permanente.

Asimismo, la capacidad operativa de un sistema de drenaje superficial debe contemplar el volumen de agua destinado al control, mediante la construcción de estructuras de colección como canales de coronación, estructuras de derivación como rápidas, obras de arte como disipadores de energía, alcantarillas, pozas de monitoreo y estructuras de entrega que reduzcan la erosión.

2.2.7. Secciones Geométricas

Las estructuras hidráulicas, son construcciones destinadas al control del agua, sus dimensiones dependen del volumen que van a manejar, se pueden clasificar según su función en obras de captación, de conducción (sifones, cuces de vías, canales, rápidas, caídas, túneles y bocatomas), de protección (estructuras de alivio, alcantarillas y drenajes), de medición (vertederos, aforadores tipo Parshall y orificios de carga constante) o de regulación (partidores, aliviaderos laterales, disipadores de energía y compuertas), según se menciona en el Manual de Criterios de Diseño de Obras Hidráulicas para la Formulación de Proyectos Hidráulicos Multisectoriales y de Afianzamiento Hídrico (ANA, 2010).

Dentro de la concepción de un sistema de protección hidráulica, se establece inicialmente el tiempo de vida a la que se va a proyectar toda la infraestructura, para poder determinar el periodo de retorno y de esta manera calcular mediante la precipitación máxima en 24 h el caudal correspondiente a esta exigencia, teniendo en consideración las características hidrológicas del suelo donde se pretende instalar este sistema.

III. METODOLOGÍA

3.1. Enfoque, tipo y diseño de investigación

3.1.1. *Enfoque de Investigación*

La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo, está fundamentada por sus características, su desarrollo concibe dos variables independientes, estas pueden ser representadas por dimensiones y mediante la interpretación de sus indicadores se pueden medir usando valores numéricos.

3.1.2. *Tipo de Investigación*

Tipo de Investigación por el Propósito. La investigación por su propósito es de tipo aplicada, porque busca usar conocimiento con aplicación directa a los problemas que puede generar un mal control de agua de escorrentía superficial, la conceptualización del sistema de drenaje superficial se hará mediante el uso de bibliografía existente.

Tipo de Investigación por el Diseño. El tipo de diseño de la investigación es no experimental, porque no habrá manipulación de las dos variables, sino que se van a cuantificar y dimensionar; también es de tipo descriptiva, porque se va a observar para obtener datos, los cuales luego serán interpretados.

Tipo de Investigación por el Nivel. La investigación es de nivel descriptivo, porque se va a analizar cuáles son los factores que determinan a las variables, para poder definir las y clasificarlas, luego proceder con la interpretación de los resultados.

3.1.3. *Diseño de Investigación*

En esta investigación no se manipularán ninguna de las dos variables, es decir el diseño de esta es no experimental, además es transversal porque los datos durante el procesamiento de la información se han analizado para el inicio de la propuesta del sistema de drenaje, finalmente es descriptiva porque describe los valores de las variables y realizar una descripción de los datos obtenidos. Ver Figura 2.

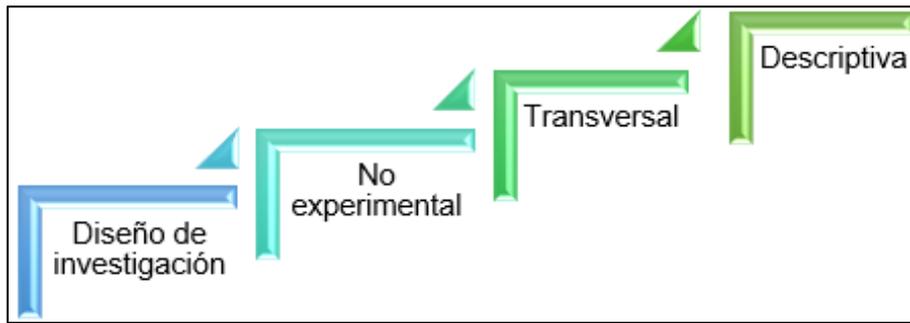


Figura 2. Diagrama del diseño de investigación.

3.2. Variables y Operacionalización

Las variables estudiadas durante el desarrollo de la investigación fueron: Caudal (variable independiente 1) y Diseño del sistema de drenaje superficial (variable independiente 2), ambas de relación independiente y de dimensión tridimensional y bidimensional respectivamente.

En la Tabla 1 se muestra la clasificación de las dos variables estudiadas, asimismo en la Tabla 2 y en el anexo 3 se muestra la matriz de operacionalización de variables que incluye definiciones conceptuales y operacionales, dimensiones, indicadores y la escala de medición.

3.2.1. Variables

Caudal. La gestión del caudal de agua de escorrentía origina la necesidad de anclar nuevas estrategias para su control y administración, esto significa la incorporación de innovadoras técnicas y métodos racionales que permitan mejoras importantes (Espinosa et al, 2016).

Diseño del Sistema de Drenaje Superficial. El diseño de infraestructura hidráulica tiene como objetivo la satisfacción de necesidades o demandas hídricas, estas acciones de aprovechamiento se deben de realizar en corto tiempo, pero deben contar con un desempeño eficiente y uniforme, es decir permanecer operativos a lo largo de su vida útil (Ángeles, 2012).

Tabla 1. *Clasificación de variables*

Variables	Relación	Naturaleza	Escala de medición	Dimensión	Forma de medición
Caudal	Independiente	Cuantitativa	Razón	Tridimensional	Indirecta
Diseño del sistema de drenaje superficial	Independiente	Cuantitativa	Razón	Bidimensional	Indirecta

Fuente: elaboración propia.

Tabla 2. Matriz de operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Caudal	La gestión del caudal de agua de escorrentía origina la necesidad de estrategias nuevas para su control y administración, la incorporación de técnicas innovadoras y métodos racionales. (Espinosa et al, 2016).	Para la estimación del caudal centro del área de investigación, se tuvo en cuenta los datos de intensidad máxima de precipitación de las estaciones cercanas, la configuración del área mediante la topografía y el flujo superficial.	Intensidad máxima de precipitación	Precipitación (mm) Periodo de retorno (mm/año)	Razón
			Topografía	Elevación (msnm) Coordenadas (UTM)	
			Flujo superficial	Descarga pico (m ³ /s)	
Diseño del sistema de drenaje superficial	El diseño de infraestructura hidráulica tiene como objetivo la satisfacción de demandas hídricas, estas acciones se deben de realizar en corto tiempo, con un desempeño eficiente a lo largo de su vida útil, (Ángeles, 2012).	Para la propuesta del diseño del sistema de drenaje superficial se ha tomado en cuenta la topografía del área de investigación se definieron las estructuras hidráulicas y su extensión, además se calcularon sus secciones geométricas.	Extensión de estructuras hidráulicas	Longitud (m) pendiente (m/m)	Razón
			Secciones geométricas	Altura (m) Base (m)	
				Talud (%)	

Fuente: elaboración propia.

3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis

3.3.1. Población

Todos los depósitos de desmontes de mina ubicados en la microcuenca Molinetes en el departamento de La Libertad, 2022.

3.3.2. Muestra y Muestreo

Se consideró una muestra es no probabilística, porque no se emplearon métodos estadísticos para obtenerla, la unidad seleccionada se fundamenta en criterios de conocimiento (juicio) y libre elección, fue desarrollada en un área donde se construye un depósito de desmonte de mina, dicha zona está ubicada en la zona 18 Sur, con coordenadas UTM E:232863.231 y N:9107169.190, tiene un área de 29.79 ha y un perímetro de 2.27 km. Ver Figura 3.



Figura 3. Ubicación del área de investigación (Google, s.f.)

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas de recolección de datos

En la presente investigación se utilizó dos técnicas para la recolección de datos, la primera fue la observación, según el nivel fue participante, según la forma fue directa, y según la planificación fue simple, esto sirvió para la obtención de información mediante la verificación in situ del área donde se desarrolla la

investigación. La segunda técnica fue la revisión documental, ya que se consultó documentación anterior que involucraba al área donde se desarrolla de la investigación, además se consultaron fuentes bibliográficas relevantes.

3.4.2. Instrumentos de Recolección de Datos

Sobre la base de las técnicas de recolección de datos, se elaboró como instrumento fichas de registro (1, 2 y 3) donde se pudo recopilar la información producto de la técnica de observación, también se elaboró fichas de recolección de datos (1 y 2) donde se recolectó información correspondiente a la ejecución de la técnica de revisión documental. En la Tabla 3 se muestra los instrumentos usados.

Para el desarrollo de la etapa de investigación correspondiente a Intensidad máxima de precipitación se elaboró la Ficha de recolección de datos 1 (anexo 4.1), donde se plasmó la información de datos meteorológicos procesados en estudios existentes, mientras que para el desarrollo de la etapa de investigación correspondiente a Topografía se elaboró la Ficha de recolección de datos 2 (anexo 4.2), donde se plasmó la información de la data topográfica de estudios existentes.

Para el desarrollo de la etapa de investigación correspondiente a Flujo superficial se elaboró la Ficha de registro 1 (anexo 4.3) donde se consignó información correspondiente a la caracterización de la microcuenca donde se encuentra ubicado el área de investigación, además para el desarrollo de la etapa de investigación correspondiente a Extensión de estructuras hidráulicas se elaboró la Ficha de registro 2 (anexo 4.4) donde se consignó información para la instalación de las estructuras hidráulicas según el entorno en el que se proyecta el sistema de drenaje superficial, finalmente para el desarrollo de la etapa de investigación correspondiente a Secciones geométricas se elaboró la Ficha de registro 3 (anexo 4.5) donde se consignó información para el cálculo de las dimensiones las estructuras hidráulicas del sistema de drenaje superficial.

Tabla 3. Instrumentos de recolección de datos

Técnica	Instrumento	Validación
Análisis de documentos	Ficha de recolección de datos 1 Ficha de recolección de datos 2	Juicio de expertos

Técnica	Instrumento	Validación
	Ficha de registro 1	
Observación	Ficha de registro 2	Juicio de expertos
	Ficha de registro 3	

Fuente: elaboración propia.

3.4.3. Validación del Instrumento de Recolección de Datos

Los instrumentos de recolección de datos usados fueron validados mediante juicios de experto en los distintos temas, tanto los de observación directa como los de revisión documental, tomando en cuenta la Matriz de evaluación de expertos. Las fichas de recolección de datos 1 y 2 fueron validadas por el Ingeniero Civil Fernando Mendoza Maldonado con CIP 106100, magister en Ingeniería Geotecnia en la UNMSM y estudios de maestría en la UNI, dedicado a la consultoría y supervisión de obras civiles y proyectos mineros con énfasis a la ingeniería geotecnia (anexos 6.1 al 6.4). Las fichas de registro 1, 2 y 3 fueron validadas por el Ingeniero Civil Melquiades Eugenio Gonzales Antúnez con CIP 129169, dedicado a la consultoría y supervisión de obras civiles y proyectos mineros. (anexos 6.5 al 6.10); también estos instrumentos fueron validados por el docente metodólogo de la Universidad Cesar Vallejo Magister Josualdo Carlos Villar Quiroz con CIP 106997 (anexo 6.11).

3.5. Procedimientos

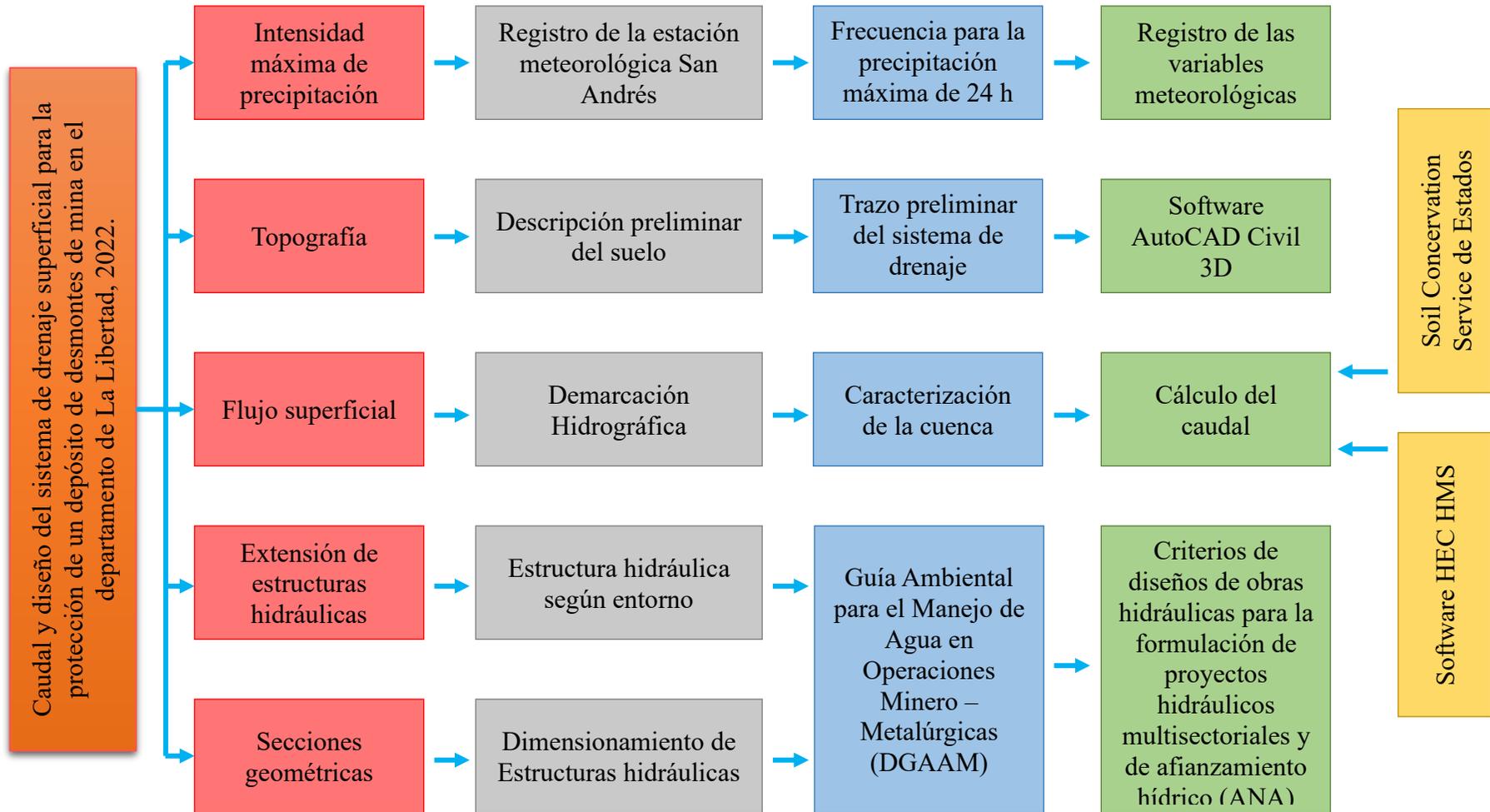


Figura 4. Procedimiento usado durante el desarrollo de la investigación.

3.5.1. *Intensidad Máxima de Precipitación*

La información inicial necesaria para el desarrollo esta dimensión fue obtenida del instrumento: Ficha de recolección de datos 1 (anexo 4.6). Sirvió para determinar la precipitación en milímetros en un periodo de retorno relacionado con el tiempo de operación del depósito de desmonte de mina. Se procedió a analizar las estaciones meteorológicas de administración pública y privada cercanas al área de investigación, se eligió la estación meteorológica con mayor cantidad de data, mejores patrones y condiciones estables.

El método de procesamiento de los datos de precipitación registrado en el estudio: Ingeniería de Detalle del Depósito de Desmonte Molinetes de la UEA Retamas (IGEMIN, 2021), fue el método de Gumbel que se desarrolla mediante una distribución de valores extremos y logarítmica normal. El valor extremo "X" se obtiene a partir de la siguiente ecuación:

$$X = \bar{X} + K * S_X \quad \text{Ecuación (1)}$$

Donde:

\bar{X} : media de la muestra de valores de intensidades de precipitación.

S_X : desviación estándar.

K viene definido por la siguiente ecuación:

$$K = \frac{Y - Y_n}{S_n} \quad \text{Ecuación (2)}$$

Donde:

Y: variable reducida.

Y_n : media de la variable reducida.

S_n : desviación de la variable reducida.

Además, se realizó el registro de las variables meteorológicas registradas por la estación elegida, de las frecuencias para la precipitación máxima en 24 h y se estableció el tiempo de vida útil para la elección del periodo de retorno y precipitación de diseño correspondientes.

3.5.2. Topografía

La información inicial necesaria para el desarrollo esta dimensión fue obtenida del instrumento: Ficha de recolección de datos 2 (anexo 4.7). Se usó para obtener la elevación y las coordenadas geográficas mediante un análisis tridimensional del área de estudio. Se hizo la verificación de la validez de los datos recolectados del estudio: Ingeniería de Detalle del Depósito de Desmonte Molinetes de la UEA Retamas (IGEMIN, 2021) mediante los puntos de control geodésicos certificados de orden C y los puntos de control topográficos existentes en el área de investigación.

Se hizo una descripción del suelo mediante la inspección visual para clasificarla por el color, textura, grado de alteración, fracturamiento, presencia de agua y mediante información bibliográfica aproximando algunas propiedades cuantitativas descritas en estudios previos y en mapas de tipos de suelo de orden nacional. Se realizó la proyección del trazo preliminar del sistema de drenaje superficial de acuerdo con la topografía del área de investigación, el depósito de desmonte de mina proyectado, el caudal y las necesidades de su control.

3.5.3. Flujo superficial

La información inicial necesaria para el desarrollo esta dimensión fue obtenida del instrumento: Ficha de registro 1 (anexo 4.8) y del desarrollo de las dimensiones anteriores. Se obtuvieron los datos correspondientes a la descarga pico que discurre en la superficie del área donde se desarrolla la presente investigación.

El punto de partida fue el análisis de información hidrológica y meteorológica confiable, otro aspecto importante fue definir el tiempo de vida para satisfacer el control de la oferta hídrica en el área de investigación, para determinar el volumen del caudal, también fue necesario identificar y evaluar las condiciones topográficas y geodinámicas.

Se caracterizó la cuenca donde se encuentra ubicada el área de investigación mediante la descripción de la cuenca hidrográfica (extensión topográfica que colecta caudal producto únicamente de la escorrentía superficial),

tiene un régimen pluvial característico y estacionario considerándose dos épocas, una de ellas denominada húmeda y la otra seca.

Se clasificó las cuencas hidrográficas geomorfológicamente mediante el área, perímetro, longitud de curso, altura máxima, altura mínima, pendiente media, índice de compacidad, factor de forma, tiempo de concentración, etcétera. El desarrollo del sistema de drenaje tomó en cuenta el caudal de agua de escorrentía residual, es decir el volumen total acumulado en la superficie, que fue sometido a procesos de infiltración por las características del suelo y evapotranspiración por los parámetros de atmosféricos durante su trayecto.

Para determinar los valores correspondientes al tiempo que el agua de escorrentía demora en pasar desde punto más distante hasta el punto de descarga de la microcuenca se usó el método de Kirpich, el cual está determinado por la longitud del cauce principal y su pendiente, la ecuación se describe a continuación:

$$T_c = 0.000325 \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}} \quad \text{Ecuación (3)}$$

Donde:

T_c: tiempo de concentración expresado en h.

L: longitud del cauce principal de la cuenca expresado m.

S: pendiente del cauce principal de la cuenca expresado en m/m.

De igual forma se determinó el tiempo de retardo que corresponde al tiempo que transcurre desde el centro de gravedad del hietograma de precipitaciones al centro de gravedad del Hidrograma de caudales, mediante la siguiente ecuación:

$$T_r = T_c * 0.6 \quad \text{Ecuación (4)}$$

Donde:

T_r: tiempo de retardo expresando en h.

Se determinó el tipo de tormenta de acuerdo con la metodología del Servicio de Conservación de Suelos (1972) de los Estados Unidos, se realizó el cálculo de los caudales y un esquema digitalizado con el software Hec HMS.

3.5.4. Extensión de Estructuras Hidráulicas

La información inicial necesaria para el desarrollo esta dimensión fue obtenida del instrumento: Ficha de registro 2 (anexo 4.9) y del desarrollo de las dimensiones anteriores. Esta información se usó para calcular las dimensiones longitudinales y las pendientes de las estructuras hidráulicas.

Se dio una visión global del manejo de aguas, previniendo la reducción de impactos ambientales negativos mediante metodologías para el manejo de escorrentía de aguas superficiales (lineamientos de La Guía Ambiental para el Manejo de Agua en Operaciones Minero – Metalúrgicas).

Se tuvo como finalidad organizar y conducir las acciones en materia de elaboración de estudios, destinados al aprovechamiento sostenible de recursos hídricos, (lineamientos de La Dirección de Estudio de Proyectos Hidráulicos Multisectoriales), además se estableció la importancia de disponibilidad del recurso hídrico y la planificación para su manejo (lineamientos del Manual de Criterios de Diseño de Obras Hidráulicas para la Formulación de Proyectos Hidráulicos Multisectoriales y de Afianzamiento Hídrico). Se hizo la proyección de estructuras hidráulicas según el entorno y considerando el desarrollo de las dimensiones anteriores (intensidad máxima de precipitación, topografía y flujo superficial).

3.5.5. Secciones Geométricas

La información inicial necesaria para el desarrollo esta dimensión fue obtenida del instrumento: Ficha de registro 3 (anexo 4.10) y del desarrollo de las dimensiones anteriores. Esta información fue procesada mediante el Software Hcanales V3.0 y se obtuvieron las dimensiones de altura, base y talud correspondientes a las estructuras de los canales de coronación, canal de derivación y alcantarilla, el software realizó el cálculo mediante relaciones geométricas y ecuaciones generales, las principales se describen a continuación:

Relaciones geométricas:

$$Z = \cot \theta \quad \text{Ecuación (5)}$$

$$R = \frac{A}{P} \quad \text{Ecuación (6)}$$

$$\bar{y} = \frac{A}{T} \quad \text{Ecuación (7)}$$

Donde:

Z = talud cuando la vertical es 1.

Θ = ángulo de inclinación de las paredes del canal en grados sexagesimales.

R = radio hidráulico en m.

A = área hidráulica en m².

P = perímetro mojado en m.

\bar{y} = profundidad media en m.

T = espejo de agua en m.

Ecuación de la continuidad:

$$Q = vA \quad \text{Ecuación (8)}$$

Donde:

Q = caudal en m³/s.

V = velocidad en m/s.

A = área hidráulica en m².

Ecuación de la energía:

$$ET = z + y + \frac{v^2}{2g} \quad \text{Ecuación (9)}$$

Donde:

ET = carga de energía total, en m-kg/kg.

z = carga de posición en m-kg/kg.

$\frac{v^2}{2g}$ = carga de velocidad en m-kg/kg.

g = aceleración de la gravedad en m/s².

Ecuación de la energía específica:

$$E = y + \frac{v^2}{2g} \quad \text{Ecuación (10)}$$

Donde:

E = energía específica.

Ecuación de Manning:

$$v = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \quad \text{Ecuación (11)}$$

Donde:

v = velocidad media en m/s.

S = pendiente de la línea de energía en m/m.

n = coeficiente de rugosidad.

Ecuación de Manning y continuidad:

$$v = \frac{1}{n} AR^{2/3} S^{1/2} \quad \text{Ecuación (12)}$$

Ecuación general del flujo crítico:

$$\frac{Q^2}{g} = \frac{A_c^3}{T_c} \quad \text{Ecuación (13)}$$

Donde:

A_c = área hidráulica crítica en m².

T_c = espejo de agua crítico en m.

Número de Froude:

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{\frac{gA}{T}}} \quad \text{Ecuación (14)}$$

Donde:

Fr = Número de Froude.

Fuerza específica:

$$F = \frac{Q^2}{gA} + y_G A \quad \text{Ecuación (15)}$$

Donde:

F = Fuerza específica.

y_G = Profundidad hasta llegar al centro de gravedad de la sección transversal en m.

Ecuación dinámica del flujo gradualmente variado:

$$\frac{dy}{dx} = \frac{S_0 - S_e}{1 - \frac{Q^2 T}{g A^3}} \quad \text{Ecuación (16)}$$

Donde:

$\frac{dy}{dx}$ = Variación del tirante y, con la distancia x.

S_0 = Pendiente del fondo del canal.

S_e = Pendiente de la línea de energía.

Además, se hizo uso del software Rápidas V1.0 y se obtuvieron las dimensiones de altura, base y talud correspondientes a las rápidas y los disipadores de energía. Este software realizó el cálculo hidráulico, el dimensionamiento de la estructura de disipación y la verificación de su funcionamiento mediante métodos numéricos.

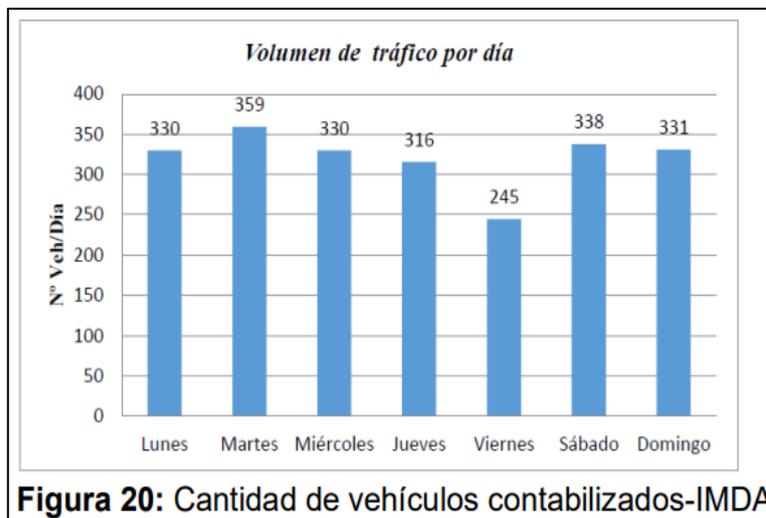
3.6. Método de análisis de datos

Para el desarrollo de la presente investigación que es de diseño no experimental – transversal, se hizo uso de la estadística descriptiva los resultados fueron presentados mediante tablas y figuras donde se mostró el resumen de los cálculos desarrollados, además al ser una investigación de enfoque cuantitativo se evaluó y se tomó registro en un solo tiempo, haciendo uso de técnicas convencionales para el cálculo de caudales y diseño de estructuras hidráulicas. La información fue recolectada por los instrumentos generados tomando como referencia los lineamientos metodológicos del hidrograma unitario desarrollado por el Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos (1972) y del manual: Criterios de Diseño de Obras Hidráulicas para la Formulación de Proyectos Hidráulicos Multisectoriales y de Afianzamiento Hídrico (ANA, 2010). Además, las tablas y gráficos de resultados fueron similares a los que se muestra a continuación:

Tabla 5 *Ubicación de calicatas*

N° DE CALICATA	PROFUNDIDAD (m)	UBICACIÓN	N° DE ESTRATOS
1	1.2	Km 00 + 000	1
2	1.2	Km 00 + 500	1
3	1.2	Km 01 + 000	1
4	1.2	km 01 + 500	1
5	1.2	Km 02 + 000	1
6	1.2	Km 02 + 500	1
7	1.2	Km 03 + 000	1
8	1.2	km 03 + 500	1
9	1.2	Km 04 + 000	1
10	1.2	Km 04 + 500	1
11	1.2	Km 05 + 000	1
12	1.2	km 05 + 500	1
13	1.2	Km 06 + 000	1

Fuente: Centurión (2021).



Fuente: Suclupe (2019).

3.7. Aspectos éticos

La ética está ligada a la calidad humana de las personas, puede ser valorada mediante la observación de sus acciones, estas pueden contribuir al desarrollo de las cualidades del ser humano si realiza acciones correctas, en la presente investigación se usó como fuente algunas tesis y artículos científicos confiables, las cuales se muestran citadas mediante las normas del Manual ISO 690 y 690-2, además se verificó la similitud de la investigación con otras a través del software turnitin.

3.8. Desarrollo de tesis

3.8.1. Intensidad Máxima de Precipitación

Generalidades. En la gestión de proyectos de recursos hídricos es determinante la cuantificación de la frecuencia y la magnitud del incremento de las intensidades de precipitación, esta información permite proyectar escenarios futuros, optimizar sistemas de control y desarrollar prácticas de prevención o mitigación del agua (Noto y La Loggia, 2009).

Elección de la Estación Meteorológica. El área donde se desarrolló la presente investigación cuenta con algunas estaciones meteorológicas de administración oficial cercanas, algunas de las cuales se encuentran operativas y otras inoperativas con registros de precipitación de data corta. En la Tabla 4 se muestra un resumen.

Tabla 4. Estaciones de administración pública cercanas

Estación	Tipo	Código	Periodo (años)	
			Inicio	Final
Ongón	Convencional	154200	1964	1988
Cajas	Convencional	154117	1971	1991
Huancas	Convencional	154116	1977	1988
Tayabamba	Convencional	000412	1964	1982
Buldibuyo	Convencional	154114	1967	1988
Mollepata	Convencional	108046	1964	-
Cachicadán	Convencional	108045	1964	-
Sihuas	Convencional	108047	1964	-

Fuente: elaboración propia.

Además, hay 2 estaciones meteorológicas automáticas de administración privada, ubicadas dentro del área de influencia donde se ejecutó la presente investigación. En la Tabla 5 se muestra un resumen.

Tabla 5. Estaciones de administración privada

Estación	Tipo	Estado	Periodo (años)	
			Inicio	Final
San Andrés	Automática	Operativo	1964	-
Las Chilcas	Automática	Operativo	1971	-

Fuente: elaboración propia.

Según la información encontrada se pudo verificar que la estación meteorológica San Andrés cuenta con mayor aporte de data, presentó mejores patrones, condiciones y datos conservadores, para el desarrollo de la Intensidad máxima de precipitación se tomó en consideración el registro esta estación. En la Ficha de recolección de datos 1 (anexo 4.6) se muestra la información recolectada correspondiente a la precipitación máxima anual en 24 h, la máxima precipitación histórica de 24 h de duración (mm) y el análisis de frecuencia de la precipitación máxima.

Con la información recopilada en este instrumento, se desarrolló un gráfico que refleja la precipitación versus el tiempo donde se determinó que el valor máximo de precipitación se encuentra en el año 2003. Ver la Figura17 que corresponde al ítem 4.1.1.

Registro de las Variables Meteorológicas. Para determinar el estado del tiempo o del clima, en la estación San Andrés se registran datos correspondientes a las variables meteorológicas: temperatura promedio de 11.3 °C, humedad relativa promedio de 74.7 %, dirección del viento de tendencia hacia el Norte y evapotranspiración media total anual de 768.50 mm (IGEMIN, 2021).

Registro de la Frecuencia para la Precipitación Máxima. A partir de las curvas de Intensidad, duración y frecuencia desarrolladas en el Estudio Hidrológico de la U.E.A. Retamas (Horizonte Consultores, 2018), se verificó que determinaron los valores de intensidad de precipitación para periodos de retorno de 2, 5 10, 25, 50, 100, 200 y 500 años, con el método de Gumbel que se desarrolla mediante una distribución de valores extremos y logarítmica normal.

Dentro del Marco Legal, la Ley 28090 “Ley que Regula el Cierre de Minas” y su reglamento “Reglamento para el cierre de Minas” aprobado por DS 033-2005 EM, establecen mediante La Guía para la Elaboración de Planes de Cierre de Minas (Instrumento de Gestión Ambiental de la Dirección General de Asuntos Ambientales y Mineros) que, la simulación de un escenario de tormenta de lluvias usado con fines de diseño de instalaciones de conducción y almacenamiento de aguas debería tener intervalos de ocurrencia hasta de 200 años en etapas de operación y mayor de 500 años en etapa de cierre, también señala dentro de su filosofía que, el ciclo de vida de una mina generalmente está en el rango de 10 y 100 años (considerando exploración, construcción, operación y cierre);

Mediante el análisis de la normativa vigente se determinó el uso de la precipitación para un periodo de retorno de 100 años como dato de diseño para los siguientes procedimientos, porque corresponde al tiempo de vida útil.

En la Tabla 11 que corresponde al ítem 4.1.2. se muestran las frecuencias para la precipitación máxima (mm) en 24 horas de duración.

3.8.2. Topografía

Generalidades. El área donde se desarrolla la presente investigación se encuentra ubicada en el distrito de Parcoy, provincia de Pataz y departamento de La Libertad a una altitud promedio de 3900 msnm, según la información recopilada en el Sistema de Información Geológico y Catastral Minero, la concesión de beneficio es denominada Sabueso 4.

Puntos geodésicos. El Informe de Topografía desarrollado por la Empresa Ingeniería Gerencia y Minería S.A.C. se ejecutó sobre la información de 2 puntos de control topográfico (MOL-5 y MOL-6), estos dos puntos fueron implementados anteriormente mediante el enlace con los puntos geodésicos de la Red Primaria (LAB08018 y LAB08019) certificados por el Instituto Geográfico Nacional. En la Tabla 6 muestra un resumen de la información de los puntos geodésicos.

Tabla 6. *Puntos geodésicos certificados*

Código	Orden	Coordenadas UTM (WGS-84) - 18 Sur		
		Norte	Este	Z (msnm)
LAB080018	C	9106617.316	232945.859	4334.816
LAB080019	C	9105622.837	231277.629	4389.349

Fuente: IDD del Depósito de Desmonte Molinetes de la UEA Retamas (IGEMIN, 2021).

En las Figuras 5 y 6 se muestran las placas informativas de los puntos geodésicos certificados usados para la validación topográfica.



Figura 5. Punto geodésico LAB080018 (IGEMIN,2021).



Figura 6. Punto geodésico LAB080019 (IGEMIN, 2021).

Descripción del Suelo. El área donde se desarrolló la presente investigación según la información que presenta el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico del Perú (INGEMMET) en sus plataformas digitales, corresponde al Complejo metamórfico-fillita, esquistos (NP-cm-esq), además se encuentra dentro

una zona de sismicidad media, con posibilidad de ocurrencia de sismos de intensidad VII en la escala de Mercalli Modificada. Ver Figura 7.



Figura 7. Geología regional (GEOCATMIN, 2022).

Trazo Preliminar del Sistema de Drenaje. El trazo preliminar del sistema de drenaje superficial se realizó tomando en cuenta las características topográficas del área de investigación y también se tuvo en consideración el límite de apilamiento del depósito de desmonte proyectado. De acuerdo la a ubicación de este componente minero se estableció un trazo Norte, un trazo Sur y un trazo Oeste. Ver la Figura 8.

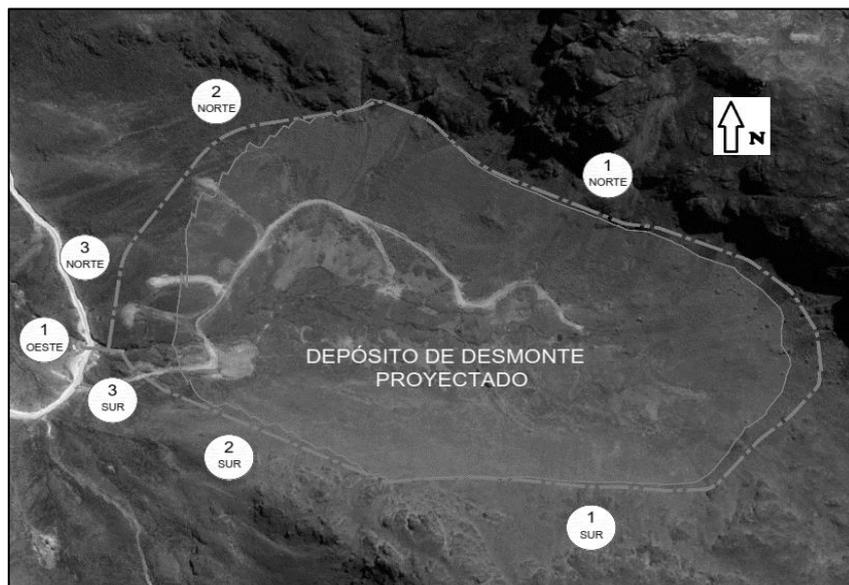


Figura 8. Trazo preliminar del sistema de drenaje (Google, s.f.).

Software AutoCAD Civil 3D. El procesamiento se realizó con la información recopilada en la Ficha de recolección de datos 2 (anexo 4.7) y consistió en el desarrollo espacial (coordenadas X e Y, con dato de elevación) en la interfaz del Software AutoCAD Civil 3D, se realizó la verificación de la georreferenciación del sistema de proyección Universal Transversal de Mercator (UTM) y del Sistema Geodésico de Coordenadas Mundial 1984 (WGS84), el área de la presente investigación se encuentra ubicado en la zona 18 Sur. Finalmente se construyó el modelo digital del área y se representó mediante curvas de nivel.

En la Figura 18 que corresponde al ítem 4.2.1. se muestra el perfil longitudinal del área de investigación, las elevaciones mínimas y máximas determinadas, además en la Tabla 12 que corresponde al ítem 4.2.2. se muestran las coordenadas topográficas del área de investigación.

3.8.3. Flujo Superficial

Generalidades. La determinación del flujo superficial aportado por una unidad hidrográfica está estrechamente ligada a sus condiciones climáticas, fisiográficas y topográficas, de igual manera influyen sus características internas por el tipo de cobertura, uso del suelo y capacidad de almacenamiento, además los factores geológicos e hidrogeológicos tiene influencia ya que de estas depende la conformación estratigráfica del suelo, la infiltración y la conductividad hidráulica (Cervantes et al., 2021).

Demarcación hidrográfica. Mediante la metodología desarrollada por Pfafstetter se realizó la demarcación hidrográfica que contiene al área de investigación, de acuerdo con su ubicación el área corresponde a la Unidad Hidrogeológica del Alto Marañón (Nivel 4), en la Figura 9 se muestra los límites de las unidades hidrográficas del Perú.

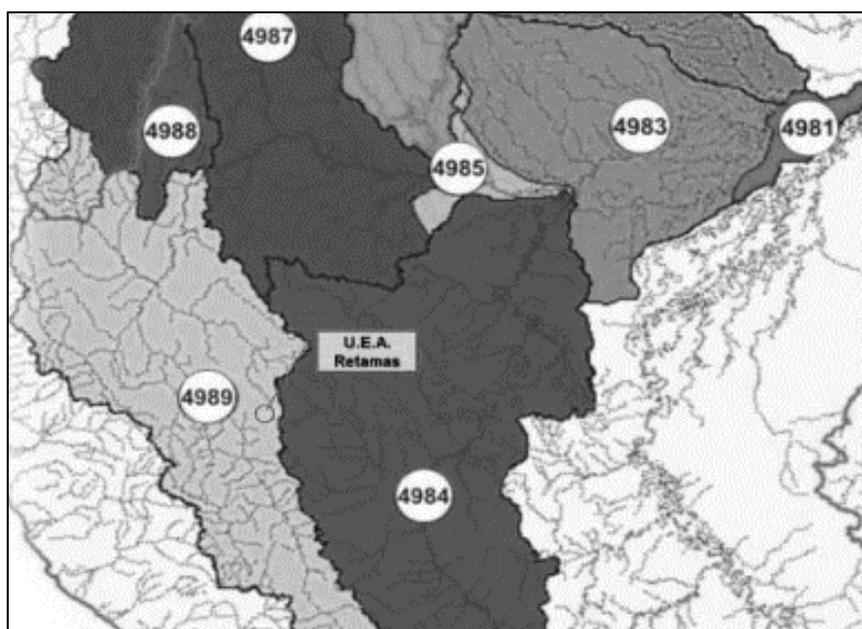


Figura 9. Unidades Hidrográficas del Perú (ANA, 2010).

Caracterización de la cuenca. Durante el desarrollo de la presente investigación se realizó la caracterización del área mediante la información recopilada en el instrumento de recolección de datos denominado Ficha de registro 1 (anexo 4.8). en la Figura 10 se muestra la imagen satelital del área de investigación.



Figura 10. Microcuenca de investigación (Google, s.f.).

El tipo de cuenca corresponde a Exorreica – abierta, porque el vertimiento final será en el océano pacífico, según su jerarquía el área corresponde a una microcuenca, además de esta caracterización morfológica se calcularon los parámetros generales, los de forma y algunos parámetros de especiales. En la Tabla 7 se muestra un resumen de esta información.

Tabla 7. *Caracterización de la microcuenca*

Parámetros	Unidad	Descripción	Medida
Generales	Km ²	Área	0.542
	Km	Perímetro	5.735
	Km	Longitud de curso	1.170
	m/m	Pendiente media	0.316
De forma	km	Perímetro circular	2.611
	km	Diámetro circular	0.831
	-	Índice de compacidad	2.197
	-	Factor de forma	0.396
	-	Tormenta de diseño	Tipo II

Parámetros	Unidad	Descripción	Medida
	-	Numero de curva	80
Especiales	h	Tiempo de concentr.	0.01-0.04
	h	Tiempo de retardo	0.01-0.02

Fuente: elaboración propia.

Asimismo, se desarrolló una propuesta de un sistema de drenaje superficial eficiente, se subdividió el área de aporte de escorrentía superficial en seis regiones menores limitadas por microcuencas vecinas y por el depósito de desmontes proyectado. Ver la figura 11.

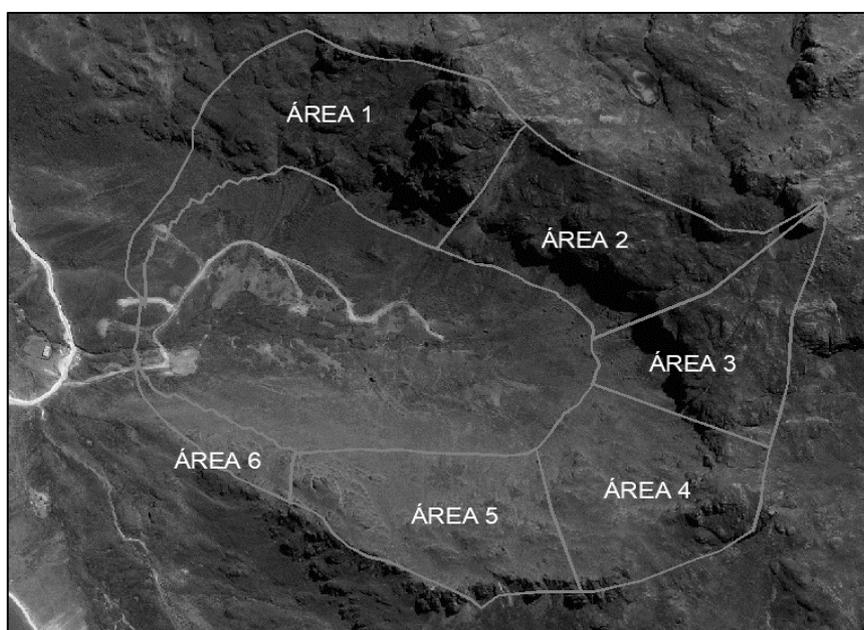


Figura 11. Subdivisión de la microcuenca (Google, s.f.).

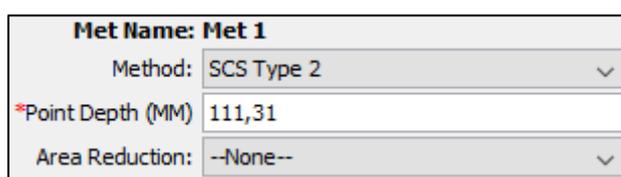
Se caracterizó cada una de estas regiones como microcuencas independientes para desarrollar estructuras de control de agua eficientes y de acuerdo con el caudal aportado por cada una de ellas. Para determinar los valores correspondientes al tiempo que el agua de escorrentía demora en pasar desde punto más distante hasta el punto de descarga de la microcuenca se usó el método de Kirpich. De igual forma se determinó el tiempo de retardo que corresponde al tiempo que transcurre desde el centro de gravedad del hietograma de precipitaciones al centro de gravedad del Hidrograma de caudales. En la tabla 8 se muestra un resumen de la información obtenida.

Tabla 8. Resumen de características hidrográficas

Característica	1	2	3	4	5	6
Área (km ²)	0.138	0.097	0.061	0.131	0.086	0.029
Longitud (m)	270.8	246.4	290.0	340.0	224.6	97.2
Pendiente (m/m)	0.74	0.81	0.52	0.44	0.67	0.56
T concentr. (h)	0.03	0.02	0.03	0.04	0.02	0.01
T retardo (h)	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01
T retardo (min)	0.98	0.88	1.19	1.43	0.88	0.50

Fuente: elaboración propia.

Servicio de Conservación del Suelo de los Estados Unidos (SCS). Mediante los lineamientos desarrollados por el Servicio de Conservación de Suelos (SCS), ahora denominado Servicio de Conservación de Recursos Naturales (NRCS), que determina hietogramas de diseño sintético para 4 patrones de lluvia (Tipo I, IA, II y III) con periodos de 24 h, y características específicas, en la presentes investigación se usó la distribución de tormenta tipo II que corresponde a precipitaciones orográficas de entre 6 a 24 horas de duración. Ver Figura 12.



The image shows a software interface for HEC-HMS. It features a window titled "Met Name: Met 1". Inside the window, there are three input fields: "Method:" with a dropdown menu set to "SCS Type 2", "*Point Depth (MM)" with a text input field containing "111,31", and "Area Reduction:" with a dropdown menu set to "--None--".

Figura 12. Tipo de tormenta y precipitación (HEC-HMS 4.10).

Software Hec HMS. Este Software tiene 3 condiciones de análisis para definir parámetros en la fase inicial del software, los cuales están ligados con la infiltración, el primer análisis está enfocado en zonas con abundante vegetación que pueden retener en gran medida parte de la precipitación y permitir su evaporación antes de llegar a la superficie (Canopy Method).

El segundo está enfocado en zonas con suelos que retienen la precipitación y permiten su evaporación (Surface Method), antes de ser infiltrada y el tercero está referido a suelos con vegetación no muy densa que permiten infiltración (Loss Method), esta condición que está relacionada con el método de número de curva del (80) y la abstracción inicial (12.70 mm), se asemejó en la mayoría de sus características al área donde se desarrolló la investigación, Ver Figura 13.

Element Name: Área 1	
Initial Abstraction (MM)	12,70
*Curve Number:	80

Figura 13. Parámetros - Loss Method (HEC-HMS 4.10).

El cálculo de la escorrentía superficial se desarrolló mediante un método de transformación (Transform Method), el método usado fue el de Hidrograma Unitario SCS que para cuencas hidrográficas tiene el fator de tasa pico (PRF) entre 100 a 600. La pendiente del área de estudio está entre media y alta por lo que la opción adecuada fue PRF 484, de esta manera el Software pudo transformar la precipitación en caudal, mediante el tiempo de retardo (Lag Time) que está relacionado directamente con el tiempo de concentración. Ver Figura 14.

Element Name: Área 1	
Graph Type:	Standard (PRF 484) ▾
*Lag Time (MIN)	0,98

Figura 14. Parámetros - factor de tasa pico (HEC-HMS 4.10)

El parámetro de flujo base (Baseflow Method) definió la existencia de escorrentía superficial independiente a la precipitación, para el desarrollo de esta investigación se consideró un flujo base cero (None), es decir un cause seco antes de las épocas de lluvias, ya que en la información revisada no se precisa la existencia de escorrentía en la época seca. En la Figura 15 se muestran los parámetros de ingreso inicial del Software Hec HMS.

Basin Name:	Basin
Element Name:	Área 1
Description:	<input type="text"/>
Downstream:	1
*Area (KM2)	0,137484
Latitude Degrees:	<input type="text"/>
Latitude Minutes:	<input type="text"/>
Latitude Seconds:	<input type="text"/>
Longitude Degrees:	<input type="text"/>
Longitude Minutes:	<input type="text"/>
Longitude Seconds:	<input type="text"/>
Canopy Method:	--None--
Surface Method:	--None--
Loss Method:	SCS Curve Number
Transform Method:	SCS Unit Hydrograph
Baseflow Method:	--None--

Figura 15. Parámetros de ingreso (HEC-HMS 4.10).

Con el uso de las características hidrográficas definidas para cada área, las condiciones de ingreso mencionadas y con los parámetros asociados a estas se pudo realizar el cálculo de los caudales. En la Figura 16 se muestra el esquema digitalizado planteado.

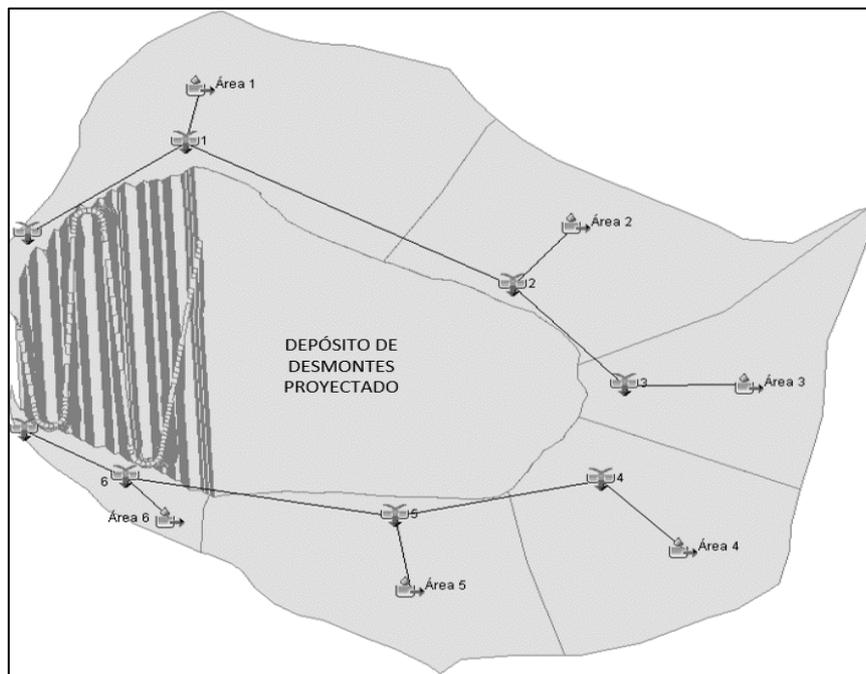


Figura 16. Esquema digitalizado (HEC-HMS 4.10).

Cálculo del caudal. En la presente investigación se hizo uso del Software Hec Hms versión 4.3, el cual permitió calcular un hidrograma unitario mediante información topográfica, hidrográfica y meteorológica. En la Tabla 9 se muestran los datos de ingreso requeridos por el Software Hec HMS para realizar la estimación del caudal de escorrentía superficial de cada subdivisión de la microcuenca de investigación.

En la tabla 13 que corresponde al ítem 4.3.1. se muestra un resumen de los caudales obtenidos para cada subdivisión de la microcuenca en investigación.

En las Figuras del 20 al 25 que corresponde al ítem 4.3.1. se muestran los hidrogramas de caudales obtenido del procesamiento mediante el Software Hec HMS.

En las Figuras del 26 al 31 que corresponde al ítem 4.3.1. se muestran caudales obtenido del procesamiento mediante el Software Hec HMS, como descarga pico (peak discharge) en m³/s.

Tabla 9. Datos de ingreso – HEC HMS

Datos	1	2	3	4	5	6
Área (km ²)	0.13748	0.09666	0.06094	0.13129	0.08627	0.02974
Loss Method	SCS CN					
Transform method	SCS UH					
Abstracción (mm)	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7
Numero de curva	80	80	80	80	80	80
Factor tasa pico	PRF 484					
Lag Time (min)	0.98	0.88	1.19	1.43	0.88	0.5
Meteorology model	HS	HS	HS	HS	HS	HS
SCS Method	Tipo II					

Datos	1	2	3	4	5	6
Precipitación (mm)	111.31	111.31	111.31	111.31	111.31	111.31

Fuente: elaboración propia.

3.8.4. Extensión de Estructuras Hidráulicas

Generalidades. El diseño innovador de obras de control de agua producto de la escorrentía superficial requiere de un equilibrio casi perfecto entre un enfoque de ingeniería sólido y acciones ambientalmente aceptables, esta armonía se consigue mediante la integración del diseño hidráulico, la mejora de métodos constructivos y labores preventivas de mantenimiento (Lazaridou, 2004).

Guía Ambiental para el Manejo de Agua en Operaciones Minero – Metalúrgicas (DGAAM). Los objetivos primarios en el desarrollo de la investigación fueron la prevención de contacto con todo componente, instalaciones auxiliares, temporales, o complementarias propias de las labores mineras a fin de reducir el potencial de erosión y generación de drenaje ácido como principal efecto, evitando el contacto mediante la colección, derivación y contención de escorrentías.

Criterios de Diseño de Obras Hidráulicas para la Formulación de Proyectos Hidráulicos Multisectoriales y de Afianzamiento Hídrico (ANA). En el desarrollo de la investigación se hizo uso del manual donde se encontraron procedimientos para el diseño de las estructuras hidráulicas (canales, disipadores de energía, alcantarillas y rápidas), también se usaron los procedimientos descritos de verificación topográfica, trazo preliminares y definitivos, aspectos de infiltración y geométricos, mediante los cuales se procedió a determinar cada estructura hidráulica que conformó el sistema de drenaje superficial.

Estructura hidráulica según entorno. Mediante la información obtenida en las etapas de intensidad máxima de precipitación, topografía y flujo superficial y con el uso del instrumento de recolección denominado Ficha de registro 2 (anexo 4.9) se definieron los tipos de estructuras hidráulicas que se requieren para la conformación del sistema de drenaje superficial.

Según la representación gráfica plasmada en la Figura 8 se hizo una descripción de las estructuras hidráulicas recomendadas en cada sector. Los trazos en los sectores Norte y Sur según la topografía fueron conformados por la sección 1 que corresponde a estructuras de colección, debido a que esta sección bordea gran parte del límite de apilamiento del depósito de desmontes, además tiene pendiente promedio del 2%, favorable para la construcción de canales de coronación.

La sección 2 correspondió a estructuras de conducción, ya que según su ubicación no colecta gran cantidad de agua, además que tiene pendiente promedio del 40%, su funcionalidad estuvo orientada a la conducción de las aguas colectadas por la sección 1, favorable para construcción de rápidas. La sección 3 correspondió a estructuras de control de energía, ya que se ubica en la intersección de una zona de gran pendiente con una zona de pendiente baja, su funcionalidad estuvo orientada al control de energía que se origina en la rápida de la sección 2, favorable para construcción de disipadores de energía. Sin embargo, el trazo del sector Oeste estuvo conformado por la sección 1 correspondió a una estructura de derivación de las aguas colectadas de los sectores Norte y Sur, además tuvo que atravesar un acceso existente y para esto requirió la construcción de una alcantarilla. Las aguas de no contacto colectadas a través del sistema de drenaje superficial fueron descargadas a una quebrada. Ver tabla 10.

Tabla 10. *Estructuras hidráulicas según entorno*

Sector	Estructuras hidráulicas	N° de tramos
Norte	Canal de coronación	3
Norte	Rápida	4
Norte	Disipador de energía	1
Sur	Canal de coronación	2
Sur	Rápida	4
Sur	Disipador de energía	1
Oeste	Canal de derivación	1
Oeste	Alcantarilla	1

Fuente: elaboración propia.

También se hizo el trazo definitivo de cada estructura hidráulica establecida, en la tabla 14 y 15 que pertenecen a los ítems 4.4.1. y 4.4.2. respectivamente se muestra un resumen de las características que tiene cada una de las estructuras.

En la Figura 32 que corresponde al ítem 4.4. se muestra la representación gráfica de cada estructura hidráulica que conforma el sistema de drenaje superficial.

3.8.5. Secciones Geométricas

Generalidades. La optimización del diseño del sistema de drenaje superficial compuesto por estructuras hidráulicas implica la verificación de su configuración interna transversal y longitudinal, la evaluación del rendimiento, la verificación de sedimentación y erosión del material del que están hechos, la protección aguas arriba y aguas abajo ante fenómenos naturales que ocasionen la inestabilidad (Bhajantri y Ramarao, 2022).

Dimensionamiento de Estructuras Hidráulicas. Mediante la información obtenida en las etapas de intensidad máxima de precipitación, topografía, flujo superficial, Extensión de estructuras hidráulicas y con el uso del instrumento de recolección denominado Ficha de registro 3 (anexo 4.10) se pudo determinar las dimensiones de las estructuras hidráulicas que se requieren para la conformación del sistema de drenaje superficial.

El software Hcanales V3.0 desarrollado por el Ingeniero Máximo Villón Béjar, sirvió para calcular las dimensiones geométricas de los canales de coronación, canal de derivación y alcantarilla. Este programa desarrolla el cálculo mediante la ecuación de continuidad, ecuación de la energía, ecuación de energía específica, ecuación de Manning, ecuación de Manning y continuidad, ecuación general de flujo crítico, ecuación del número de Froude, ecuación de Fuerza específica, ecuación dinámica del flujo gradualmente variado, etcétera, se pudo determinar los tirantes críticos, tirantes normales, velocidades, bases, alturas, etcétera.

El software Rápidas V1.0 desarrollado por el Ingeniero Walter Huatuco López, sirvió para calcular las dimensiones geométricas de las rápidas y los disipadores de energía. Este programa realiza el cálculo hidráulico, el dimensionamiento de la estructura de disipación y la verificación de su funcionamiento mediante métodos numéricos (Newton Raphson) para solucionar las ecuaciones no lineales, además en el diseño se utilizan tanques amortiguadores generalizados (disipadores de energía) desarrollados por la United States Bureau of Reclamation y Tanque tipo SAF. Ver Figuras del 32 al 39 que pertenecen al ítem 4.5.1.

En las Tablas del 16 al 20 se muestra las dimensiones, periodos de retorno, tipo de revestimiento, datos de entrada y dimensiones finales de las estructuras hidráulicas.

En las Figuras del 40 al 43 que pertenecen al ítem 4.5.1. se muestran algunas de las secciones típicas de las estructuras hidráulicas que conforman el sistema de drenaje superficial propuesto.

En la Figura 44 que pertenece al ítem 4.5.1. se muestra la configuración final del sistema de drenaje superficial sobre el depósito de desmontes.

En los anexos 5.4 al 5.8 se muestran los planos finales, planta, perfil longitudinal y secciones de las diferentes estructuras hidráulicas propuestas.

IV. RESULTADOS

4.1. Intensidad Máxima de Precipitación

4.1.1. Precipitación

En la Figura 17 de precipitación (mm) versus tiempo (años) se muestra la variación de las precipitaciones entre los años 1997 y 2015.

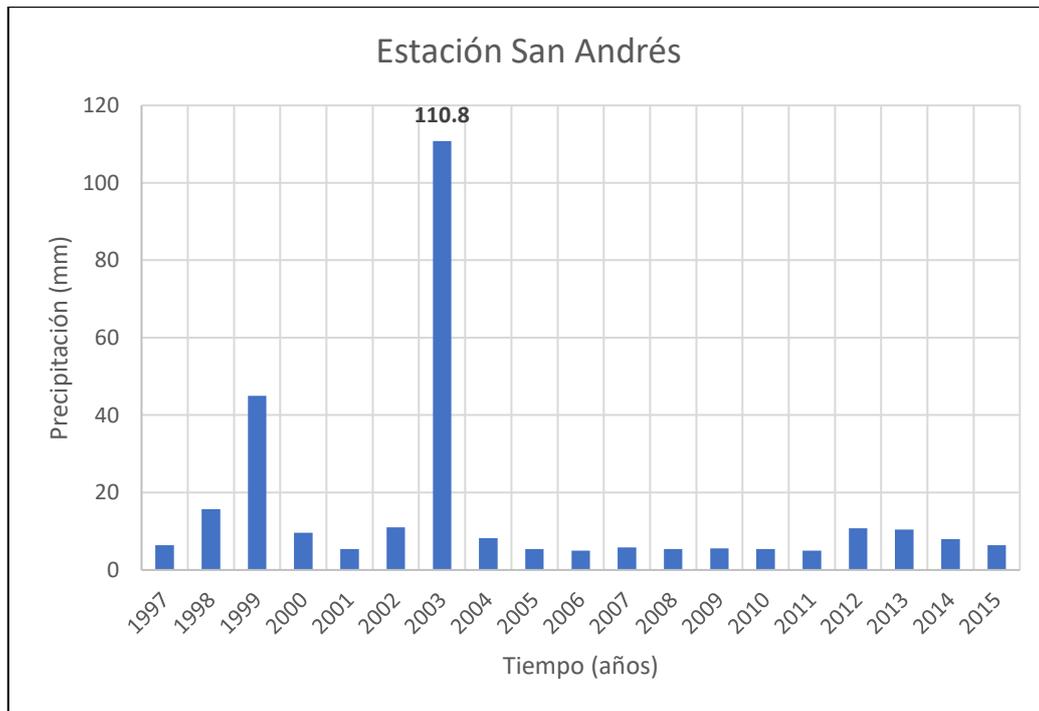


Figura 17. Precipitación máxima de 24 h de duración.

4.1.2. Periodo de Retorno

En la Tabla 11 se muestran las frecuencias para la precipitación máxima (mm) en 24 horas de duración.

Tabla 11. Frecuencias para precipitación máxima de 24 h

Periodo de Retorno (años) – Estación San Andrés								
2	5	10	25	50	100	200	500	
11.39	38.14	55.85	78.23	94.83	111.31	127.73	149.39	

Fuente: IDD del Depósito de Desmonte Molinetes de la UEA Retamas (IGEMIN, 2021).

4.2. Topografía

En el anexo 8.1 y 8.2 se muestran el plano topográfico de la planta y el perfil longitudinal del área de investigación respectivamente.

4.2.1. Elevación

Elevación mínima 4054 msnm, elevación máxima 4362 msnm y elevación promedio 4177 msnm. En la Figura 18 se muestra el perfil longitudinal del área de investigación.

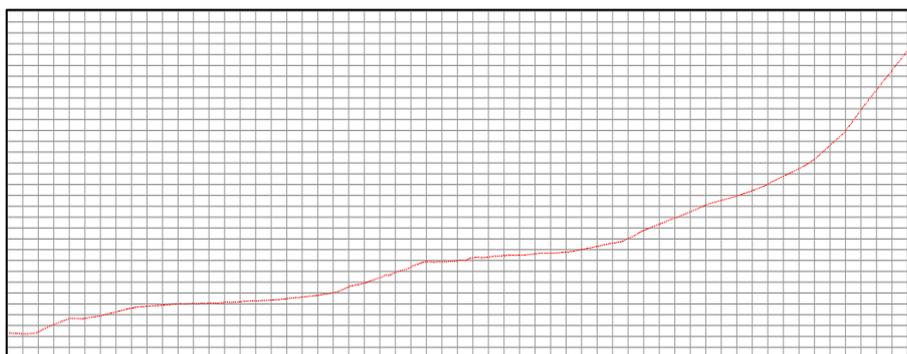


Figura 18. Perfil longitudinal del área de investigación.

4.2.2. Coordenadas

En la Tabla 12 se muestran las coordenadas topográficas del área de investigación.

Tabla 12. Coordenadas topográficas

Coordenadas topográficas UTM - WGS 84, Zona 18S		
Punto	Este	Norte
1	232,265.74	9'107,041.80
2	232,265.18	9'107,048.73
3	232,281.87	9'107,043.84
4	232,279.82	9'107,050.20
5	232,298.77	9'107,053.45

Coordenadas topográficas UTM - WGS 84, Zona 18S

Punto	Este	Norte
6	232,296.39	9'107,058.19
7	232,315.83	9'107,066.26
8	232,311.60	9'107,071.48
9	232,327.07	9'107,079.45
10	232,321.60	9'107,084.24
11	232,336.76	9'107,096.65
12	232,328.46	9'107,098.42
13	232,342.25	9'107,114.92
14	232,323.72	9'107,111.72
...
1303	233,083.39	9'106,932.94

Fuente: elaboración propia.

4.4. Flujo superficial

4.4.1. Descarga Pico

En la tabla 12 se muestra un resumen de los caudales obtenidos para cada subdivisión de la microcuenca en investigación.

Tabla 13. Resumen del cálculo de caudales

Datos	1	2	3	4	5	6
Caudal (m ³ /s)	4.0	2.8	1.8	3.8	2.5	0.9

Fuente: elaboración propia.

En las Figuras del 19 al 24 se muestran los hidrogramas de caudales obtenido del procesamiento mediante el Software Hec HMS.

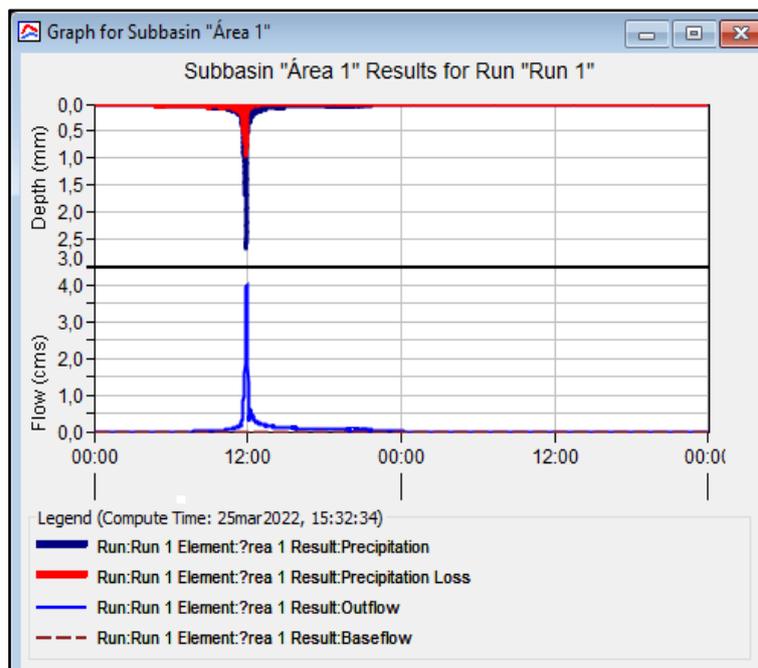


Figura 19. Hidrograma del área 1 – Hec HMS.

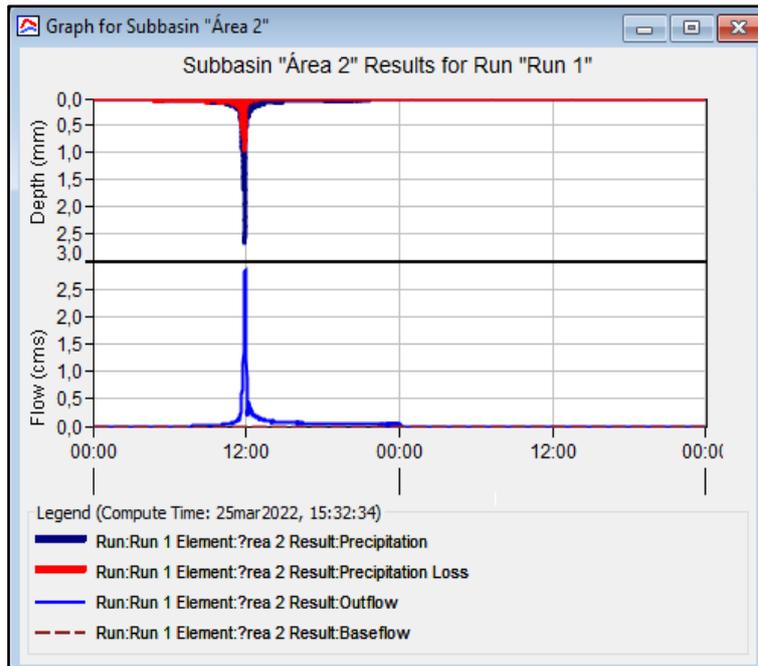


Figura 20. Hidrograma del área 2 – Hec HMS.

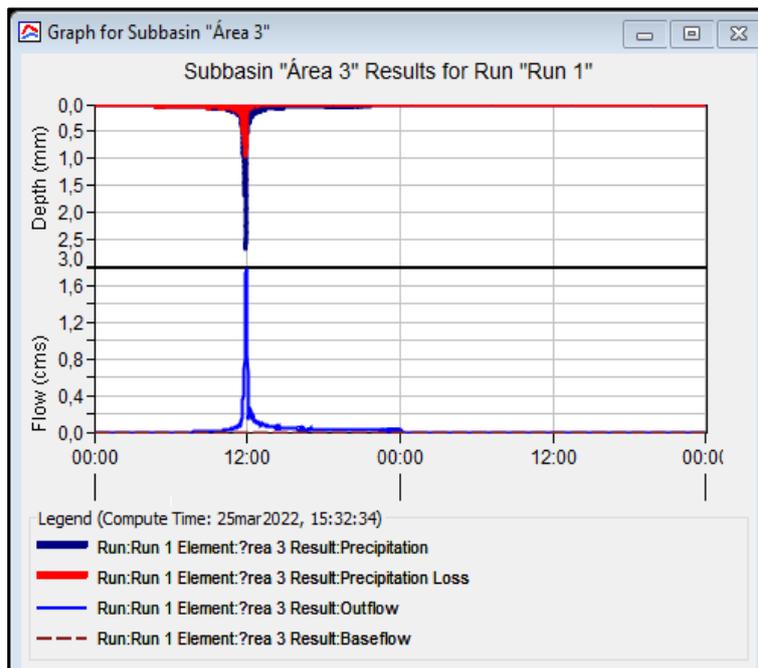


Figura 21. Hidrograma del área 3 – Hec HMS.

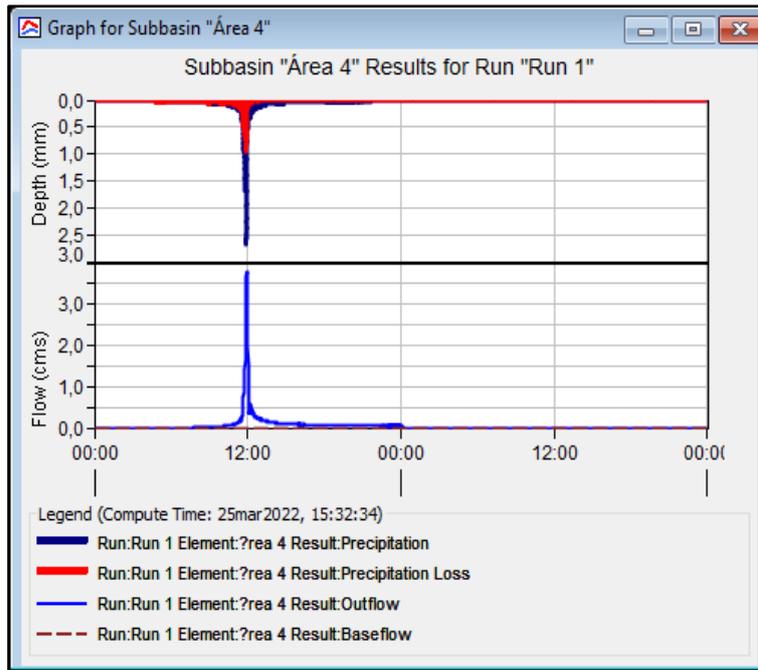


Figura 22. Hidrograma del área 4 – Hec HMS.

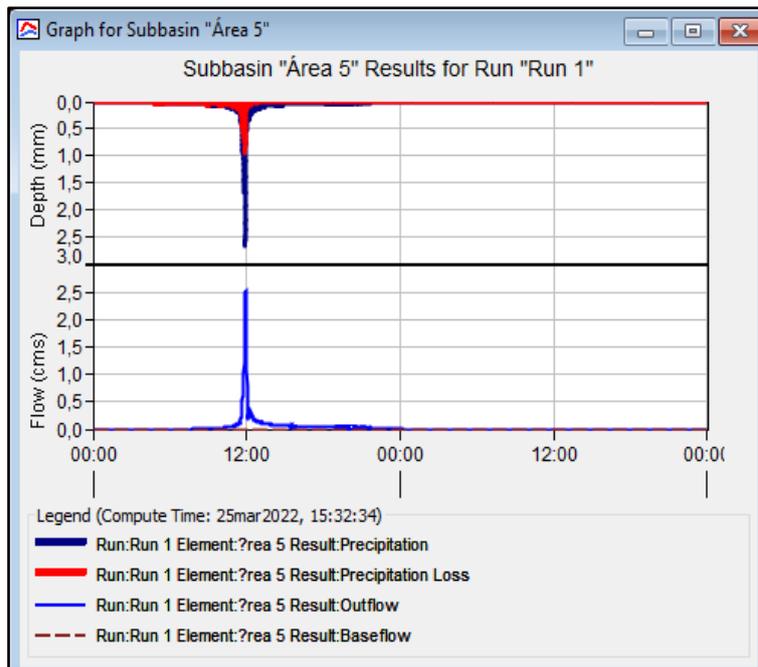


Figura 23. Hidrograma del área 5 – Hec HMS.

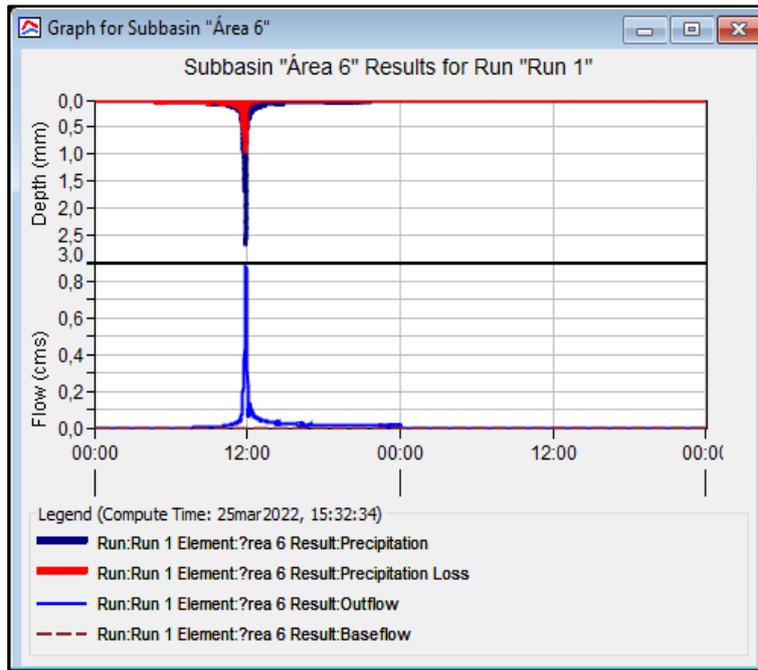


Figura 24. Hidrograma del área 6 – Hec HMS.

En las Figuras del 25 al 30 se muestran caudales obtenidos del procesamiento mediante el Software Hec HMS, como descarga pico (peak discharge) en m^3/s .

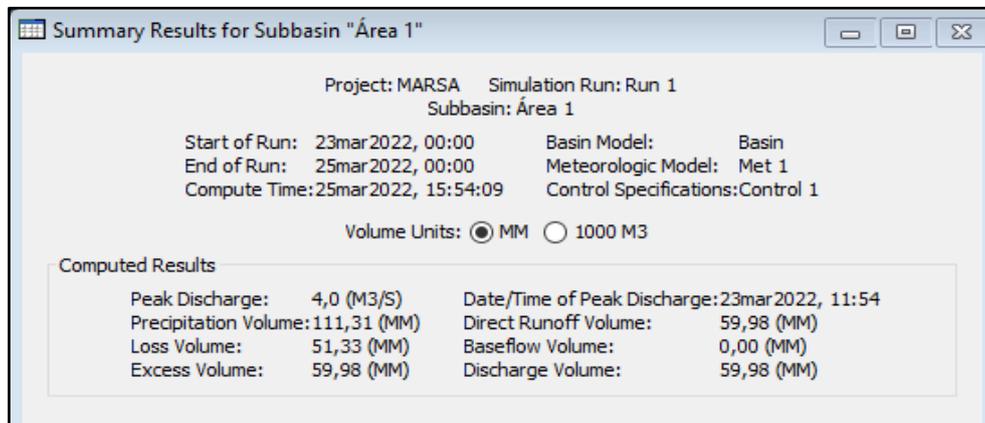


Figura 25. Caudal del área 1 – Hec HMS.

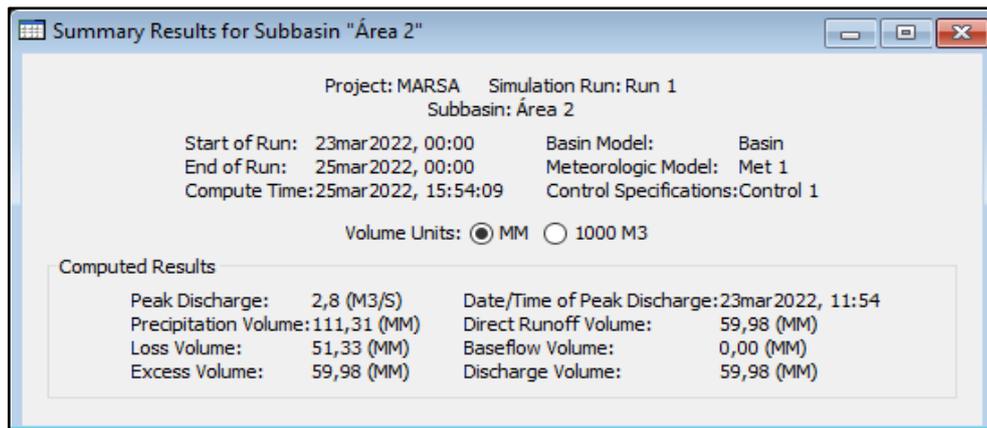


Figura 26. Caudal del área 2 – Hec HMS.

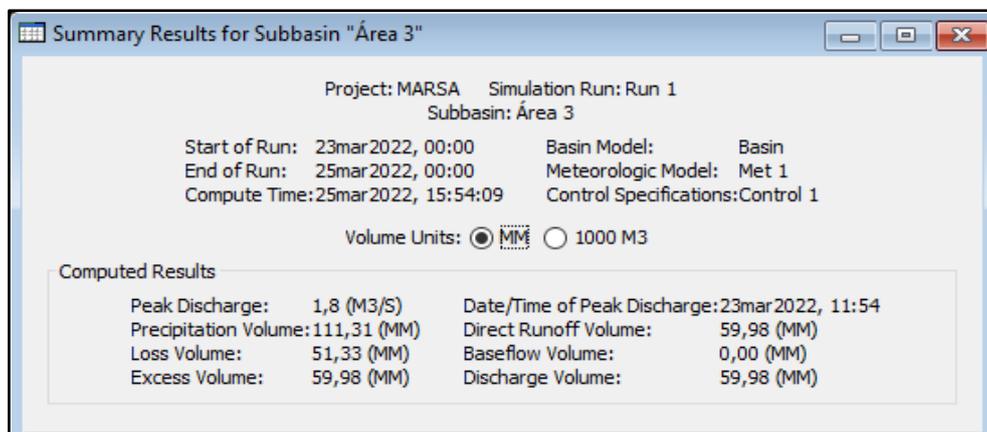


Figura 27. Caudal del área 3 – Hec HMS.

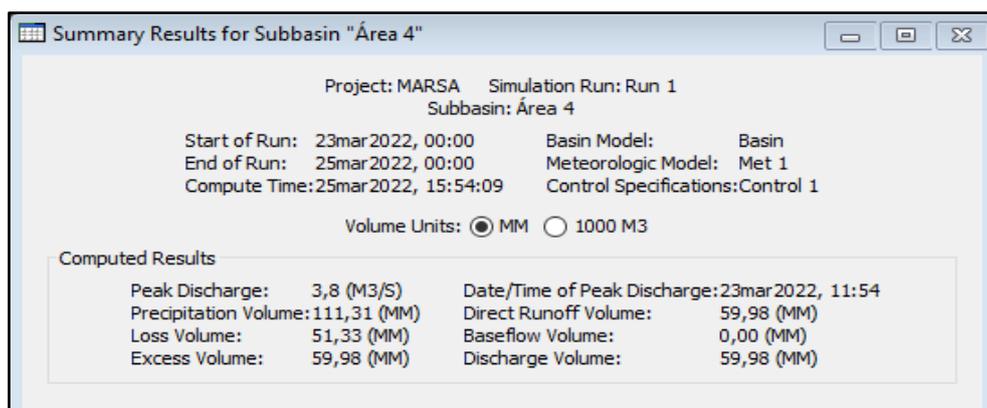


Figura 28. Caudal del área 4 – Hec HMS.

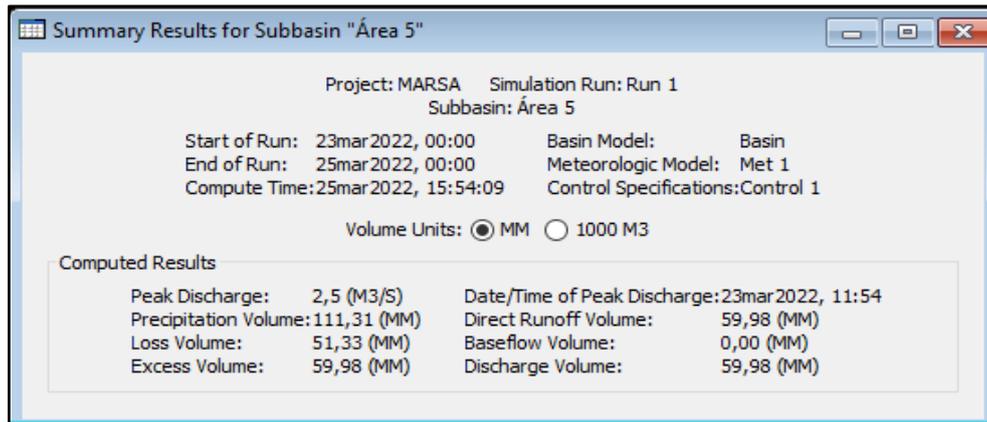


Figura 29. Caudal del área 5 – Hec HMS.

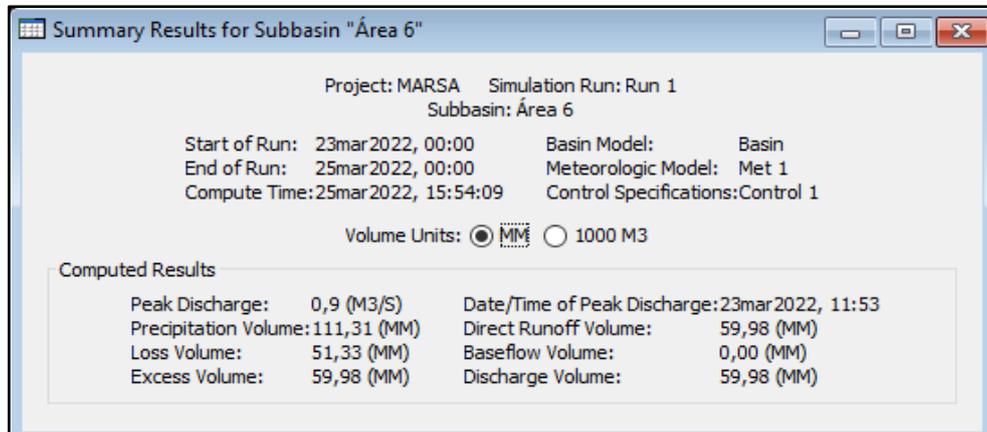


Figura 30. Caudal del área 6 – Hec HMS.

4.5. Extensión de Estructuras Hidráulicas

En la Figura 32 y en el anexo 8.3 se muestra la configuración y el trazo final del sistema de drenaje superficial. En la Tabla 14 se muestra un resumen de las longitudes y en la Tabla 15 se muestra el resumen de las pendientes de cada una.

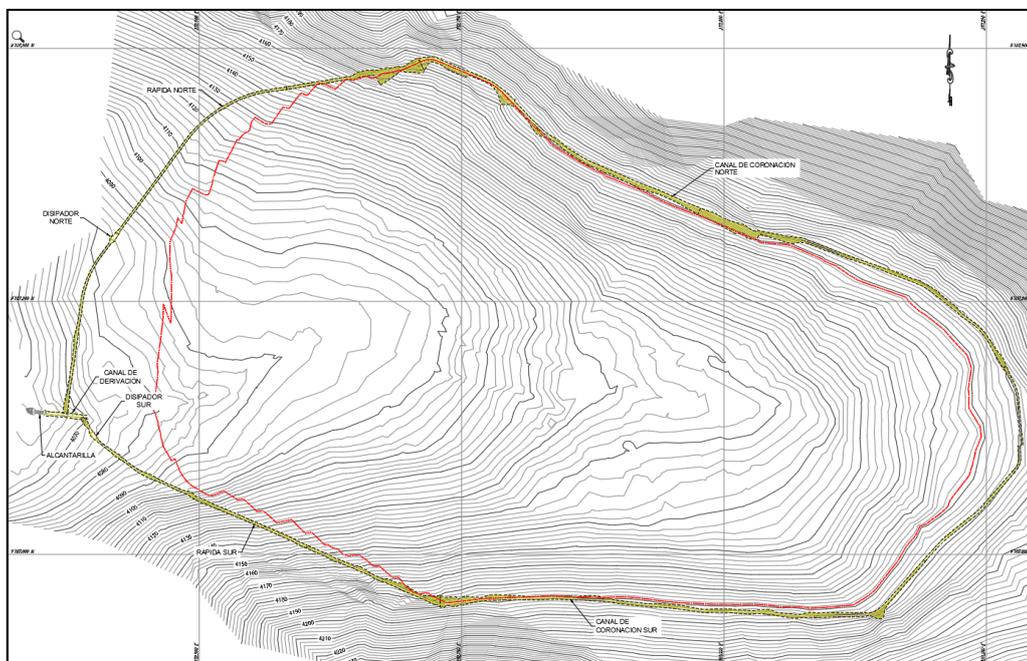


Figura 31. Disposición final de sistema de drenaje superficial.

4.5.1. Longitud

Tabla 14. Longitudes de las estructuras hidráulicas proyectadas

Sector	Estructuras hidráulicas	Tramo	Longitud (m)
Norte	Canal de coronación	1	80.00
Norte	Canal de coronación	2	340.00
Norte	Canal de coronación	3	312.00
Sur	Canal de coronación	1	150.00
Sur	Canal de coronación	2	486.00

Sector	Estructuras hidráulicas	Tramo	Longitud (m)
Norte	Rápida	1	21.22
Norte	Rápida	2	19.54
Norte	Rápida	3	310.06
Norte	Rápida	4	176.11
Sur	Rápida	1	19.52
Sur	Rápida	2	28.96
Sur	Rápida	3	315.52
Sur	Rápida	4	13.86
Norte	Disipador de energía	1	16.55
Sur	Disipador de energía	1	15.00
Oeste	Canal de derivación	1	39.13
Oeste	alcantarilla	1	11.54

Fuente: elaboración propia.

4.5.2. Pendiente

Tabla 15. *Pendientes de las estructuras hidráulicas proyectadas*

Sector	Estructuras hidráulicas	Tramo	Pendiente (m/m)
Norte	Canal de coronación	1	0.01-0.02
Norte	Canal de coronación	2	0.01-0.02

Sector	Estructuras hidráulicas	Tramo	Pendiente (m/m)
Norte	Canal de coronación	3	0.01-0.02
Sur	Canal de coronación	1	0.01-0.02
Sur	Canal de coronación	2	0.01-0.02
Norte	Rápida	1	0.594
Norte	Rápida	2	0.085
Norte	Rápida	3	0.295
Norte	Rápida	4	0.073
Sur	Rápida	1	0.534
Sur	Rápida	2	0.157
Sur	Rápida	3	0.300
Sur	Rápida	4	0.078
Norte	Disipador de energía	1	0
Sur	Disipador de energía	1	0
Oeste	Canal de derivación	1	0.211
Oeste	alcantarilla	1	0.072

Fuente: elaboración propia.

4.6. Secciones Geométricas

4.6.1. Altura, Base y Talud

En las Figuras del 32 al 39 se muestra el cálculo de las dimensiones geométricas de las rápidas y los disipadores de energía.

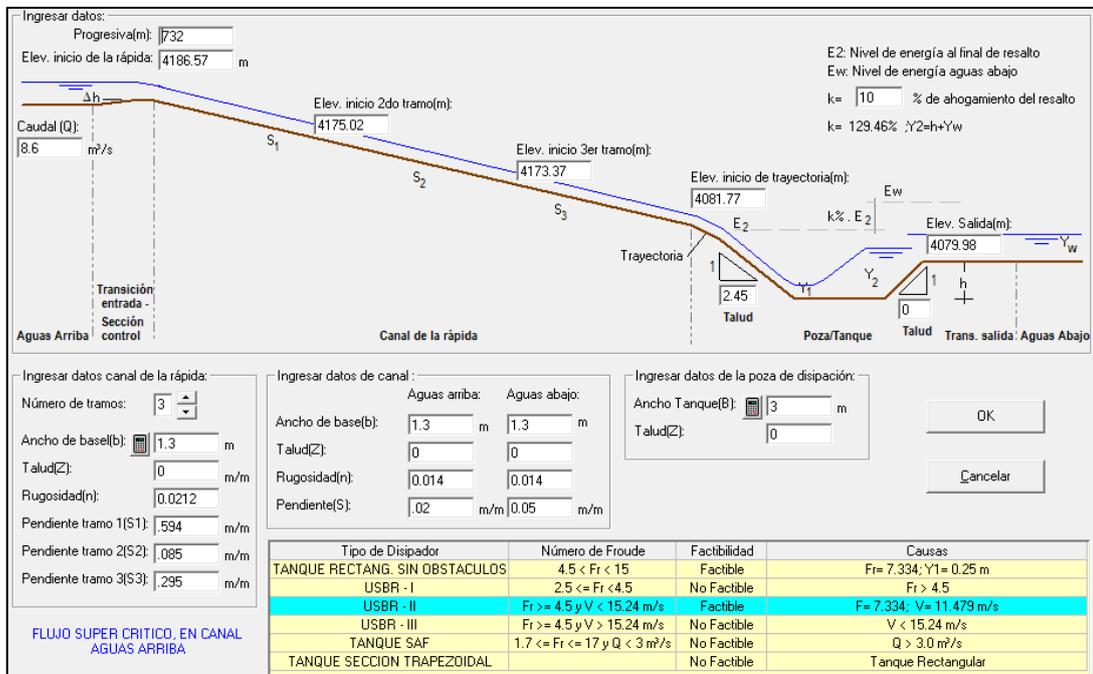


Figura 32. Software Rápidas-Rápida y disipador de energía Norte.

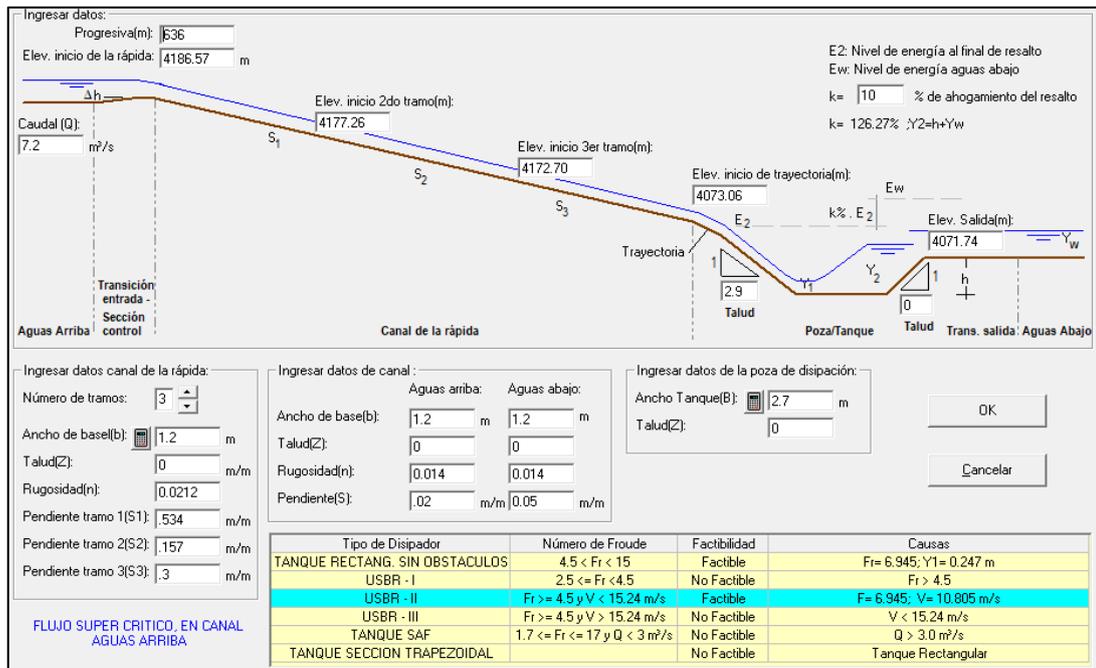


Figura 33. Software Rápidas-Rápida y disipador de energía Sur.

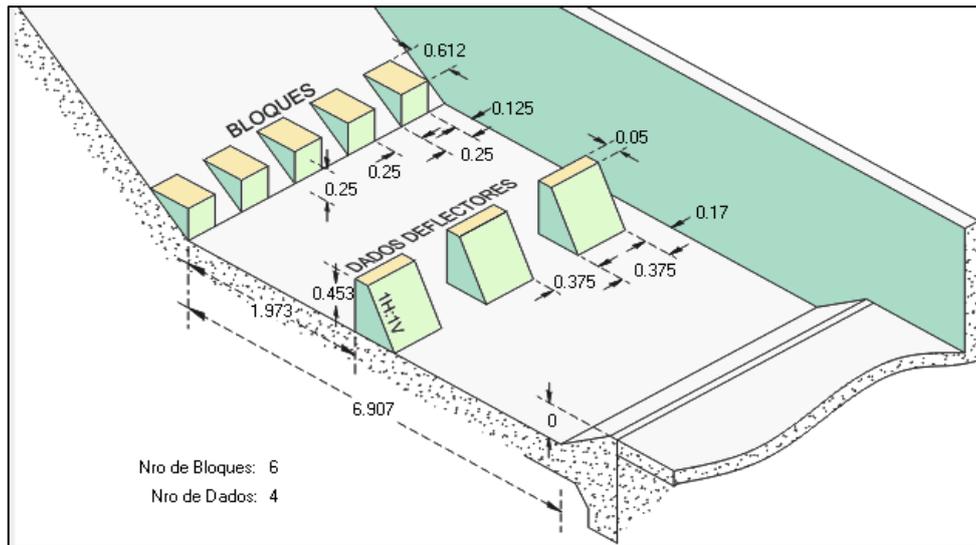


Figura 34. Bloques y dados del dissipador de energía Norte.

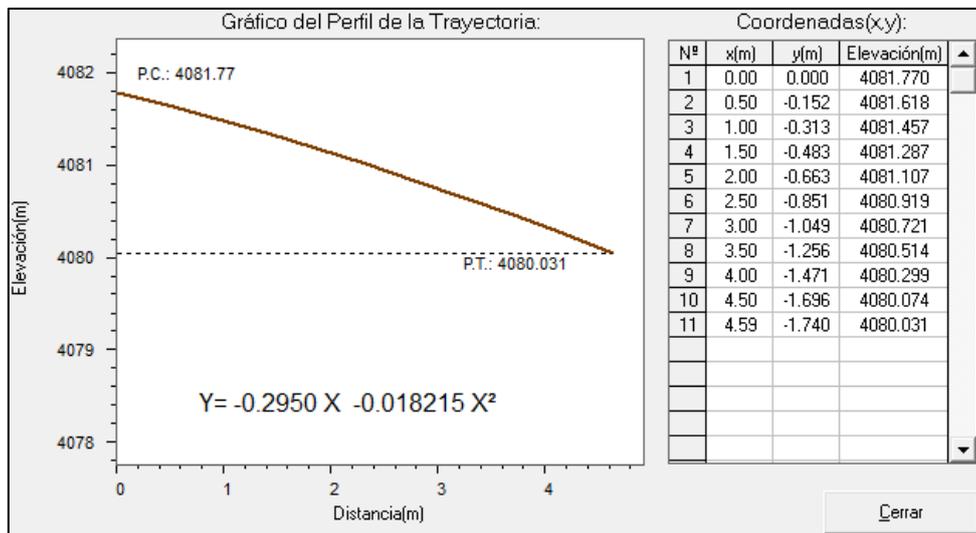


Figura 35. Ecuación de comprobación del perfil de la trayectoria Norte.

N°	CAUDAL (M3/S)	TIRANTE Y1 (M)	MOMENTUM 1 Newton/p[agua]	TIRANTE Y2 (M)	MOMENTUM 2 Newton/p[agua]	LONGITUD DE RESALTO (M)	NIVEL ENERGIA EN POZA (M)	NIVEL ENERGIA AGUAS ABAJO (M)	FUNCIONAMIENTO DE LA POZA
1	8.600	0.229	11.0530	2.593	11.0530	7.2600	4082.6350	4084.1470	OK
2	7.740	0.211	9.7140	2.433	9.7140	6.8120	4082.4700	4083.9240	OK
3	6.880	0.192	8.4320	2.269	8.4320	6.3540	4082.3010	4083.6840	OK
4	6.020	0.173	7.1630	2.094	7.1630	5.8620	4082.1200	4083.4240	OK
5	5.160	0.154	5.9100	1.904	5.9100	5.3300	4081.9250	4083.1400	OK
6	4.300	0.133	4.7500	1.709	4.7500	4.7860	4081.7250	4082.8260	OK
7	3.440	0.112	3.6090	1.492	3.6090	4.1780	4081.5020	4082.4750	OK
8	2.580	0.089	2.5530	1.258	2.5530	3.5220	4081.2620	4082.0720	OK
9	1.720	0.065	1.5530	0.983	1.5530	2.7540	4080.9810	4081.5950	OK
10	0.860	0.037	0.6810	0.655	0.6810	1.8330	4080.6450	4080.9940	OK

EL DISEÑO ES ACEPTABLE.
EL RESALTO HIDRAULICO ES CONTENIDO DENTRO DE LA POZA

Figura 36. Verificación del diseño – Dissipador de energía Norte.

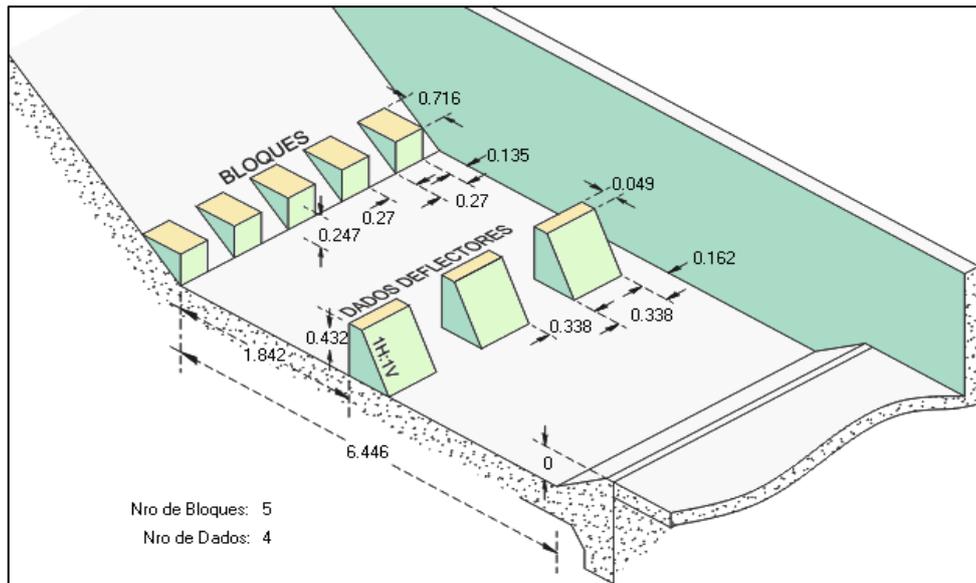


Figura 37. Bloques y dados del dissipador de energía Sur.

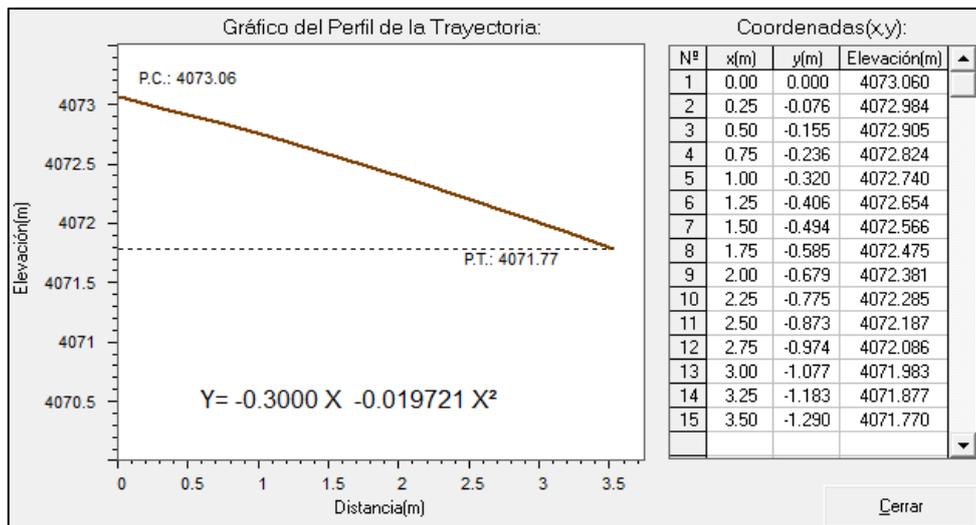


Figura 38. Ecuación de comprobación del perfil de la trayectoria Sur.

N°	CAUDAL (M3/S)	TIRANTE Y1 (M)	MOMENTUM 1 Newton/p(agua)	TIRANTE Y2 (M)	MOMENTUM 2 Newton/p(agua)	LONGITUD DE RESALTO (M)	NIVEL ENERGIA EN POZA (M)	NIVEL ENERGIA AGUAS ABAJO (M)	FUNCIONAMIENTO DE LA POZA
1	7.200	0.226	8.7290	2.422	8.7290	6.7820	4074.2240	4075.5760	OK
2	6.480	0.208	7.6800	2.274	7.6800	6.3680	4074.0710	4075.3710	OK
3	5.760	0.19	6.6410	2.117	6.6410	5.9270	4073.9090	4075.1510	OK
4	5.040	0.172	5.6160	1.948	5.6160	5.4550	4073.7350	4074.9120	OK
5	4.320	0.152	4.6670	1.779	4.6670	4.9800	4073.5600	4074.6520	OK
6	3.600	0.132	3.7300	1.592	3.7300	4.4590	4073.3680	4074.3640	OK
7	2.880	0.112	2.8130	1.384	2.8130	3.8760	4073.1550	4074.0410	OK
8	2.160	0.089	1.9900	1.167	1.9900	3.2680	4072.9310	4073.6710	OK
9	1.440	0.065	1.2100	0.913	1.2100	2.5550	4072.6700	4073.2320	OK
10	0.720	0.038	0.5170	0.599	0.5170	1.6770	4072.3490	4072.6780	OK

EL DISEÑO ES ACEPTABLE.
EL RESALTO HIDRAULICO ES CONTENIDO DENTRO DE LA POZA

Figura 39. Verificación del diseño – Dissipador de energía Sur.

En las Tablas 16 al 20 se muestra un resumen de la configuración de las secciones geométricas de las estructuras hidráulicas que conforman en sistema de drenaje superficial.

Tabla 16. Secciones geométricas de los canales de coronación

Tramo	Progresiva		Periodo de retorno (años)	Caudal de diseño (m ³ /s)	Revestimiento (m)	Pendiente de diseño (m/m)	Base de diseño (m)	Coef. De Manning	Velocidad de flujo (m/s)	Perímetro mojado (m)	Radio hidráulico (m)	Tirante normal (m)	Borde libre (m)	Altura de diseño (m)	Energía específica (m-kg/kg)	Número de Froude
	Inicio	Final														
Canal de coronación Norte																
1	0+000.00	0+080.00	100	1.80	0.20	0.01-0.02	0.80	0.014	3.869	1.963	0.237	0.582	0.20	0.80	1.344	1.620
2	0+080.00	0+420.00	100	4.60	0.20	0.01-0.02	1.00	0.014	4.808	2.913	0.328	0.957	0.20	1.20	2.135	1.570
3	0+420.00	0+732.00	100	8.60	0.20	0.01-0.02	1.30	0.014	5.648	3.643	0.418	1.171	0.20	1.40	2.797	1.666
Canal de coronación Sur																
1	0+000.00	0+150.00	100	3.80	0.20	0.01-0.02	1.00	0.014	4.633	2.640	0.311	0.820	0.20	1.10	1.914	1.633
2	0+150.00	0+636.00	100	6.30	0.20	0.01-0.02	1.20	0.014	5.252	3.199	0.375	1.000	0.20	1.20	2.405	1.677

Fuente: elaboración propia.

Tabla 17. Secciones geométricas de las rápidas

Tramo	Progresiva		Periodo de retorno (años)	Caudal de diseño (m ³ /s)	Revestimiento (m)	Pendiente de diseño (estimado) (m/m)	Base de diseño (m)	Coef. De Manning	Tirante normal de entrada (m)	Tirante crítico de entrada (m)	Tirante en inicio de trayectoria (m)	Velocidad en inicio (m/s)	Tirante resalto final (m)	Borde libre (m)	Altura de diseño (m)	Número de Froude
	Inicio	Final														
1	0+732.00	0+753.22	100	8.60	0.20	0.594	1.30	0.0212	1.171	1.646	-	-	-	0.35	2.10	
2	0+753.22	0+772.76	100	8.60	0.20	0.085	1.30	0.0212	-	-	-	-	-	0.20	2.10	7.334
3	0+772.76	1+082.82	100	8.60	0.20	0.295	1.30	0.0212	-	-	0.580	11.406	0.250	0.20	2.1- 1.5	
4	1+099.37	1+275.48	100	8.60	0.20	0.073	1.30	0.0212	0.816	-	-	-	-	0.58	1.40	2.201
1	0+636.00	0+655.52	100	7.20	0.20	0.534	1.20	0.0212	1.113	1.542	-	-	-	0.35	2.00	
2	0+655.52	0+684.48	100	7.20	0.20	0.157	1.20	0.0212	-	-	-	-	-	0.20	2.00	6.945
3	0+684.48	1+000.00	100	7.20	0.20	0.300	1.20	0.0212	-	-	0.547	10.977	0.247	0.20	2.0- 1.3	
4	1+015.00	1+028.86	100	7.20	0.20	0.078	1.20	0.0212	0.774	-	-	-	-	0.43	1.20	2.244

Fuente: elaboración propia.

Tabla 18. Secciones geométricas de los disipadores de energía

Tramo	Progresiva		Caudal de diseño (m ³ /s)	Coef. De Manning	Tirante conjugado inicial (m)	Tirante conjugado final (m)	Ángulo de deflexión de transición (°)	Longitud de transición de entrada (m)	Pendiente de transición de ingreso H:1V	Número de dientes deflectores Und	Base de estanque (m)	Longitud de estanque (m)	Número de dados amortiguadores Und	Distancia de trayectoria a dados (m)	Altura de diseño (m)	Pendiente de transición de salida H:1V	Longitud de transición de salida (m)
	Inicio	Final															
Norte	1+082.82	1+099.37	8.60	0.0212	0.250	2.467	12.5 0	4.7 0	2.45	6	3.0 0	8.0 0	4	2.00	2.7 5	0.05	3.85
Sur	1+000.00	1+015.00	7.20	0.0212	0.247	2.302	12.5 0	3.6 0	2.90	5	2.7 0	8.0 0	4	1.85	2.6 0	0.05	3.40

Fuente: elaboración propia.

Tabla 19. Sección geométrica del canal de derivación

Tramo	Progresiva	Periodo de retorno	Caudal de diseño	Espesor de revestimiento	Pendiente de diseño	Base de diseño	Coef. De Manning	Velocidad de flujo	Perímetro mojado	Radio hidráulico	Tirante normal	Espejo de agua	Borde libre	Altura de diseño	Energía específica	Número de Froude	
																	Inicio
1	0+000.00	0+039.13	100	15.80	0.20	0.211	2.0 0	0.03 5	8.17	3.9 3	0.4 9	0.9 7	2.0 0	0.3 0	1.3 0	4.370	2.65 0

Fuente: elaboración propia.

Tabla 20. Sección geométrica de la alcantarilla

Tramo	Progresiva		Periodo de retorno (años)	Caudal de diseño (m ³ /s)	Número de ojos (m)	Pendiente de diseño (m/m)	Diámetro de diseño (m)	Coef. De Manning	Velocidad de flujo (m/s)	Perímetro mojado (m)	Radio hidráulico (m)	Tirante normal (m)	Espejo de agua (m)	Borde libre (m)	Altura de diseño (m)	Energía específica (m- kg/kg)	Número de Froude
	Inicio	Final															
1	0+039.13	0+050.67	100	15.80	2.00	0.072	1.50	0.031	5.13	3.37	0.46	1.22	1.17	0.30	1.50	2.56	1.43

Fuente: elaboración propia.

En las Figuras del 40 al 43 se muestran algunas de las secciones típicas de las estructuras hidráulicas que conforman el sistema de drenaje superficial propuesto.

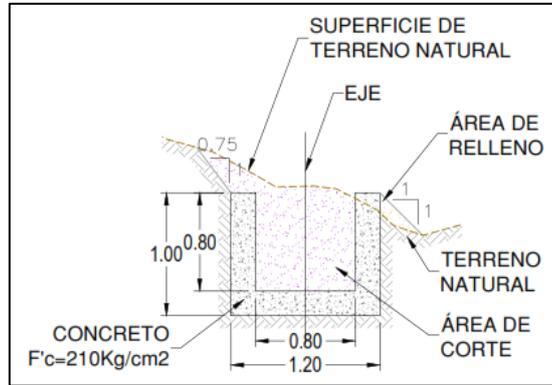


Figura 40. Canal de coronación.

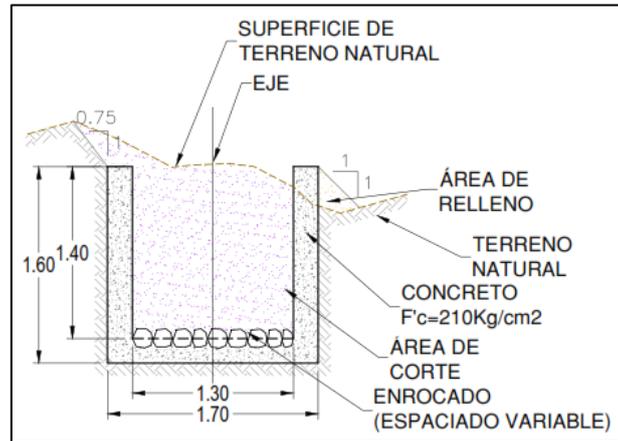


Figura 41. Rápida.

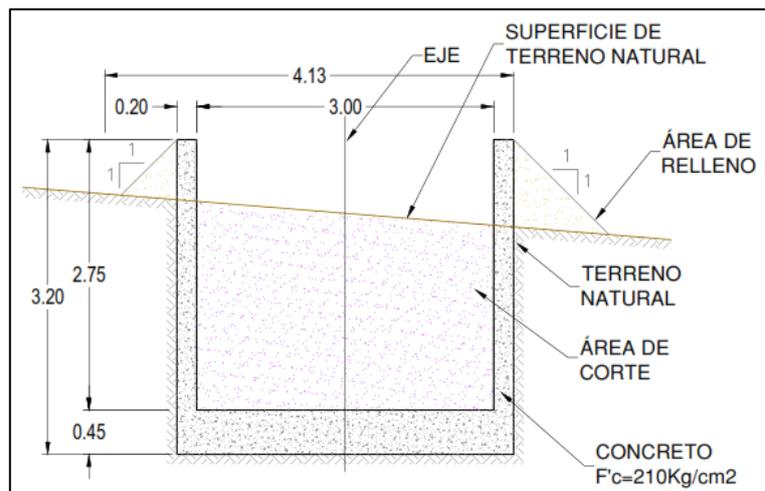


Figura 42. Disipador de energía.

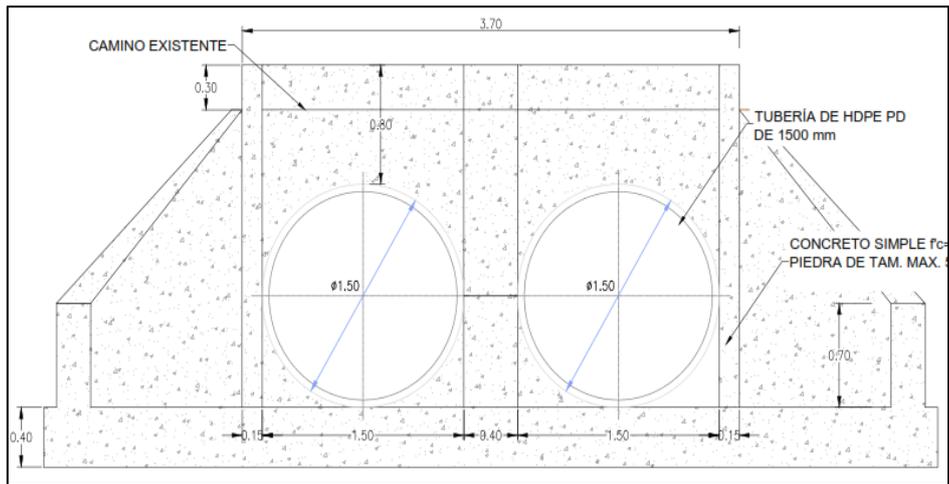


Figura 43. Alcantarilla Oeste.

En la Figura 44 se muestra Configuración final del sistema de drenaje superficial sobre el depósito de desmontes de mina proyectado - vista de noroeste a sureste.

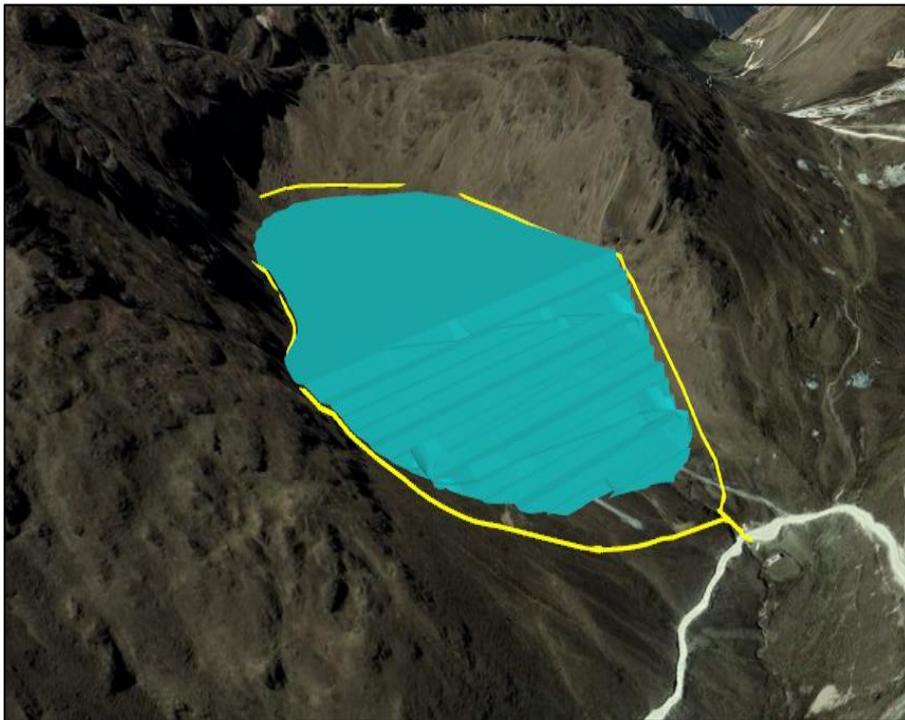


Figura 44. Configuración final del sistema de drenaje superficial.

V. DISCUSIÓN

- El caudal y *diseño* del sistema de drenaje superficial para la protección de un depósito de desmontes de mina en el departamento de La Libertad se desarrolló mediante los lineamientos metodológicos establecidos por el Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos (1972) y el Manual de Criterios de Diseño de Obras Hidráulicas para la Formulación de Proyectos Hidráulicos Multisectoriales y de Afianzamiento Hídrico (ANA, 2010), determinándose un caudal total de 15.80 m³/s y realizando el diseño el sistema de drenaje superficial conformado por canales de coronación, rápidas, disipadores de energía, canal de derivación y alcantarilla, de este modo se dio respuesta al planteamiento del problema y se validó la hipótesis general.

- Los resultados fueron desarrollados de acuerdo a las dimensiones descritas en las Matriz de operacionalización de variables, para la dimensión **Intensidad máxima de precipitación** los valores de precipitación se presentan en la Figura 17, donde se muestra que, en el año 2003 se registró la precipitación máxima de 110.8 mm, asimismo en la Tabla 11 se presentan los periodos de retorno, para el desarrollo de la investigación se hizo uso de la precipitación 111.31 mm correspondiente a 100 años de periodo de retorno que según La Guía para la Elaboración de Planes de Cierre de Minas es el tiempo estimado del ciclo de vida de una mina. Para la dimensión **Topografía** se presenta un perfil longitudinal en la Figura 18 con valores máximos, mínimos y promedio de elevación, donde se muestra que el valor mínimo es 4054 msnm, el valor máximo es 4362 msnm y el valor promedio es 4177 msnm, además en la Tabla 12 se muestran las coordenadas topográficas del área de investigación, según las norma para el manejo de la información geográfica de la Guía de Normas del Instituto Panamericano de Geografía e Historia, las coordenadas que conforman la superficie topográfica pertenecen al sistema de proyección UTM y de coordenadas WGS84, determinándose que el área de investigación es de 675,460.84 m² y tiene una pendiente media de 55%. Para la dimensión **Flujo superficial** en la Tabla 13 se muestra la descarga pico de las 6 subdivisiones de la microcuenca en investigación, determinándose caudales de entre 0.9 a 4.0 m³/s, en las Figuras del 20 al 25 se muestran los hidrogramas de caudales, en las Figuras del 26 al 31 se

muestran los caudales en m^3/s , estos valores han sido estimados según los lineamientos metodológicos establecidos por el Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos (1972). Para la dimensión **Extensión de estructuras hidráulicas** en la Figura 32 se muestra la configuración final del sistema de drenaje superficial, en la Tabla 14 se muestra el detalle de las longitudes de las estructuras hidráulicas, donde se muestra que los canales de coronación norte suman 732 m, los canales de coronación sur suman 636m, las rápidas norte miden 526.93 m, las rápidas sur miden 377.86 m, el dissipador de energía norte mide 16.55 m, el dissipador de energía sur mide 15 m, el canal de derivación oeste mide 39.13 y la alcantarilla mide 11.54m, además en la Tabla 15 se muestran las pendientes de cada estructura hidráulica. Para la dimensión **Secciones geométricas** se muestra en las Figuras del 33 al 39 los datos de ingreso y resultados según el software Hcanales V3.0, en las figuras del 40 al 47 se muestra los datos de ingreso, características del dissipador, ecuación de la trayectoria ya la verificación de diseño, mediante el uso del software Rápidas V1, en la Tabla 16 donde se encuentran los valores de las secciones geométricas de los canales de coronación, en la Tabla 17 se encuentran los valores de las secciones geométricas de las rápidas, en la Tabla 18 se encuentran los valores de las secciones geométricas de los dissipadores de energía, en la Tabla 19 se encuentran los valores de las secciones geométricas del canal de derivación y en la Tabla 20 se encuentran los valores de las secciones geométricas de la alcantarilla, esta dimensión fue desarrollada según el Manual de Criterios de Diseño de Obras Hidráulicas para la Formulación de Proyectos Hidráulicos Multisectoriales y de Afianzamiento Hídrico (ANA, 2010).

- En la investigación desarrollada por Mamani (2019) se hizo la proyección de periodos de retorno para 2, 5, 10, 20, 25, 100, 200, 500 y 1000 años con las precipitaciones de 13.08, 15.03, 16.51, 18.0, 19.96, 21.45, 22.95, 24.1 y 24.49 mm respectivamente, mientras que en el desarrollo la presente investigación se registró proyecciones para periodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50, 100, 200, 500 con las precipitaciones de 11.39, 38.14, 55.85, 78.23, 94.83, 111.31, 127.73 y 149.39 respectivamente, verificando que en la proyección para 100 años se tiene valores de 21.45 y 111.31 mm, la diferencia principalmente radica en que las dos estaciones meteorológicas usadas para el procesamiento tienen una diferencia de alturas de 290 m, encontrándose en distintos pisos altitudinales (Llally ubicado en

Jalca con clima frío y San Andrés en Suni con clima templado-frío), por otra parte el análisis estadístico de los datos fue mediante la distribución Pearson III en el caso de la estación Llally y el método de Gumbel en el caso de la estación San Andrés, siendo estas dos las razones por las que se encuentran valores tan diferentes para el mismo periodo de retorno (100 años).

- Vilca (2019) hizo el cálculo del caudal para la etapa de diseño de las estructuras hidráulicas mediante el promedio de los métodos de Creager, H.U. Triangular y Onda Cinemática, determinando el valor de 3.49 m³/s para un área de 2.41 km², para el caso de la presente investigación se determinó que el caudal de diseño es de 15.8 m³/s para un área de 0.68 km² y fue estimando mediante la metodología del hidrograma unitario desarrollado por el Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos (1972), Vilca (2019) hizo uso de un parámetro hidrológico denominado número de curva que determina algunas características físicas del área, estableció según la tabla de asignación que a esa zona correspondía la categoría 86, pero de acuerdo a las condiciones topográficas y evidencias fotográficas que presenta dentro de su investigación el tipo de suelo correspondería al grupo hidrológico A o B con una pendiente menor al 3%, en este caso sería más coherente que este parámetro se encuentre entre 46 y 67, en el caso de la presente investigación que corresponde a un tipo de suelo C y pendiente menor al 3% el parámetro de número de curva fue 80.

- Acuña (2020), en su investigación indica que la estabilización hidrológica de la desmontera requiere de un sistema de drenaje superficial conformado por las estructuras hidráulicas canales y cunetas, mientras que en la presente investigación se determinó que las estructuras hidráulicas son canales, rápidas, disipadores de energía y alcantarillas, la diferencia radica principalmente en que los depósitos a resguardar son pequeños (0.54 ha) y el área tiene pendientes suaves que no amerita estructuras de control de energía o algunas para salvar diferencias de pendiente alta, en contraste con la presente investigación en la cual el área de abarca el depósito es considerable (67.55 ha) y con pendiente accidentada que requiere estructuras de control de energía y algunas para salvar la gran diferencia de pendientes.

- Cristóbal (2017), consideró para la determinación de las máximas avenidas para el diseño de canales y cunetas el uso del software Hec HMS, en el desarrollo de la presente investigación también se hizo uso de este, en ambos casos determinamos que el tipo de tormentas sintéticas de análisis era el Tipo II que corresponde a lluvias orográficas de hasta 6 horas de duración, debido a que hay similitud de las características fisiográficas de las áreas de investigación, además para el diseño de la infraestructura hidráulica se hizo una proyección con periodo de retorno de 100 años para la etapa de operación y se tomó como referencia La Guía para la Elaboración de Planes de Cierre de Minas en ambas investigaciones.

- Honorio (2021), hizo la proyección de periodos de retorno para 2, 5, 10, 25, 50, 100, 200, 500 y 1000 años con las precipitaciones de 53.7, 65.2, 72.1, 80.4, 86.2, 91.8, 97.2, 104.2 y 109.5 mm respectivamente, mientras que en el desarrollo la presente investigación se registró proyecciones para periodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50, 100, 200, 500 con las precipitaciones de 11.39, 38.14, 55.85, 78.23, 94.83, 111.31, 127.73 y 149.39 respectivamente, verificando que en la proyección para 100 años se tiene valores muy similares de 91.8 y 111.31 mm, debido a que las áreas de investigación se ubican en el mismo piso altitudinal (Suni con clima templado-frío), por otra parte en ambas investigaciones se concluye la importancia de conocer el comportamiento hidrológico del área y la influencia de los procesos de erosión de la escorrentía superficial en la estabilidad de los componentes mineros.

- Alcalá (2017), hizo la proyección de periodos de retorno para 2, 5, 10, 20, 25, 50, 75, 100, 150, 200, 500 y 1000 años con las precipitaciones de 47.8, 66.4, 76.9, 85.9, 88.6, 96.4, 101, 104, 108, 111, 119 y 125 mm respectivamente, mientras que en el desarrollo la presente investigación se registró proyecciones para periodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50, 100, 200, 500 con las precipitaciones de 11.39, 38.14, 55.85, 78.23, 94.83, 111.31, 127.73 y 149.39 respectivamente, en la investigación de Alcalá (2017) se hizo uso del periodo de retorno de 500 años con una precipitación igual a 119, mientras que en esta investigación se hizo uso de la proyección para 100 años con 111.31 mm de precipitación, esencialmente la diferencia entre el uso de uno y otro periodo de retorno corresponde al enfoque para el cual es realizada la investigación, el diseño con un periodo de retorno de

500 años es utilizado para etapas de cierre de mina y el periodo de retorno de 100 años es utilizado para etapas de operación en una mina, todo esto según la normativa vigente que viene regulada por la Ley 28090 “Ley que Regula el Cierre de Minas” y su reglamento “Reglamento para el cierre de Minas” aprobado por DS 033-2005 EM, mediante La Guía para la Elaboración de Planes de Cierre de Minas, que es un Instrumento de Gestión Ambiental de la Dirección General de Asuntos Ambientales y Mineros (DGAAM).

- Rojas (2018), en su investigación demuestra que luego de un análisis de 32 estaciones meteorológicas administradas por el SENAMHI, la información de precipitación de todas es insuficiente (20 años o menos de registro), para realizar un estudio hidrológico y los datos provenientes de estos estudio para diseño no serían confiables, en el desarrollo de esta investigación se hizo uso de información meteorológica con 18 años de registro, sin embargo en la investigación de rojas (2018) no se hace uso de la bibliografía referente a completamiento y extensión de datos históricos mediante la correlación múltiple cruzada entre las estaciones consistentes para encontrar el coeficiente de correlación más adecuado y así llenar lograr una extensión de la data acorde a los requerimientos.

- Castillo (2017), en su investigación calculó que el tiempo de concentración en 3 zonas de análisis era de 1.63 h, 0.64 h y 0.57 h, mientras que en esta investigación se hizo el cálculo del tiempo para 6 zonas de análisis encontrándose valores de 1.63 h, 1.47 h, 1.98 h, 2.38 h, 1.47 h y 0.83h, evidenciando que las características topográficas de ambas investigaciones son similares, es decir la relación entre la longitud del cauce principal de la cuenca y la pendiente del cauce principal de la cuenca tienen una configuración fisiográfica semejante para la mayoría de las zonas de análisis.

- Durante el desarrollo de la presente investigación se tuvo como limitante no poder realizar viajes al área de investigación, debido a que la minera donde está ubicada dicha área maneja protocolos sanitarios muy altos respecto al Covid-2019, asimismo el software Rápidas V1.0 usado para determinar las dimensiones de las rápidas y disipadores de energía requirió una investigación profunda para entender su manejo, de igual manera el software Hec HMS usado para el cálculo del caudal, necesitó de conocimiento especial en temas hidrológicos y conceptuales más

profundos, además la bibliografía encontrada para este software está disponible en el idioma Inglés, finalmente el desarrollo de la investigación tuvo como aporte conocer que el caudal para lograr el diseño del sistema de drenaje superficial era de 15.80 m³/s, mediante el análisis topográfico, hidrológico y el uso de información bibliográfica se pudo establecer las etapas que se deben cumplir para lograr este fin, aportando también conocimiento para el desarrollo en temas de diseño de sistemas de protección hidráulica.

- Mediante el cálculo del caudal se pudo desarrollar un sistema de drenaje compuesto por estructuras hidráulicas de colección (canales de coronación norte y sur), estructuras de derivación (rápidas norte, sur y canal oeste), obras de control de energía (disipadores de energía norte y sur), estructuras de paso (alcantarilla), demostrando que un sistema de drenaje es eficiente cuando se diseña de acuerdo a las necesidades y oportunidades que se presentan, además los sistemas de drenaje se adapta a las condiciones existentes y no siempre tendrán la misma configuración, pero si la misma tarea de reducir los problemas generados por la escorrentía superficial no controlada.

- Finalmente, de los antecedentes se concluyó de Mamani (2019) que, la diferencia de valores de precipitación registrados en estaciones meteorológicas está muy influenciado por la altitud a la que se encuentran ubicadas, además el análisis estadístico realizado con metodologías distintas para los mismos datos históricos de precipitación resulta con valores ligeramente diferentes. Se concluyó de Vilca (2019) que, una mala categorización del número de curva que corresponde a un área de acuerdo a sus características topográficas y físicas podría llevar a sobreestimar o subestimar el comportamiento hidrológico, haciendo que un sistema de drenaje no sea óptimo desde el punto de vista económico u operativo. Se concluyó de Acuña (2020) que, para lograr un sistema de drenaje superficial no es necesaria la construcción de todas las estructuras hidráulicas conocidas, sino de la conceptualización de las necesidades de control de escorrentía superficial, además de la importancia de desarrollar un diseño con el caudal correcto y estructuras funcionales que permitan una operatividad continua y mantenimiento periódico. De Cristóbal (2017) se concluyó que, el diseño hidráulico depende del tiempo de vida del sistema de drenaje, para usar los datos de precipitación correctos, se debe

establecer mediante la normativa vigente cual es el tiempo que se espera esté en funcionamiento, además se pone en evidencia la necesidad de desarrollar estudios hidrológicos mediante desarrollo de programas computacionales dejando atrás los métodos convencionales y simplificados expuestos a errores de percepción o cálculo. De Honorio (2021) se concluyó que, los valores de precipitación para zonas ubicadas en un mismo piso altitudinal no deben mostrar valores muy distintos, en el caso de esa investigación para un periodo de retorno de 100 años se determinó una precipitación de 91.8 mm y en la presente investigación un valor de 111.31 mm, debido a que ambas estaciones de registro se encuentran ubicadas en el piso altitudinal Suni que tiene clima templado-frío y con similar comportamiento hidrológico, se verifica que los valores son tiene mucha variación. De Alcalá (2017) se concluyó que, en su investigación se hace un diseño para la etapa de cierre de mina la cual tiene como requisito fundamental que todos los diseños sean realizados para proyecciones de periodos de retorno de 500 años según la normativa vigente y en el caso de la presente investigación se ha realizado el diseño para un periodo de retorno de 100 años que corresponde al tiempo de vida de una mina, evidenciando nuevamente la necesidad de conocer el tiempo de vida de un sistema de drenaje como parte inicial de la etapa de diseño. De Rojas (2018) se concluyó que, para el uso de registro histórico de precipitaciones es necesario cumplir con el mínimo requerido es decir de 25 años a más, si fuera el caso de no contar con esta información se deberá recurrir al completamiento y extensión de datos históricos mediante la correlación múltiple cruzada entre las estaciones consistentes para encontrar el coeficiente de correlación más adecuado y así llenar lograr una extensión de la data acorde a los requerimientos. De Castillo (2017) se concluyó que, el análisis de los tiempos de concentración de áreas de investigación está relacionado a la longitud del cauce principal de la cuenca y la pendiente del cauce principal de la cuenca, es decir que para áreas con topografía y condiciones fisiográficas similares los valores de tiempos de concentración no deberían de ser muy dispares.

VI. CONCLUSIONES

- Se determinó que el caudal para el desarrollo de la presente investigación fue de $15.80 \text{ m}^3/\text{s}$ y que el diseño del sistema de drenaje superficial fue constituido por estructuras hidráulicas como canales, rápidas, disipadores de energía y alcantarilla, de esta forma se logró la protección del depósito de desmontes de mina.

- Se elaboró un registro de la intensidad máxima de precipitación a partir de la información meteorológica existente de precipitación máxima mensual en 24h, donde se pudo observar que sus rangos máximos van de 4.4 mm a 145.8 mm y mínimos de 0.6 mm a 2.6 mm, el valor de precipitación máxima es de 110.8 mm, la frecuencia de ocurrencia de precipitación fue desarrollada para periodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50, 100, 200 y 500 años, mediante la distribución Gumbel, los valores obtenidos fueron igual a 11.39, 38.14, 55.85, 78.23, 94.83, 111.31, 127.73 y 149.39 mm respectivamente, según la normativa vigente se estableció 100 años como el ciclo de vida de una mina y se usó el valor de 111.31 mm de precipitación para calcular el caudal de diseño, además las variables meteorológicas muestran que la temperatura promedio es de $11.3 \text{ }^\circ\text{C}$, la humedad relativa promedio es de 74.7 %, la dirección del viento es de tendencia hacia el Norte y la evapotranspiración media total anual es de 768.50 mm.

- Se elaboró la topografía del área de investigación mediante el registro de las coordenadas y elevaciones de los puntos topográficos que pertenecen al sistema de proyección universal transversal de Mercator (UTM) y al sistema geodésico de coordenadas mundial 1984 (WGS84), determinándose que la ubicación del área de estudio corresponde a la zona 18 Sur, posteriormente se elaboró un plano topográfico mediante 1303 puntos topográficos, representado mediante curvas de nivel a cada 1 metro usando el software AutoCAD Civil 3D para su representación tridimensional determinando que el área de investigación proyectada sobre una superficie bidimensional es de $675,460.84 \text{ m}^2$, además la elevación menor fue de 4054 msnm y la mayor de 4362 en el área de investigación, la conformación del sistema de drenaje superficial contempló la instalación de 2 estructuras de colección de escorrentía en zonas de pendiente moderada, 2 estructuras de conducción en zonas de pendiente fuerte, 2 estructuras de disipación

de energía, 1 estructura de derivación y una alcantarilla, asimismo el área donde se desarrolló la presente investigación está conformada por el Complejo metamórfico-fillita, esquistos.

- Se calculó el flujo superficial, según la demarcación hidrográfica de la microcuenca, esta corresponde a la Unidad Hidrogeológica del Alto Maraón (Nivel 4) y según la caracterización de la microcuenca, esta es de tipo exorreica – abierta; para calcular el caudal y realizar el desarrollo del sistema de drenaje superficial eficiente se subdividió la microcuenca en 6 partes, cada una de ellas con características hidrográficas diferentes y mediante estas nuevas condiciones se realizó el procesamiento de los datos con el software Hec HMS obteniéndose caudales para cada una de las partes encontrándose valores de descarga pico de 0.9 hasta 4.0 m³/s y un flujo superficial de 15.80 m³/s..

- Se realizó un diseño del sistema de drenaje superficial que evita el contacto del agua con componentes, instalaciones auxiliares, temporales, o complementarias mediante la colección, derivación y contención de la escorrentía superficial, determinándose las longitudes de las estructuras hidráulicas usando verificación topográfica, trazo preliminares y aspectos geométricos encontrándose que el canal de coronación Norte será de 732 m, el canal de coronación Sur de 636 m, la rápida Norte de 526.93 m, la rápida Sur de 377.86 m, el dissipador de energía Norte de 16.55 m, el dissipador de energía Sur de 15.00 m, el canal de derivación 39.13 m y la alcantarilla de ojo doble de 11.54 m, además se definieron los tipos de estructuras hidráulicas que se necesitaron para la conformación del sistema de drenaje superficial mediante la influencia de la pendiente media de cada zona, el sector Norte se compone por 1 canal de coronación de 0.01 a 0.02 m/m, 1 rápida desde 0.085 hasta 0.594 m/m y 1 dissipador de energía, el sector Sur se compone por 1 canal de coronación de 0.01 a 0.02 m/m, 1 rápida desde 0.078 hasta 0.534 m/m y 1 dissipador de energía, mientras que el sector Oeste se compone por 1 canal de derivación de 0.211 m/m y 1 alcantarilla de 0.072 m/m.

- Se determinaron las alturas, bases y taludes de las estructuras hidráulicas que se requieren para la conformación del sistema de drenaje superficial, mediante el uso del software Hcanales V3.0 se calculó que las secciones geométricas del canal de coronación norte tendría bases de 0.80 m, 1.00 m, 1.30 m y alturas de

0.80 m, 1.20 m 1.40 m respectivamente, el canal de coronación sur bases de 1.00 m, 1.20 m y alturas de 1.10m, 1.20 m respectivamente , el canal de derivación base de 2.00 m y altura de 1.30 m, la alcantarilla un radio de 1.50 m; mediante el software Rápidas V1.0 se calculó que las secciones geométricas de la rápida norte tendría base de 1.30 m y alturas de 2.10 m, 1.50 m, 1.40m, la rápida sur base de 1.20 m y alturas de 2.00 m, 1.30 m, 1.30 m y los disipadores de energía bases de 3.00 m, 2.70 m y alturas de 2.75 m, 2.60 m respectivamente.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda al Gobierno Regional de La Libertad que verifique toda área destinada a la explotación minera, haciendo énfasis en la inspección de sistemas de control de agua superficiales, desde la etapa de la planificación, en el desarrollado de estudios para el diseño, durante la etapa de operación y posteriormente en el cierre de la mina, previniendo de esta manera cualquier impacto negativo que pueda afectar de manera social, económica y ambiental al entorno.

- Se recomienda a los Gobierno Distrital de zonas de explotación minera, estar vigilantes a las áreas donde se desarrollan las actividades mineras para realizar demandas justificadas al presenciar que no se están dando las garantías suficientes para salvaguardar su integridad humana, social, económica y ambiental, poniendo en alerta a la entidad encargada de la evaluación y fiscalización ambiental (OEFA) y al Ministerio de Energía y Minas (MEM) por el incumplimiento de las normativas vigentes.

- Se recomienda a todas las empresas dedicadas al beneficio a partir de la explotación de los recursos naturales a cumplir con las obligaciones contractuales vigentes establecidas por el organismo central y rector del sector de energía y minas, mediante políticas de desarrollo sostenible dentro de las actividades mineras que ayudarán a promover un desarrollo integral en armonía con el medio ambiente.

- Se recomienda a los ingenieros civiles realizar estudios confiables y a gran detalle antes de realizar proyecciones de sistemas de drenaje superficial, teniendo en cuenta aspectos hidrológicos, topográficos, geológicos y fisiográficos para evitar el riesgo de colapso del depósito de desmontes, el riesgo de pérdida de instalaciones auxiliares, el riesgo de afectación a vías locales cercanas, pérdidas de vidas humanas por colapsos, perdidas de ecosistemas circundantes, la contaminación de aguas de escorrentía pluvial, la contaminación de fuentes naturales y la generación de drenaje ácido.

- Se recomienda a los investigadores que, además de tener en cuenta la información hidrológica de precipitación del área, realizar un mapeo de las fuentes de agua existentes pudiendo encontrarse flujos superficiales naturales o

manantiales tanto en épocas secas como en épocas húmedas, para considerar estos valores de caudales adicionales en el diseño de los sistemas de drenaje superficial, esto ampliará el aporte de nuestras investigaciones.

REFERENCIAS

- ACUÑA, R. (2020). Análisis geotécnico para la estabilidad de las desmonteras dsb1, y dsb2, Santa Bárbara, Huancavelica 2019. Tesis (Ingeniero de Minas), 69. <http://hdl.handle.net/11537/24118>
- ALCALÁ, A. (2017). Diseño del depósito de materiales de desbroce en condiciones desfavorables. Tesis (Ingeniero de Minas), 108. <https://hdl.handle.net/20.500.12672/5652>
- A.N.A. (2010). Criterios de diseños de obras hidráulicas para la formulación de proyectos hidráulicos multisectoriales y de afianzamiento hídrico: manual, Perú: Publicaciones del Dirección de Planificación y Desarrollo de los Recursos Hídricos, 356. <https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/3135>
- ÁNGELES, V. (2012). Diseño agronómico de sistemas de riego presurizado: aspersión, microaspersión y goteo. Editorial: Universidad Autónoma Chapingo, 167. ISBN 9688846686
- BHAJANTRI, M. & RAMARAO, V. (2022). Optimisation of Hydraulic Design of Uri-II Dam Spillway, Jammu and Kashmir. River Hydraulics: Hydraulics, Water Resources and Coastal Engineering, 167-179. https://doi.org/10.1007/978-3-030-81768-8_14
- BISWAS, A. & CHATTERJEE, S. (1971). Dam Disasters: an Assessment. Canadá: Engineering Journal, 21-27.
- BÓRQUEZ, B. (2019). Identificar diferentes tecnologías y métodos de drenaje para evitar inundación mina. Tesis (Ingeniero Civil en Minas), 99. <http://repositorio.unab.cl/xmlui/handle/ria/20751>
- CASTILLO, E. (2017). Evaluación hidrológica e hidráulica de los drenajes transversales en la carretera Cocahuayco– Cocachimba – Bongará – Amazonas. Tesis (Ingeniero de Minas), 117. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1511>
- CARBALLO, M. (s.f.). Algunas consideraciones acerca de las variables en las investigaciones que se desarrollan en educación. Revista Universidad y

Sociedad, 140-150. ISSN 2218-3620

CERVANTES, R. (2021). Contribución de los ecosistemas altoandinos en la provisión del servicio ecosistémico de regulación hídrica. Scielo Perú, 137-146. <http://dx.doi.org/10.21704/rea.v20i2.1804>

CHOW, V. (1994). Hidrología Aplicada. Santafé de Bogotá: McGRA W-HILL INTERAMERICANA. ISBN 958-600-171-7

CRISTOBAL, E. (2017). Relación entre método geotécnico para estabilización física del depósito de desmonte y plan de cierre de Minera Santa Rosa La Libertad 2016. Tesis (Ingeniero Civil), 187. <https://hdl.handle.net/20.500.12848/249>

ESPINOZA, B (2016). Diseño de un sistema de riego hidrante parcelario con los métodos por Turnos y Clement: análisis técnico y económico, 10. ISSN 2395-8030

GASPARI, F. (2013). Elementos Metodológicos para el Manejo de Cuencas Hidrográficas. Editorial: Universidad la Plata, 191. ISBN 978-950-34-0963-3

GEOCATMIN, (2022). Sistema de Información Geográfica de la geología y catastro minero del Perú. <https://geocatmin.ingemmet.gob.pe/geocatmin/#:~:text=El%20GEOCATMIN%20Es%20un%20sistema,y%20catastral%20minera%20del%20Per%C3%BA.%20>

GONZALES, F. & ORTEGÓN, J. (2016). Cálculo del caudal de la cuenca hidrológica de la quebrada Guaguaqui, del departamento de Boyacá, por el método racional. Tesis (Tecnólogo en construcciones civiles), 63. <http://hdl.handle.net/11349/3184>

HERRERA, J. (2009). Introducción al drenaje de explotaciones mineras. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, 50. <https://oa.upm.es/10404/>

HERRERA, J. (2007). Elementos de Minería. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, 83. <https://oa.upm.es/10684/>

HONORIO, A. (2021). Factibilidad para la ampliación del botadero mediante el

- análisis de estabilidad de taludes en Mina Summa Gold Corporation. Tesis (Ingeniero de Minas), 63.
<http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/16879>
- HORIZONTE CONSULTORES, (2018), Estudio Hidrológico de la U.E.A. Retamas, 445.
- IGEMIN, (2021). Ingeniería de Detalle del Depósito de Desmonte Molinetes de la UEA Retamas, 1232.
- INGEMMET, (2022). Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico del Perú.
<https://www.gob.pe/ingemmet>
- I.P.G.H. (2013). Guía de Normas. México 2ª ed: Comité ISO/TC 211 Información Geográfica/Geomática, 132.
<https://www.idep.gob.pe/normas/CompendioISOTC211.pdf>
- KALANTARI, Z., BRIELA, A., LYON, S., OLOFSSON, B. & FOLKESON, L. (2014). On the utilization of hydrological modelling for road drainage design under climate and land use change. Science of The Total Environment. 97- 103.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969713016045>
- LEY n°28090. Diario el peruano, Lima, Perú, 18 de agosto de 2021.
<https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/ley-que-modifica-la-ley-28090-ley-que-regula-el-cierre-de-m-ley-no-31347-1983106-1/>
- LAZARIDOU, L. (2004). Integrated Environmental and Hydraulic Design of Xerias River, Corinthos, Greece, Training Works. Water, Air, & Soil Pollution, 319-330. <https://doi.org/10.1023/B:WAFO.0000044808.41691.dd>
- MAMANI, M. (2019). Estudio geotécnico para el diseño y estabilidad del botadero de desmontes 3 del Proyecto Minero Las Águilas. Tesis (Ingeniero Civil), 29.
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/12436>
- M.E.M. (2005) Guía para la Elaboración de Planes de Cierre de Minas, Dirección General de Asuntos Ambientales y Mineros, Lima: Publicaciones del Ministerio de Energía y Minas – DGAAM, 54.

- http://www.minem.gob.pe/_publicacion.php?idSector=4&idPublicacion=50
- M.E.M. (1997). Guía Ambiental para la Estabilidad de Taludes de Depósitos de Residuos Sólidos Provenientes de Actividades Mineras, Dirección General de Asuntos Ambientales y Mineros, Perú: Publicaciones del Ministerio de Energía y Minas – DGAAM, 191.
http://www.minem.gob.pe/_publicacion.php?idSector=4&idPublicacion=50
- M.E.M. (1995). Guía Ambiental de Manejo de Agua en Operaciones Minero-Metalúrgicas, Dirección General de Asuntos Ambientales y Mineros, Lima: Publicaciones del Ministerio de Energía y Minas – DGAAM, 24.
http://www.minem.gob.pe/_publicacion.php?idSector=4&idPublicacion=50
- M.E.M. (1995). Guía Ambiental de Manejo de Drenaje Ácido de Minas, Dirección General de Asuntos Ambientales y Mineros, Lima: Publicaciones del Ministerio de Energía y Minas – DGAAM, 50.
http://www.minem.gob.pe/_publicacion.php?idSector=4&idPublicacion=50
- M.T.C. (2012). Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje. En Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial. Lima, 222.
http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_2950.pdf
- NOTO, L & La Loggia, G. (2009). Use of L-Moments approach for regional flood frequency analysis in Sicily, Italy. Water Resources Management 2207-2229. <https://doi.org/10.1007/s11269-008-9378-x>
- ORTEGA, L. (2000). Diseño de drenaje superficial [en línea]. Osorno: Instituto de investigaciones agropecuarias, 48.
<https://hdl.handle.net/20.500.14001/33807>
- PINO, R. (2007). Metodología de la investigación. 1.^a ed. Lima: Editorial San Marcos, 516. ISBN 9789972382819
- RIVERA, D. (2019). Factibilidad para la construcción de un Pad Dinámico sobre un botadero analizando la estabilidad, en la Compañía Minera Los Andes Perú Gold S.A.C. Tesis (Ingeniero de Minas), 117.
<http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/12143>
- ROJAS, S. (2018). Cálculo de precipitaciones y caudales de diseño de sistemas

- de drenaje pluvial urbano en zonas de Huancavelica, Junín y Ayacucho. Tesis (Ingeniero de Minas), 78. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/10192>
- S.C.S (1972). Hydrology Section 4, Washington, DC: Soil Conservation Service, National Engineering Handboo, Chapters 4-10.
- <https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detailfull/national/water/manage/hydrology/?cid=stelprdb1043063>
- VILCA, A. (2019). Estudio geotécnico para la estabilidad del talud del Depósito de Desmonte Santa Rosa del Proyecto Santa Rosa – Arequipa. Tesis (Ingeniero de Minas), 163. <http://hdl.handle.net/20.500.12918/4166>
- VILLÓN, M. (2006). Hidrología estadística. Cártago: Editorial Teconológica de Costa Rica, 217. ISBN 9789977662794
- VILHENA, G. & SILVA, O. (2017). Avaliação de impactos ambientais de rodovias no Módulo II da Floresta Estadual do Amapá. GOT [online], 357-381.
- <http://dx.doi.org/10.17127/got/2017.12.016>
- VITTAL, A. (2010). Coastal erosion and mitigation methods – Global state of art. Indian Journal of Geo-Marine Science, 521-530.
- <http://nopr.niscair.res.in/bitstream/123456789/10799/1/IJMS%2039%284%29%20521>
- WARD, R. (1975). Principles of Hidrology. 4^a ed. London: Mc Graw-Hill, 450. ISBN 978-0077095024

ANEXOS

Anexo 1. Declaratoria de originalidad del autor.

DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR

Yo, **Maldonado Pariguana, Frank Martin**, alumno del **Taller de Tesis** de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo sede Trujillo, declaro bajo Juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de Investigación titulado:

“Caudal y diseño del sistema de drenaje superficial para la protección de un depósito de desmontes de mina en el departamento de La Libertad, 2022”, es de mi autoría, por lo tanto, declaro que el Trabajo de Investigación:

- 1.No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
- 2.He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
- 3.No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
- 4.Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad Cesar Vallejo.

Lima, Junio de 2022.

Maldonado Pariguana, Frank Martin	
DNI: 44427698	Firma: 
ORCID: 0000-0001-7516-434X	

Anexo 2. Declaratoria de autenticidad del asesor.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR

Yo, **Villar Quiroz, Josualdo Carlos**, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo sede Trujillo, asesor del Trabajo de Investigación titulado:

“Caudal y diseño del sistema de drenaje superficial para la protección de un depósito de desmontes de mina en el departamento de La Libertad, 2022”, del estudiante **Maldonado Pariguana, Frank Martin**, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 21% verificable en el reportaje de similitud del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias encontradas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender el trabajo de investigación cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Cesar Vallejo.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes en la Universidad Cesar Vallejo.

Lima, Junio de 2022.

Villar Quiroz, Josualdo Carlos	
DNI: 40132759	Firma: 
ORCID: 0000-0003-3392-9580	

Anexo 3. Matriz de operacionalización de variables.

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Caudal	La gestión del caudal de agua de escorrentía origina la necesidad de estrategias nuevas para su control y administración, la incorporación de técnicas innovadoras y métodos racionales. (Espinosa et al, 2016).	Para la estimación del caudal centro del área de investigación, se tuvo en cuenta los datos de intensidad máxima de precipitación de las estaciones cercanas, la configuración del área mediante la topografía y el flujo superficial.	Intensidad máxima de precipitación	Precipitación (mm)	Razón
				Periodo de retorno (mm/año)	
			Topografía	Elevación (msnm)	
Coordenadas (UTM)					
Diseño del sistema de drenaje superficial	El diseño de infraestructura hidráulica tiene como objetivo la satisfacción de demandas hídricas, estas acciones se deben de realizar en corto tiempo, con un desempeño eficiente a lo largo de su vida útil, (Ángeles, 2012).	Para la propuesta del diseño del sistema de drenaje superficial se ha tomado en cuenta la topografía del área de investigación se definieron las estructuras hidráulicas y su extensión, además se calcularon sus secciones geométricas.	Extensión de estructuras hidráulicas	Descarga pico (m ³ /s)	
				Longitud (m)	
				pendiente (m/m)	
			Secciones geométricas	Altura (m)	
				Base (m)	
	Talud (%)				

Fuente: elaboración propia.

Anexo 4.2 Ficha de recolección de datos 2.

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS 2											
INVESTIGADOR: MALDONADO PARIGUANA FRANK MARTIN											
P	Este	Norte	Cota	P	Este	Norte	Cota	P	Este	Norte	Cota
1				41				81			
2				42				82			
3				43				83			
4				44				84			
5				45				85			
6				46				86			
7				47				87			
8				48				88			
9				49				89			
10				50				90			
11				51				91			
12				52				92			
13				53				93			
14				54				94			
15				55				95			
16				56				96			
17				57				97			
18				58				98			
19				59				99			
20				60				100			
21				61				101			
22				62				102			
23				63				103			
24				64				104			
25				65				105			
26				66				106			
27				67				107			
28				68				108			
29				69				109			
30				70				110			
31				71				111			
32				72				112			
33				73				113			
34				74				114			
35				75				115			
36				76				116			
37				77				117			
38				78				118			
39				79				119			
40				80				120			
Firma de experto validando el instrumento:								Observación:			

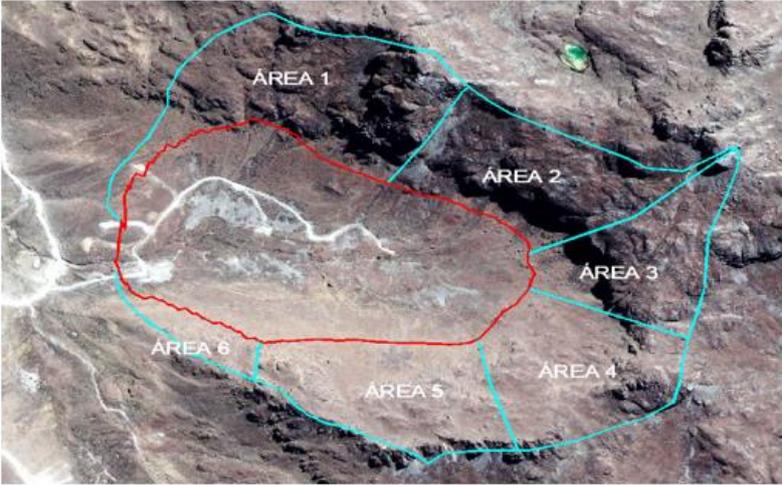
Anexo 4.3 Ficha de registro 1.

FICHA DE REGISTRO 1	
<p>INVESTIGADOR: MALDONADO PARIGUANA FRANK MARTIN</p> <p style="text-align: center;">INFORMACIÓN HIDROGRÁFICA DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN</p> <div style="text-align: center;">  </div>	
Caracterización morfológica:	
Tipo de cuenca:	
Jerarquía:	
Parámetros generales:	
Área:	
Perímetro:	
Ancho medio:	
Longitud de curso mayor:	
Altura máxima:	
Altura Mínima:	
Pendiente media:	
Parámetros de forma:	
Perímetro Circular:	
Diámetro circular:	
Índice de compacidad:	
Factor de forma:	
Parámetros de diseño - Método del SCS:	
Tormenta de diseño:	
Número de curva:	
Tiempo de ratardo:	
Tiempo de concetración:	
Abstracción inicial:	
<p>Firma de experto validando el instrumento:</p>	<p>Observación:</p>

Anexo 4.4 Ficha de registro 2.

FICHA DE REGISTRO 2							
INVESTIGADOR: MALDONADO PARIGUANA FRANK MARTIN							
INSTALACIÓN SEGÚN ENTORNO							
Identificación del sector:							
Este		Oeste		Norte		Sur	
Estructura hidráulica correspondiente:							
	Sector	Longitud	Pendiente prom.	N°Tramos			
Canal de coronación							
Canal de coronación							
Canal de coronación							
Canal de coronación							
	Sector	Longitud	Pendiente prom.	N°Tramos			
Rápida							
Rápida							
Rápida							
Rápida							
	Sector	Longitud	Pendiente prom.	N°Tramos			
Disipador de energía							
Disipador de energía							
Disipador de energía							
Disipador de energía							
	Sector	Longitud	Pendiente prom.	N°Tramos			
Canal de derivación							
Canal de derivación							
Canal de derivación							
Canal de derivación							
	Sector	Longitud	Pendiente prom.	N°Tramos			
Alcantarilla							
Alcantarilla							
Alcantarilla							
Alcantarilla							
Firma de experto validando el instrumento:			Observación:				

Anexo 4.5 Ficha de registro 3.

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS 3						
INVESTIGADOR: MALDONADO PARIGUANA FRANK MARTIN						
DIVISIÓN DE LA MICROCUENCA						
						
Número de divisiones	<input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>					
Parámetros geométricos						
Parámetros	Microcuenca 1	Microcuenca 2	Microcuenca 3	Microcuenca 4	Microcuenca 5	Microcuenca 6
Área						
Pendiente						
Longitud						
NC						
Parámetros para diseño						
Parámetros	Microcuenca 1	Microcuenca 2	Microcuenca 3	Microcuenca 4	Microcuenca 5	Microcuenca 6
Tr						
Tc						
Abstracción						
Caudales						
Parámetros	Microcuenca 1	Microcuenca 2	Microcuenca 3	Microcuenca 4	Microcuenca 5	Microcuenca 6
caudal						
Firma de experto validando el instrumento:				Observación:		

Anexo 4.6 Aplicación de la Ficha de recolección de datos 1.

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS 1																					
INVESTIGADOR: MALDONADO PARIGUANA FRANK MARTIN																					
Estación Meteorológica: San Andrés																					
Precipitación máxima anual en 24 horas de la estación																					
Año	Mes												Máx	Mín.	Prm.						
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic									
1997	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	4.2	6	6.4	6.4	4.2	5.5						
1998	5.8	16	11	6.9	5.6	1.6	0.8	1.2	4.2	5.4	5	4.2	16	0.8	5.6						
1999	7.4	4	45	2.2	3	2.8	1.2	2.2	3.2	2.8	13	10	45	1.2	8.1						
2000	9.6	4.8	8	9.4	5.2	5	2	4.8	3.8	3.6	5	9.2	9.6	2	5.9						
2001	1.2	ND	ND	4.6	3.4	1.8	3.8	0.8	4.2	5.4	5.2	5.2	5.4	0.8	3.6						
2002	5.4	7.6	6.8	8	2.4	1.8	4.4	0.8	3.4	3	11	2.8	11	0.8	4.8						
2003	6.8	3	54	7.9	3.8	5.2	2.6	0.6	2.8	111	41	8.6	110.8	0.6	21						
2004	8.2	4.8	5.2	1.4	ND	ND	ND	ND	1.6	3	4.6	3.2	8.2	1.4	4						
2005	5.4	3.6	2.4	3.6	3.4	1.8	1	1.8	2.4	4.2	2	5.4	5.4	1	3.1						
2006	1.8	4.8	5	2.4	1	1.4	0.6	1.8	1.8	3.8	3.2	2	5	0.6	2.5						
2007	1.6	2.4	4.8	2.8	4.2	1	0.6	1.4	3.2	3.8	3.8	5.8	5.8	0.6	3						
2008	2	2.6	2.8	2.8	3.4	2.6	2	3	2.4	5.4	5	2.2	5.4	2	3						
2009	3.8	3.2	3.4	2.4	4.8	1.6	1.8	1	3	3.4	4.6	5.6	5.6	1	3.2						
2010	2.4	5	3.2	5.2	2	1.2	3.6	0.6	1.4	3.2	5.4	5	5.4	0.6	3.2						
2011	2	2.4	3	3.2	2.8	1.6	1.2	2.4	1.6	2.6	3.4	5	5	1.2	2.6						
2012	6.2	4.2	11	4	3.4	3.4	0.6	1.2	1.4	2.8	4.8	5.8	11	0.6	4.1						
2013	6.4	7	5.8	5	4.2	0.6	1.2	6.4	10	4.4	7	7.8	10	0.6	5.5						
2014	4.2	7.8	3.6	8	4	0.8	1	0.6	1.8	3.6	6.8	5.2	8	0.6	4						
2015	4	6.4	3.6	2.4	2.8	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	6.4	2.4	3.8						
Máx.	9.6	16	54	9.4	5.6	5.2	4.4	6.4	10	111	41	146	110.8								
Mín.	1.2	2.4	2.4	1.4	1	0.6	0.6	0.6	1.4	2.6	2	2		0.6							
Prm.	4.7	5.3	11	4.6	3.5	2.1	1.8	1.9	3.1	9.7	7.6	13			5.7						
Máxima precipitación histórica en 24 horas de duración:																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Estación</th> <th>Precipitación máxima de 24h de duración (mm)</th> <th>fecha</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>San Andrés</td> <td>110.8</td> <td>2003</td> </tr> </tbody> </table>																Estación	Precipitación máxima de 24h de duración (mm)	fecha	San Andrés	110.8	2003
Estación	Precipitación máxima de 24h de duración (mm)	fecha																			
San Andrés	110.8	2003																			
Análisis de frecuencia - precipitación máxima de 24 horas de duración																					
Periodo de retorno (años)																					
Estación	2	5	10	25	50	100	200	500													
San Andrés	11.39	38.14	55.85	78.23	94.83	111.31	127.73	149.39													
Firma de experto validando el instrumento:										Observación:											
 FERNANDO SAMUEL MENÉNDEZ MALDONADO INGENIERO CIVIL Reg. CIP Nº 106100																					

Anexo 4.7 Aplicación de la Ficha de recolección de datos 2.

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS 2											
INVESTIGADOR: MALDONADO PARIGUANA FRANK MARTIN											
P	Este	Norte	Cota	P	Este	Norte	Cota	P	Este	Norte	Cota
1	232265.74	9107041.80	4070.9	41	232499.42	9107135.53	4087.2	81	232530.35	9107471.03	4137.3
2	232265.18	9107048.73	4070.8	42	232508.48	9107133.54	4088.0	82	232487.67	9107504.75	4142.1
3	232281.87	9107043.84	4069.9	43	232495.39	9107146.63	4085.6	83	232513.33	9107445.20	4124.6
4	232279.82	9107050.20	4069.7	44	232500.49	9107147.98	4085.8	84	232470.36	9107472.97	4123.8
5	232298.77	9107053.45	4068.6	45	232498.08	9107152.51	4085.4	85	232496.03	9107422.34	4115.9
6	232296.39	9107058.19	4068.3	46	232495.30	9107151.04	4085.2	86	232467.04	9107454.16	4117.1
7	232315.83	9107066.26	4067.3	47	232495.04	9107152.86	4085.1	87	232474.26	9107404.20	4108.6
8	232311.60	9107071.48	4067.0	48	232496.79	9107154.01	4085.3	88	232455.80	9107423.38	4108.0
9	232327.07	9107079.05	4066.0	49	232493.63	9107158.57	4085.6	89	232410.98	9107429.44	4095.6
10	232321.60	9107084.24	4065.9	50	232490.93	9107155.66	4085.4	90	232446.32	9107368.95	4096.5
11	232336.76	9107096.65	4064.8	51	232489.45	9107165.06	4086.0	91	232405.72	9107392.27	4092.0
12	232328.46	9107098.42	4064.7	52	232485.29	9107164.99	4085.9	92	232450.24	9107344.61	4093.3
13	232342.25	9107114.92	4063.5	53	232484.22	9107174.08	4086.5	93	232406.99	9107361.90	4087.5
14	232323.72	9107111.72	4064.3	54	232487.55	9107172.29	4086.5	94	232446.47	9107327.27	4089.0
15	232348.13	9107130.21	4063.0	55	232396.52	9107184.12	4078.8	95	232407.03	9107327.76	4081.2
16	232326.04	9107122.91	4064.0	56	232399.36	9107193.88	4078.4	96	232449.10	9107309.41	4086.0
17	232351.27	9107137.60	4062.6	57	232405.56	9107188.75	4078.5	97	232427.30	9107286.72	4081.8
18	232340.53	9107133.71	4063.0	58	232413.29	9107192.69	4078.6	98	232445.77	9107285.08	4085.8
19	232345.79	9107142.09	4062.0	59	232407.17	9107199.34	4078.5	99	232418.13	9107255.73	4084.3
20	232352.47	9107142.21	4062.3	60	232423.27	9107192.08	4079.1	100	232446.63	9107249.07	4086.3
21	232336.38	9107084.32	4066.1	61	232421.66	9107198.14	4079.0	101	232406.03	9107220.23	4080.4
22	232335.33	9107080.39	4066.5	62	232437.58	9107186.70	4080.3	102	232430.34	9107229.41	4084.7
23	232347.74	9107083.79	4068.4	63	232436.94	9107193.99	4080.3	103	232426.35	9107237.12	4084.7
24	232348.02	9107081.11	4068.4	64	232452.10	9107188.80	4082.0	104	232450.64	9107233.79	4086.0
25	232369.36	9107085.72	4072.6	65	232487.51	9107395.49	4111.7	105	232448.92	9107239.12	4085.9
26	232371.69	9107081.50	4073.0	66	232556.32	9107048.72	4118.0	106	232470.26	9107235.09	4089.2
27	232387.48	9107090.25	4074.7	67	232424.58	9107380.79	4094.5	107	232472.03	9107240.62	4089.7
28	232391.06	9107088.14	4075.0	68	232500.40	9107385.31	4110.4	108	232492.87	9107241.40	4091.7
29	232408.73	9107098.11	4076.8	69	232518.49	9107279.86	4096.1	109	232493.22	9107234.71	4091.7
30	232411.79	9107095.76	4077.1	70	232530.52	9107200.51	4091.3	110	232507.16	9107228.22	4092.6
31	232432.70	9107106.43	4080.0	71	232544.81	9107121.27	4092.6	111	232516.07	9107229.98	4092.7
32	232435.31	9107102.37	4080.3	72	232627.02	9107446.29	4145.6	112	232511.93	9107214.13	4091.9
33	232455.46	9107110.40	4082.8	73	232640.51	9107476.37	4163.8	113	232520.75	9107228.69	4092.7
34	232459.43	9107106.28	4083.3	74	232627.00	9107446.25	4145.6	114	232488.75	9107182.68	4087.4
35	232484.26	9107113.80	4086.5	75	232588.15	9107458.68	4144.7	115	232492.68	9107179.15	4087.5
36	232487.49	9107110.65	4087.0	76	232598.03	9107494.55	4162.1	116	232507.18	9107198.73	4090.2
37	232498.74	9107118.23	4088.3	77	232571.00	9107514.42	4165.4	117	232510.30	9107196.57	4090.3
38	232501.39	9107110.97	4089.1	78	232556.33	9107482.32	4148.3	118	232512.98	9107213.56	4091.9
39	232500.57	9107128.23	4088.0	79	232519.97	9107509.41	4152.0	119	232521.49	9107211.68	4092.2
40	232512.17	9107114.33	4089.7	80	232524.76	9107538.09	4169.2	120	232524.76	9107230.38	4093.0

Firma de experto validando el instrumento:



FERNANDO SAMUEL
 MALDONADO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 106100

Observación:

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS 2

INVESTIGADOR: MALDONADO PARIGUANA FRANK MARTIN

P	Este	Norte	Cota	P	Este	Norte	Cota	P	Este	Norte	Cota
121	232529.99	9107228.78	4093.0	161	232690.63	9107455.38	4162.0	201	232560.50	9107123.81	4093.9
122	232535.79	9107248.09	4093.8	162	232481.44	9107582.84	4179.8	202	232414.57	9107192.73	4078.7
123	232538.63	9107247.04	4093.8	163	232512.95	9107559.99	4180.0	203	232405.86	9107181.82	4078.0
124	232531.84	9107245.79	4093.5	164	232533.57	9107549.99	4188.2	204	232404.98	9107184.42	4078.1
125	232537.05	9107258.84	4094.4	165	232558.18	9107542.89	4189.8	205	232408.87	9107190.63	4078.1
126	232529.31	9107266.17	4094.7	166	232751.95	9107484.80	4192.4	206	232416.76	9107189.74	4078.1
127	232523.77	9107249.40	4093.5	167	232772.67	9107477.60	4193.9	207	232414.23	9107190.54	4078.0
128	232517.29	9107252.15	4093.4	168	232575.02	9107576.76	4211.4	208	232412.07	9107191.57	4078.2
129	232521.97	9107266.65	4094.5	169	232792.88	9107452.62	4186.2	209	232419.00	9107183.39	4077.9
130	232514.38	9107255.94	4093.5	170	232593.84	9107557.83	4199.9	210	232405.94	9107179.86	4077.9
131	232515.21	9107264.14	4093.9	171	232615.84	9107527.94	4198.7	211	232419.77	9107180.61	4077.8
132	232541.57	9107257.28	4094.5	172	232827.14	9107438.12	4197.8	212	232405.12	9107175.23	4077.9
133	232545.42	9107256.59	4094.7	173	232653.02	9107493.48	4186.7	213	232408.36	9107171.27	4077.7
134	232555.19	9107276.27	4096.9	174	232858.30	9107433.88	4213.3	214	232420.83	9107176.03	4077.5
135	232558.13	9107273.81	4096.8	175	232675.26	9107497.57	4196.6	215	232413.81	9107172.12	4077.6
136	232574.87	9107304.21	4100.7	176	232888.11	9107411.75	4212.1	216	232418.14	9107172.77	4077.5
137	232577.82	9107302.35	4100.7	177	232902.63	9107400.12	4211.5	217	232395.52	9107177.03	4078.3
138	232563.38	9107301.48	4100.3	178	232729.89	9107471.73	4177.7	218	232402.69	9107172.75	4078.5
139	232572.04	9107307.24	4101.3	179	232920.93	9107377.85	4199.2	219	232394.26	9107189.28	4078.3
140	232565.98	9107317.33	4102.9	180	232920.92	9107377.86	4199.2	220	232404.26	9107185.36	4078.3
141	232560.99	9107311.34	4102.0	181	232983.77	9107347.41	4198.0	221	232399.56	9107198.67	4078.3
142	232547.66	9107335.62	4104.9	182	232743.22	9107430.68	4160.6	222	232407.92	9107192.11	4078.6
143	232544.92	9107332.92	4104.7	183	232776.08	9107400.18	4162.0	223	232414.82	9107200.77	4078.8
144	232532.77	9107350.57	4105.9	184	232995.56	9107319.97	4185.4	224	232416.72	9107193.03	4078.8
145	232526.79	9107345.28	4105.2	185	232810.04	9107376.89	4163.5	225	232437.87	9107194.18	4080.4
146	232526.84	9107354.94	4106.1	186	233002.21	9107306.13	4179.7	226	232436.68	9107187.45	4080.1
147	232519.60	9107349.00	4104.8	187	232849.20	9107348.51	4162.0	227	232463.59	9107186.52	4083.5
148	232516.29	9107366.07	4107.3	188	233002.18	9107306.15	4179.5	228	232463.06	9107180.07	4083.7
149	232506.23	9107352.33	4104.2	189	232543.92	9107118.20	4092.5	229	232483.88	9107184.01	4086.8
150	232511.27	9107377.57	4109.3	190	232512.02	9107114.72	4089.7	230	232482.22	9107173.39	4086.2
151	232505.84	9107366.58	4108.1	191	232512.73	9107125.54	4088.9	231	232505.16	9107198.56	4090.0
152	232501.64	9107384.64	4109.9	192	232519.62	9107132.91	4088.9	232	232508.08	9107194.80	4090.0
153	232492.95	9107372.61	4108.3	193	232514.67	9107097.56	4090.9	233	232519.17	9107203.38	4091.0
154	232495.67	9107383.34	4109.5	194	232534.24	9107137.62	4089.9	234	232488.19	9107172.24	4086.5
155	232485.80	9107378.02	4108.1	195	232537.61	9107097.26	4093.1	235	232514.64	9107198.85	4090.3
156	232615.24	9107483.60	4161.0	196	232551.64	9107101.86	4094.6	236	232492.64	9107161.17	4085.8
157	232639.03	9107476.12	4163.2	197	232551.25	9107146.64	4090.9	237	232508.89	9107191.17	4089.3
158	232426.81	9107585.86	4163.1	198	232557.39	9107106.11	4095.3	238	232500.98	9107149.73	4085.7
159	232658.41	9107462.65	4161.6	199	232561.97	9107136.09	4093.1	239	232502.22	9107185.74	4088.5
160	232453.96	9107589.31	4172.1	200	232559.60	9107120.25	4093.9	240	232496.12	9107179.22	4087.3

Firma de experto validando el instrumento:



FERNANDO SAMUEL
 MENÉNDEZ MALDONADO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP Nº 106100

Observación:

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS 2

INVESTIGADOR: MALDONADO PARIGUANA FRANK MARTIN

P	Este	Norte	Cota	P	Este	Norte	Cota	P	Este	Norte	Cota
241	232511.15	9107132.81	4088.3	281	232722.46	9107247.09	4098.3	321	232798.47	9107167.84	4116.0
242	232497.56	9107156.58	4084.5	282	232668.59	9107155.36	4097.8	322	232798.19	9107165.82	4116.1
243	232516.46	9107135.67	4088.2	283	232674.45	9107155.61	4098.1	323	232805.98	9107164.27	4116.8
244	232534.36	9107139.18	4089.8	284	232739.74	9107248.59	4101.2	324	232804.96	9107162.71	4117.0
245	232550.06	9107148.67	4091.0	285	232682.59	9107157.65	4098.1	325	232810.93	9107156.52	4118.7
246	232562.38	9107138.70	4093.0	286	232690.09	9107158.14	4098.7	326	232811.65	9107157.83	4118.8
247	232564.22	9107130.79	4093.8	287	232739.69	9107248.55	4101.2	327	232810.86	9107156.79	4118.7
248	232565.76	9107277.38	4097.1	288	232685.40	9107153.43	4098.9	328	232817.14	9107154.61	4119.9
249	232582.39	9107274.69	4096.8	289	232700.70	9107165.51	4098.9	329	232818.32	9107156.99	4119.9
250	232595.96	9107256.66	4093.7	290	232754.78	9107238.87	4103.1	330	232821.93	9107150.94	4120.5
251	232557.48	9107102.69	4096.4	291	232707.86	9107169.42	4099.0	331	232820.83	9107149.52	4120.7
252	232585.43	9107247.02	4093.2	292	232718.30	9107171.85	4099.9	332	232825.14	9107147.03	4121.7
253	232561.52	9107098.52	4097.2	293	232723.57	9107176.12	4100.3	333	232825.26	9107148.55	4121.7
254	232565.64	9107101.03	4097.3	294	232765.26	9107222.97	4105.5	334	232828.71	9107147.72	4122.3
255	232584.64	9107235.64	4092.6	295	232730.28	9107192.58	4100.5	335	232837.49	9107145.91	4123.6
256	232569.65	9107102.13	4097.9	296	232734.31	9107194.71	4101.0	336	232837.41	9107148.17	4123.9
257	232577.12	9107103.35	4098.8	297	232730.34	9107192.64	4100.5	337	232839.28	9107144.08	4124.3
258	232583.14	9107225.63	4092.3	298	232759.62	9107212.61	4105.9	338	232845.33	9107143.64	4125.5
259	232580.16	9107100.34	4099.6	299	232745.60	9107215.00	4103.4	339	232844.24	9107142.14	4125.0
260	232584.53	9107099.34	4100.4	300	232752.63	9107175.95	4105.6	340	232847.99	9107144.62	4126.0
261	232589.38	9107222.61	4092.3	301	232756.38	9107173.58	4106.4	341	232848.07	9107144.65	4126.0
262	232592.31	9107100.85	4101.1	302	232756.31	9107175.57	4106.5	342	232848.82	9107143.94	4126.1
263	232597.28	9107103.82	4101.2	303	232760.59	9107173.57	4106.7	343	232857.64	9107153.07	4127.8
264	232614.16	9107236.83	4093.5	304	232760.43	9107175.30	4106.6	344	232857.30	9107153.23	4127.8
265	232603.95	9107103.71	4102.0	305	232763.19	9107171.38	4107.9	345	232861.62	9107159.66	4128.1
266	232611.23	9107106.42	4102.1	306	232763.46	9107171.82	4108.0	346	232862.63	9107158.80	4128.3
267	232614.17	9107236.92	4093.5	307	232764.06	9107168.59	4108.1	347	232865.09	9107161.52	4128.6
268	232615.51	9107105.79	4102.9	308	232765.11	9107169.92	4108.4	348	232866.40	9107165.01	4128.5
269	232623.86	9107107.40	4103.1	309	232767.48	9107168.52	4109.4	349	232871.64	9107159.21	4128.6
270	232626.18	9107255.28	4094.5	310	232767.53	9107169.28	4109.4	350	232873.23	9107160.86	4128.7
271	232634.14	9107107.85	4103.5	311	232770.14	9107166.79	4109.8	351	232878.56	9107157.69	4129.0
272	232637.37	9107107.38	4103.4	312	232770.10	9107167.67	4109.8	352	232878.76	9107160.68	4129.0
273	232626.19	9107255.23	4094.5	313	232777.78	9107165.39	4111.4	353	232885.72	9107161.77	4129.3
274	232646.66	9107107.81	4104.0	314	232777.92	9107165.97	4111.4	354	232885.41	9107163.14	4129.2
275	232655.51	9107111.20	4103.4	315	232782.14	9107167.87	4112.0	355	232895.35	9107162.34	4129.6
276	232673.48	9107241.79	4094.6	316	232782.55	9107166.62	4111.9	356	232895.27	9107163.05	4129.5
277	232664.06	9107110.51	4104.4	317	232787.77	9107164.35	4113.6	357	232900.23	9107169.00	4130.2
278	232675.47	9107110.73	4105.3	318	232787.71	9107165.55	4113.6	358	232900.65	9107172.03	4130.5
279	232698.79	9107241.95	4096.1	319	232792.93	9107166.17	4114.4	359	232900.28	9107173.10	4130.4
280	232680.23	9107113.72	4104.4	320	232792.41	9107167.52	4114.0	360	232913.16	9107169.45	4131.6

Firma de experto validando el instrumento:



FERNANDO SAMUEL
 MENÉNDEZ MALDONADO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 106100

Observación:

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS 2

INVESTIGADOR: MALDONADO PARIGUANA FRANK MARTIN

P	Este	Norte	Cota	P	Este	Norte	Cota	P	Este	Norte	Cota
361	232912.71	9107170.77	4131.5	401	232950.69	9107150.34	4134.5	441	232689.15	9107197.73	4096.2
362	232917.35	9107163.62	4132.3	402	232947.28	9107158.28	4134.6	442	232689.04	9107197.09	4096.1
363	232917.73	9107164.85	4132.0	403	232948.38	9107160.23	4134.7	443	232686.07	9107196.60	4095.9
364	232920.71	9107162.70	4132.4	404	232952.29	9107151.12	4134.8	444	232686.49	9107197.28	4095.8
365	232918.67	9107159.30	4132.7	405	232954.16	9107151.95	4134.9	445	232683.13	9107201.06	4095.5
366	232923.56	9107156.85	4133.0	406	232950.66	9107160.68	4134.8	446	232683.86	9107201.93	4095.7
367	232924.35	9107158.38	4132.7	407	232954.76	9107154.49	4134.8	447	232679.35	9107200.73	4095.4
368	232934.95	9107155.40	4134.0	408	232953.13	9107160.11	4134.7	448	232679.55	9107201.22	4095.3
369	232935.21	9107156.93	4133.9	409	232954.38	9107158.72	4134.8	449	232677.20	9107202.97	4095.3
370	232944.21	9107152.42	4134.3	410	232954.77	9107156.77	4134.9	450	232677.48	9107203.44	4095.3
371	232944.70	9107154.06	4134.1	411	232956.16	9107156.50	4134.9	451	232671.06	9107204.65	4094.8
372	232945.35	9107153.07	4134.2	412	232749.14	9107174.52	4103.7	452	232670.94	9107205.82	4094.7
373	232945.56	9107152.20	4134.3	413	232749.03	9107175.47	4103.6	453	232657.93	9107205.95	4093.8
374	232945.44	9107153.00	4134.9	414	232747.39	9107175.14	4103.6	454	232658.20	9107206.70	4093.7
375	232945.73	9107152.28	4134.9	415	232747.33	9107175.19	4103.5	455	232653.59	9107208.03	4093.5
376	232946.02	9107153.33	4134.3	416	232746.88	9107176.19	4103.6	456	232653.87	9107208.63	4093.4
377	232945.74	9107152.79	4134.3	417	232739.53	9107174.83	4101.6	457	232648.74	9107211.52	4093.2
378	232945.93	9107153.28	4134.9	418	232739.54	9107176.08	4101.7	458	232649.70	9107212.43	4093.3
379	232946.37	9107152.52	4134.9	419	232735.42	9107180.68	4100.9	459	232645.50	9107210.97	4092.8
380	232945.92	9107153.47	4134.3	420	232735.65	9107181.25	4100.9	460	232645.52	9107211.81	4092.9
381	232946.53	9107152.20	4134.3	421	232735.36	9107180.93	4100.8	461	232638.98	9107211.78	4092.9
382	232946.10	9107153.47	4135.3	422	232727.12	9107182.15	4099.5	462	232638.59	9107212.66	4092.9
383	232946.48	9107152.29	4135.3	423	232727.24	9107182.89	4099.7	463	232636.06	9107210.62	4093.0
384	232947.65	9107152.76	4134.3	424	232722.19	9107184.42	4099.3	464	232636.27	9107211.95	4093.0
385	232947.67	9107152.80	4134.3	425	232722.49	9107184.78	4099.5	465	232630.84	9107213.35	4092.7
386	232946.96	9107154.09	4134.2	426	232719.65	9107190.45	4098.5	466	232631.54	9107215.24	4092.8
387	232947.00	9107154.35	4135.2	427	232719.90	9107191.04	4098.7	467	232627.73	9107214.64	4092.7
388	232947.79	9107152.77	4135.2	428	232716.97	9107190.01	4098.6	468	232628.85	9107216.95	4092.7
389	232947.30	9107154.17	4135.2	429	232717.11	9107192.02	4098.7	469	232627.73	9107214.71	4092.7
390	232947.78	9107152.83	4135.3	430	232713.82	9107191.06	4098.4	470	232628.45	9107218.42	4092.7
391	232947.33	9107154.23	4134.1	431	232714.32	9107191.71	4098.6	471	232630.83	9107217.76	4092.8
392	232947.86	9107152.87	4134.1	432	232705.24	9107195.00	4097.3	472	232630.21	9107219.57	4092.9
393	232949.58	9107150.94	4134.3	433	232705.22	9107195.60	4097.4	473	232635.83	9107219.81	4093.0
394	232946.80	9107157.06	4134.3	434	232702.66	9107194.78	4097.2	474	232635.42	9107221.70	4092.9
395	232946.79	9107157.04	4135.2	435	232702.89	9107195.68	4097.4	475	232638.51	9107221.38	4092.8
396	232949.78	9107150.83	4135.3	436	232700.64	9107194.54	4097.1	476	232638.19	9107221.98	4092.8
397	232947.10	9107157.93	4135.0	437	232700.69	9107194.99	4097.1	477	232642.85	9107223.50	4093.3
398	232950.72	9107150.57	4134.9	438	232695.16	9107195.83	4096.2	478	232643.33	9107224.76	4093.3
399	232947.33	9107157.74	4134.4	439	232691.88	9107194.07	4096.4	479	232647.18	9107223.56	4093.1
400	232950.61	9107150.72	4134.3	440	232692.81	9107195.25	4096.4	480	232647.01	9107223.99	4093.1

Firma de experto validando el instrumento:



FERNANDO SAMUEL
 MENÉNDEZ MALDONADO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 106100

Observación:

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS 2

INVESTIGADOR: MALDONADO PARIGUANA FRANK MARTIN

P	Este	Norte	Cota	P	Este	Norte	Cota	P	Este	Norte	Cota
481	232603.96	9107212.28	4091.3	521	232556.33	9107186.79	4088.9	561	232579.67	9106990.71	4152.7
482	232598.78	9107208.61	4091.5	522	232555.75	9107187.72	4089.0	562	232593.72	9107133.89	4095.6
483	232597.99	9107209.40	4091.5	523	232548.88	9107188.17	4088.5	563	232597.96	9106980.34	4163.7
484	232597.72	9107205.42	4091.4	524	232548.14	9107189.18	4088.5	564	232653.93	9106888.22	4236.4
485	232597.50	9107206.58	4091.4	525	232540.20	9107176.22	4087.3	565	232628.75	9107130.41	4098.5
486	232594.47	9107202.80	4091.3	526	232547.84	9107189.51	4089.1	566	232634.40	9106980.29	4164.5
487	232594.70	9107203.50	4091.6	527	232535.97	9107171.59	4086.8	567	232679.56	9107141.78	4100.5
488	232590.99	9107203.10	4091.4	528	232529.07	9107165.82	4086.4	568	232662.27	9106971.15	4170.4
489	232591.21	9107205.39	4091.4	529	232525.88	9107160.48	4085.3	569	232718.52	9107159.05	4102.6
490	232589.13	9107203.83	4091.2	530	232525.09	9107162.07	4085.4	570	232675.60	9106877.40	4243.6
491	232589.70	9107204.46	4091.2	531	232518.62	9107158.58	4084.8	571	232680.63	9106957.08	4182.7
492	232589.94	9107210.63	4091.3	532	232518.23	9107159.07	4084.8	572	232729.37	9107216.10	4099.7
493	232590.68	9107210.92	4091.4	533	232510.74	9107157.07	4084.3	573	232698.52	9106957.91	4177.4
494	232592.84	9107214.85	4091.8	534	232510.66	9107158.00	4084.8	574	232705.91	9106878.29	4244.6
495	232593.46	9107214.78	4091.5	535	232504.34	9107157.29	4083.9	575	232727.29	9106958.58	4180.0
496	232592.92	9107214.83	4091.8	536	232504.65	9107158.31	4083.6	576	232748.85	9106960.22	4182.8
497	232593.65	9107219.32	4092.0	537	232502.31	9107155.37	4083.8	577	232719.49	9107245.87	4098.0
498	232593.38	9107219.95	4092.0	538	232501.51	9107157.75	4083.7	578	232771.00	9106953.33	4190.6
499	232595.32	9107221.59	4092.1	539	232499.65	9107154.59	4083.5	579	232723.23	9106872.48	4257.8
500	232596.03	9107220.20	4092.0	540	232500.13	9107156.72	4083.6	580	232680.90	9107268.08	4097.4
501	232592.38	9107219.15	4092.0	541	232491.90	9107147.21	4082.7	581	232797.90	9106939.46	4198.2
502	232597.79	9107222.25	4092.1	542	232491.85	9107147.22	4082.7	582	232745.89	9106868.70	4271.5
503	232598.30	9107219.76	4092.0	543	232487.51	9107395.49	4111.8	583	232821.29	9106927.90	4207.7
504	232603.14	9107222.26	4091.8	544	232429.43	9107180.26	4078.4	584	232839.96	9106916.66	4215.1
505	232603.06	9107222.18	4091.8	545	232732.37	9107239.22	4099.2	585	232756.84	9106863.34	4279.7
506	232587.46	9107206.08	4091.0	546	232512.45	9107372.96	4108.6	586	232646.31	9107274.33	4097.2
507	232586.39	9107207.02	4090.7	547	232497.50	9107383.04	4108.9	587	232871.11	9106908.93	4218.9
508	232586.90	9107206.29	4090.7	548	232516.32	9106986.80	4152.2	588	232774.56	9106853.80	4288.6
509	232581.85	9107197.73	4090.1	549	232513.54	9107127.91	4089.2	589	232890.59	9106901.59	4222.3
510	232582.48	9107197.33	4090.2	550	232559.09	9107128.79	4093.5	590	232596.86	9107277.36	4096.3
511	232575.76	9107193.73	4089.9	551	232540.11	9106912.35	4180.0	591	232805.69	9106838.87	4303.1
512	232576.04	9107194.58	4090.0	552	232477.35	9107052.66	4104.2	592	232901.84	9106875.71	4235.7
513	232575.75	9107193.87	4089.8	553	232508.01	9107057.53	4105.8	593	232920.43	9106859.81	4243.4
514	232572.14	9107194.53	4090.1	554	232545.62	9106932.60	4181.7	594	232517.32	9107263.94	4094.2
515	232572.80	9107197.03	4090.0	555	232565.59	9106931.34	4194.0	595	232950.13	9106843.67	4252.6
516	232564.11	9107195.76	4089.6	556	232558.56	9107027.37	4129.6	596	232909.74	9106761.69	4307.1
517	232564.17	9107196.23	4089.5	557	232590.33	9106918.00	4209.2	597	232963.25	9106856.44	4244.3
518	232561.98	9107193.37	4089.5	558	232511.96	9107131.85	4088.6	598	232977.24	9106860.82	4241.1
519	232561.30	9107189.78	4089.2	559	232547.56	9106993.02	4148.5	599	232962.95	9106767.48	4310.5
520	232562.25	9107189.31	4134.9	560	232618.57	9106893.58	4223.7	600	232488.55	9107172.18	4086.6

Firma de experto validando el instrumento:



FERNANDO SAMUEL
 MENÉNDEZ MALDONADO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 106100

Observación:

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS 2

INVESTIGADOR: MALDONADO PARIGUANA FRANK MARTIN

P	Este	Norte	Cota	P	Este	Norte	Cota	P	Este	Norte	Cota
601	232989.18	9106871.11	4234.2	641	233308.12	9107336.08	4328.6	681	232696.62	9107483.07	4180.1
602	233006.03	9106756.88	4310.6	642	233402.88	9106999.34	4264.8	682	232696.11	9107485.78	4182.1
603	233032.28	9106764.71	4313.5	643	233390.54	9107014.42	4257.0	683	232696.28	9107493.02	4186.3
604	233028.88	9106875.92	4235.2	644	233248.12	9107350.29	4313.0	684	232697.37	9107496.82	4189.1
605	233077.20	9106775.10	4312.6	645	233379.16	9107039.47	4253.5	685	232696.44	9107500.29	4191.1
606	233039.92	9106878.51	4230.9	646	233379.18	9107039.68	4253.5	686	232697.14	9107508.29	4196.3
607	233059.24	9106874.19	4236.3	647	233371.91	9107076.99	4244.0	687	232698.63	9107510.80	4198.1
608	233127.88	9106788.98	4307.9	648	233372.47	9107101.58	4243.0	688	232482.91	9107605.39	4184.5
609	233091.11	9106876.48	4237.3	649	233226.16	9107392.30	4329.3	689	232696.18	9107514.75	4200.7
610	233101.62	9106872.49	4243.0	650	233220.64	9107405.26	4331.9	690	232508.00	9107593.27	4192.0
611	233172.95	9106786.71	4306.2	651	233351.53	9107134.56	4233.8	691	232695.95	9107522.04	4205.5
612	233148.28	9106872.51	4244.6	652	233338.29	9107168.82	4229.3	692	232531.60	9107554.16	4189.5
613	233160.81	9106895.92	4234.9	653	233295.93	9107207.04	4225.1	693	232696.06	9107528.83	4209.8
614	233336.19	9106814.99	4300.6	654	233221.01	9107404.73	4332.0	694	232554.95	9107543.00	4189.4
615	233357.08	9106826.25	4297.8	655	233281.94	9107236.38	4222.1	695	232697.58	9107535.66	4214.4
616	233379.44	9106834.94	4303.2	656	233225.89	9107454.78	4346.9	696	232692.41	9107455.30	4162.2
617	233174.95	9106915.37	4225.6	657	233262.66	9107255.62	4219.2	697	232688.74	9107448.71	4157.9
618	233411.02	9106863.62	4303.5	658	233248.13	9107265.03	4217.0	698	232698.24	9107544.67	4219.3
619	233192.43	9106935.51	4223.2	659	233221.61	9107481.43	4354.7	699	232560.11	9107577.60	4207.4
620	233423.50	9106888.53	4313.6	660	233205.38	9107290.37	4215.9	700	232688.46	9107440.97	4154.3
621	233451.92	9106912.33	4314.7	661	233173.25	9107305.20	4215.9	701	232549.50	9107612.12	4217.4
622	233214.72	9106959.34	4220.0	662	233118.86	9107328.82	4214.5	702	232573.47	9107592.54	4220.5
623	233462.11	9106961.86	4313.9	663	233103.10	9107311.41	4200.4	703	232593.00	9107580.39	4221.8
624	233244.89	9106950.22	4229.8	664	233072.27	9107309.32	4193.0	704	232621.81	9107560.54	4219.9
625	233464.45	9107011.32	4330.6	665	233018.56	9107310.71	4185.1	705	232713.73	9107542.66	4226.9
626	233253.50	9106925.12	4238.4	666	232995.61	9107311.42	4180.0	706	232633.65	9107548.61	4222.1
627	233467.80	9107022.51	4335.5	667	232984.11	9107334.59	4190.3	707	232724.64	9107526.31	4227.4
628	233307.52	9106933.23	4241.1	668	232968.75	9107365.40	4205.1	708	232652.96	9107539.52	4224.5
629	233349.11	9106908.51	4253.6	669	232936.32	9107375.45	4203.1	709	232671.60	9107538.17	4224.3
630	233469.78	9107108.63	4338.8	670	232918.20	9107383.84	4201.6	710	232694.11	9107553.20	4224.9
631	232740.63	9107008.51	4152.6	671	232889.50	9107379.01	4191.9	711	232731.20	9107529.71	4229.1
632	233393.35	9106897.84	4272.2	672	232861.53	9107402.49	4197.0	712	232753.77	9107540.29	4233.6
633	233446.71	9107238.49	4362.0	673	232845.99	9107416.08	4198.9	713	232766.92	9107535.15	4237.8
634	233411.48	9106921.21	4278.1	674	232827.00	9107438.21	4197.8	714	232793.03	9107528.13	4236.8
635	233399.59	9107272.54	4344.4	675	232805.97	9107449.07	4193.4	715	232808.37	9107510.82	4233.9
636	233409.22	9106939.50	4273.0	676	232796.56	9107450.18	4186.2	716	232825.98	9107494.95	4233.3
637	233377.73	9107308.41	4342.9	677	232762.56	9107458.94	4181.6	717	232843.74	9107484.83	4233.6
638	233400.50	9106944.91	4266.6	678	232717.02	9107477.82	4178.8	718	232852.98	9107470.51	4234.1
639	233350.87	9107324.31	4341.3	679	232697.24	9107462.14	4166.7	719	232574.30	9107308.02	4101.1
640	233406.75	9106965.27	4268.2	680	232695.77	9107459.51	4165.0	720	232579.48	9107304.91	4101.1

Firma de experto validando el instrumento:



FERNANDO SAMUEL
MENÉNDEZ MALDONADO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 106100

Observación:

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS 2

INVESTIGADOR: MALDONADO PARIGUANA FRANK MARTIN

P	Este	Norte	Cota	P	Este	Norte	Cota	P	Este	Norte	Cota
721	232591.80	9107318.47	4102.7	761	232759.85	9107295.79	4113.3	801	232678.26	9107407.93	4137.2
722	232606.98	9107331.71	4104.6	762	232781.24	9107281.76	4115.8	802	232693.41	9107445.94	4157.9
723	232605.23	9107335.97	4104.7	763	232778.56	9107277.54	4115.5	803	232643.63	9107413.69	4133.6
724	232488.05	9107546.15	4161.0	764	232800.72	9107261.27	4117.4	804	232652.64	9107456.85	4156.6
725	232496.69	9107539.77	4159.4	765	232796.73	9107255.77	4117.1	805	232748.28	9107504.85	4206.8
726	232627.04	9107350.18	4106.8	766	232564.35	9107542.46	4190.9	806	232604.40	9107413.87	4128.4
727	232627.36	9107345.04	4106.5	767	232817.48	9107242.20	4119.3	807	232618.50	9107458.26	4149.6
728	232647.33	9107351.94	4107.9	768	232812.88	9107237.91	4119.1	808	232731.93	9107485.34	4187.5
729	232648.24	9107346.45	4107.9	769	232544.04	9107553.59	4196.0	809	232722.56	9107465.54	4171.6
730	232509.28	9107540.59	4166.9	770	232822.60	9107205.79	4123.5	810	232570.75	9107459.68	4142.5
731	232674.10	9107332.90	4108.2	771	232826.51	9107209.04	4123.1	811	232577.56	9107412.01	4124.1
732	232677.04	9107338.75	4108.4	772	232848.20	9107202.64	4127.8	812	232758.17	9107455.54	4176.1
733	232687.54	9107333.95	4108.9	773	232848.21	9107199.39	4127.9	813	232560.22	9107421.71	4127.1
734	232681.17	9107321.14	4108.4	774	232862.23	9107208.58	4130.6	814	232565.20	9107389.85	4117.6
735	232518.02	9107532.17	4163.5	775	232864.55	9107204.15	4130.7	815	232540.28	9107399.57	4117.8
736	232695.50	9107322.88	4108.5	776	232601.22	9107491.98	4162.3	816	232777.16	9107436.82	4173.4
737	232691.47	9107321.42	4108.5	777	232601.09	9107492.13	4162.4	817	232790.96	9107451.52	4184.7
738	232714.90	9107306.77	4106.0	778	232617.88	9107484.60	4162.3	818	232834.29	9107440.42	4204.4
739	232707.69	9107304.15	4105.7	779	232884.73	9107256.91	4140.2	819	232849.77	9107447.24	4215.4
740	232724.34	9107273.41	4102.5	780	232888.82	9107290.35	4148.3	820	232859.63	9107433.36	4214.0
741	232729.90	9107274.33	4102.3	781	232650.80	9107468.30	4161.8	821	232855.62	9107416.88	4202.0
742	232543.52	9107539.46	4176.0	782	232851.70	9107295.47	4138.7	822	232881.20	9107409.05	4207.5
743	232732.83	9107250.65	4101.3	783	232667.36	9107461.91	4161.7	823	232889.30	9107379.77	4192.2
744	232738.93	9107249.07	4101.2	784	232871.27	9107306.22	4149.9	824	232885.79	9107387.81	4196.5
745	232535.71	9107544.38	4183.8	785	232688.64	9107459.37	4165.3	825	232903.81	9107382.63	4198.5
746	232739.12	9107227.96	4101.4	786	232830.22	9107313.61	4138.6	826	232912.73	9107384.54	4200.8
747	232745.44	9107229.39	4101.2	787	232844.87	9107327.33	4149.9	827	232929.43	9107382.76	4203.4
748	232734.78	9107229.69	4100.8	788	232698.32	9107462.49	4167.5	828	232923.92	9107385.03	4204.6
749	232546.86	9107541.59	4178.6	789	232801.35	9107336.49	4139.6	829	232916.89	9107365.47	4190.9
750	232735.49	9107222.56	4100.9	790	232818.03	9107355.71	4154.4	830	232939.04	9107344.46	4185.7
751	232744.19	9107216.26	4102.1	791	232718.84	9107465.81	4171.1	831	232955.04	9107344.56	4190.0
752	232560.65	9107523.14	4167.5	792	232770.98	9107362.51	4140.9	832	232944.52	9107383.93	4210.8
753	232700.41	9107328.80	4109.3	793	232786.03	9107383.00	4157.2	833	232964.98	9107380.35	4214.6
754	232697.39	9107323.34	4108.7	794	232717.81	9107479.06	4179.6	834	232976.27	9107373.84	4214.4
755	232713.21	9107316.12	4108.9	795	232733.34	9107384.75	4139.0	835	232969.28	9107369.96	4208.6
756	232713.84	9107319.49	4109.1	796	232752.45	9107415.90	4156.9	836	232984.48	9107347.34	4197.9
757	232580.24	9107504.88	4163.8	797	232733.76	9107493.71	4193.0	837	232990.48	9107338.40	4193.4
758	232738.27	9107309.13	4111.3	798	232703.78	9107403.90	4139.0	838	232996.71	9107328.52	4190.1
759	232737.40	9107305.12	4111.2	799	232723.93	9107433.18	4156.9	839	232996.32	9107311.29	4179.8
760	232758.16	9107292.33	4113.2	800	232742.82	9107499.51	4199.3	840	232854.12	9107317.42	4147.7

Firma de experto validando el instrumento:



FERNANDO SAMUEL
 MENÉNDEZ MALDONADO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 106100

Observación:

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS 2

INVESTIGADOR: MALDONADO PARIGUANA FRANK MARTIN

P	Este	Norte	Cota	P	Este	Norte	Cota	P	Este	Norte	Cota
841	232849.47	9107331.53	4154.4	881	233018.74	9107311.12	4185.3	921	232641.86	9107285.34	4097.6
842	232866.75	9107324.56	4161.1	882	232569.59	9107125.64	4094.4	922	232610.27	9107273.54	4095.5
843	232882.14	9107304.16	4152.1	883	232582.25	9107092.87	4102.2	923	232623.00	9107318.67	4101.5
844	232949.54	9107332.83	4181.5	884	233102.83	9107330.59	4213.5	924	233322.47	9107214.98	4243.8
845	232962.53	9107328.60	4182.3	885	232622.18	9107103.77	4105.1	925	232587.06	9107254.44	4093.7
846	232958.91	9107326.07	4178.6	886	232629.09	9107130.20	4098.5	926	232595.73	9107296.63	4098.4
847	232968.57	9107320.89	4179.4	887	232635.83	9107104.81	4104.7	927	233323.75	9107206.93	4238.6
848	232978.98	9107322.48	4183.9	888	233137.31	9107325.10	4215.3	928	232563.21	9107229.18	4092.7
849	232531.30	9107390.81	4114.4	889	232670.77	9107135.37	4100.5	929	232562.14	9107261.18	4094.7
850	232983.79	9107316.03	4181.2	890	232669.61	9107102.13	4107.3	930	233332.94	9107198.24	4242.0
851	232975.06	9107311.30	4175.4	891	233163.51	9107320.18	4218.1	931	232540.31	9107199.58	4091.2
852	232533.12	9107313.65	4100.2	892	233177.45	9107317.74	4223.9	932	232540.76	9107225.83	4092.5
853	232516.09	9107325.36	4100.1	893	233177.69	9107317.72	4224.0	933	232553.52	9107204.75	4091.6
854	232519.14	9107290.40	4097.3	894	232735.96	9107122.92	4109.9	934	233345.44	9107187.87	4241.7
855	232500.73	9107307.76	4097.8	895	232725.44	9107172.02	4101.2	935	232555.58	9107171.25	4089.7
856	233017.47	9107311.51	4185.0	896	232769.70	9107119.16	4116.3	936	233362.23	9107174.64	4249.4
857	232496.23	9107266.69	4093.2	897	232751.77	9107194.00	4106.4	937	232582.96	9107172.37	4092.0
858	232481.80	9107280.79	4092.5	898	233193.05	9107315.55	4229.6	938	232587.48	9107211.98	4092.0
859	232468.54	9107271.53	4090.5	899	232785.78	9107143.22	4117.2	939	233367.76	9107163.40	4249.9
860	233029.82	9107315.89	4191.9	900	232761.06	9107216.39	4105.7	940	232623.72	9107169.84	4093.5
861	233034.67	9107304.06	4185.4	901	232798.93	9107164.26	4116.9	941	232637.08	9107205.82	4093.5
862	232491.98	9107208.24	4090.1	902	233197.82	9107300.24	4221.3	942	232660.93	9107173.84	4096.2
863	232459.68	9107214.31	4085.7	903	232811.18	9107187.51	4119.5	943	232680.11	9107203.64	4095.8
864	232480.48	9107184.83	4085.9	904	232805.35	9107203.15	4118.7	944	233387.64	9107155.76	4263.5
865	232449.58	9107195.40	4082.1	905	233218.04	9107288.11	4221.7	945	232679.13	9107172.09	4097.0
866	233063.52	9107306.69	4189.6	906	233226.18	9107289.65	4226.9	946	232691.37	9107197.05	4096.8
867	232467.37	9107160.92	4082.7	907	232797.95	9107224.07	4113.4	947	233382.75	9107140.76	4257.7
868	232439.01	9107169.01	4078.8	908	232713.79	9107256.90	4098.7	948	232701.85	9107185.55	4097.9
869	232464.98	9107148.30	4080.9	909	233229.38	9107276.82	4219.5	949	232697.98	9107157.76	4099.9
870	232439.11	9107155.58	4078.1	910	232774.91	9107257.10	4110.8	950	232725.30	9107178.58	4100.5
871	232419.15	9107160.80	4076.5	911	232739.69	9107285.05	4106.8	951	232715.41	9107149.57	4103.5
872	232404.11	9107166.34	4077.7	912	233251.82	9107264.29	4218.1	952	233373.38	9107125.56	4246.9
873	232403.34	9107155.32	4076.7	913	233268.48	9107260.20	4225.0	953	232745.04	9107143.48	4108.5
874	232404.58	9107146.03	4075.2	914	232700.70	9107266.24	4098.8	954	232753.47	9107169.20	4106.9
875	233078.80	9107318.70	4201.7	915	232706.00	9107294.69	4103.0	955	233374.40	9107100.94	4244.8
876	233095.07	9107327.97	4211.2	916	232671.19	9107280.76	4098.5	956	232777.47	9107139.29	4115.1
877	233101.20	9107313.68	4201.2	917	232680.01	9107302.16	4102.2	957	232783.69	9107159.49	4115.3
878	233059.93	9107334.56	4209.0	918	233286.03	9107238.52	4225.3	958	232802.71	9107138.94	4120.7
879	233044.45	9107324.79	4202.5	919	233303.97	9107227.36	4236.2	959	232807.56	9107147.06	4121.0
880	233033.24	9107319.83	4197.5	920	232654.47	9107308.91	4101.1	960	232796.12	9107131.13	4119.9

Firma de experto validando el instrumento:



FERNANDO SAMUEL
MENÉNDEZ MALDONADO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 106100

Observación:

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS 2

INVESTIGADOR: MALDONADO PARIGUANA FRANK MARTIN

P	Este	Norte	Cota	P	Este	Norte	Cota	P	Este	Norte	Cota
961	232819.35	9107132.32	4124.1	1001	233202.17	9107102.98	4181.6	1041	232994.18	9106983.53	4169.4
962	233336.56	9107070.59	4222.9	1002	233202.17	9107102.98	4181.6	1042	233009.46	9106947.89	4190.8
963	232827.39	9107121.36	4126.9	1003	233189.60	9107125.88	4177.5	1043	233026.18	9106975.98	4172.0
964	233313.57	9107077.06	4213.0	1004	232436.57	9107235.65	4085.2	1044	233028.66	9106945.51	4192.8
965	232778.34	9107103.54	4121.5	1005	233170.92	9107123.62	4173.5	1045	232949.29	9107198.53	4137.5
966	232831.93	9107111.06	4130.7	1006	232487.51	9107395.49	4111.8	1046	233067.34	9106971.19	4174.1
967	232820.25	9107093.21	4133.0	1007	232740.61	9107008.53	4152.6	1047	233063.95	9106941.15	4195.4
968	232806.89	9107074.41	4134.1	1008	232724.29	9107448.47	4163.9	1048	232920.29	9107207.13	4136.3
969	232760.63	9107087.37	4121.1	1009	232727.75	9107339.24	4118.2	1049	232891.28	9107220.18	4132.5
970	232793.46	9107061.58	4133.7	1010	232735.63	9107139.14	4107.6	1050	233098.67	9106934.27	4197.7
971	232730.81	9107081.25	4120.3	1011	232517.08	9107263.78	4094.5	1051	232858.44	9107209.69	4130.2
972	232764.03	9107054.48	4132.3	1012	232394.70	9107186.26	4078.3	1052	233095.36	9106970.16	4174.9
973	232713.70	9107079.70	4120.2	1013	232397.82	9107174.11	4078.5	1053	233138.26	9106939.68	4196.6
974	232744.68	9107051.16	4133.5	1014	232467.65	9107030.91	4117.4	1054	233095.43	9106970.26	4174.9
975	232686.93	9107077.41	4119.4	1015	232466.82	9107008.52	4128.0	1055	232826.66	9107224.32	4121.5
976	232717.02	9107047.15	4132.2	1016	232532.60	9107044.61	4118.1	1056	233138.35	9106987.85	4179.7
977	232664.22	9107073.19	4119.0	1017	232529.93	9107016.98	4136.8	1057	233182.95	9106959.83	4204.7
978	232669.28	9107049.46	4129.2	1018	232592.05	9107051.55	4120.5	1058	232808.14	9107249.29	4117.9
979	233263.64	9107004.24	4218.8	1019	232592.92	9107019.24	4137.2	1059	233162.87	9107014.85	4183.4
980	232641.25	9107071.88	4117.1	1020	232645.35	9107053.55	4124.3	1060	233217.63	9106977.43	4210.6
981	232646.08	9107052.08	4125.0	1021	232646.21	9107016.61	4142.5	1061	233185.90	9107028.69	4188.6
982	233239.54	9107009.34	4208.3	1022	232707.85	9107010.36	4147.6	1062	233252.14	9106992.97	4216.3
983	232613.98	9107070.56	4114.8	1023	232711.51	9107055.53	4128.0	1063	232798.92	9107281.92	4120.7
984	232610.98	9107055.97	4119.7	1024	232741.55	9107058.83	4128.3	1064	233275.69	9107021.76	4216.8
985	232586.14	9107069.02	4113.0	1025	232751.45	9107018.08	4149.4	1065	233300.56	9107041.53	4216.8
986	232585.37	9107051.53	4120.2	1026	232794.76	9107059.72	4134.3	1066	232815.04	9107288.78	4127.8
987	232558.48	9107064.92	4111.2	1027	232801.08	9107014.08	4154.3	1067	233323.83	9107069.40	4217.4
988	232560.03	9107044.13	4120.5	1028	232851.45	9107053.09	4142.6	1068	233328.63	9107094.00	4215.9
989	232534.60	9107061.71	4108.4	1029	232856.45	9107002.61	4162.5	1069	233217.36	9107047.08	4190.0
990	232530.82	9107041.67	4119.2	1030	232897.49	9106989.51	4169.8	1070	232849.80	9107287.88	4135.4
991	232497.10	9107039.48	4117.4	1031	232891.59	9107031.51	4149.1	1071	233242.22	9107071.37	4191.0
992	232513.04	9107058.26	4105.2	1032	232908.65	9107108.12	4141.4	1072	233327.79	9107117.89	4217.4
993	232493.94	9107054.99	4105.5	1033	232868.07	9107233.95	4135.1	1073	233237.38	9107120.21	4186.8
994	232459.72	9107037.57	4113.5	1034	232868.07	9107233.95	4135.1	1074	233311.06	9107138.00	4210.7
995	232467.41	9107052.27	4102.8	1035	232932.96	9106965.56	4183.0	1075	233302.53	9107143.50	4207.1
996	232447.04	9107051.34	4100.6	1036	233056.61	9107176.93	4146.2	1076	233230.77	9107142.98	4188.2
997	232452.41	9107076.64	4087.7	1037	232944.29	9107001.06	4162.9	1077	232890.62	9107305.53	4153.8
998	233286.76	9107088.44	4201.9	1038	232969.39	9106956.12	4186.6	1078	233223.36	9107152.19	4185.9
999	233266.80	9107107.15	4195.1	1039	233016.40	9107181.36	4140.7	1079	233282.12	9107165.25	4202.0
1000	233235.43	9107102.63	4188.0	1040	232978.24	9107193.37	4138.8	1080	233218.61	9107177.94	4182.5

Firma de experto validando el instrumento:



FERNANDO SAMUEL
 MENDOZA MALDONADO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP Nº 106100

Observación:

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS 2

INVESTIGADOR: MALDONADO PARIGUANA FRANK MARTIN

P	Este	Norte	Cota	P	Este	Norte	Cota	P	Este	Norte	Cota
1081	233270.67	9107177.98	4200.7	1121	232939.52	9107226.69	4140.7	1161	232891.49	9107096.69	4139.8
1082	232912.49	9107308.82	4160.8	1122	232954.32	9107235.35	4143.8	1162	233180.23	9107144.81	4174.8
1083	233253.72	9107190.71	4195.9	1123	232933.58	9107220.19	4137.8	1163	232870.92	9107108.12	4137.6
1084	233180.46	9107204.04	4178.8	1124	232941.13	9107241.78	4143.9	1164	232870.29	9107069.93	4143.1
1085	233180.46	9107204.04	4178.8	1125	232984.24	9107204.89	4139.7	1165	233169.94	9107136.17	4172.3
1086	233240.84	9107209.96	4193.5	1126	233002.17	9107219.63	4144.9	1166	233158.14	9107127.38	4168.4
1087	232888.82	9107288.40	4147.8	1127	233040.77	9107180.25	4142.8	1167	233165.19	9107119.42	4170.7
1088	232872.44	9107265.63	4136.5	1128	233083.68	9107184.53	4154.6	1168	233171.12	9107124.08	4173.4
1089	233218.21	9107228.92	4192.3	1129	233100.14	9107170.44	4154.5	1169	232843.60	9107120.22	4130.8
1090	232851.27	9107249.55	4129.0	1130	233062.34	9107163.70	4142.8	1170	232825.94	9107081.50	4137.1
1091	233152.12	9107217.45	4177.5	1131	233117.09	9107155.09	4155.7	1171	232805.72	9107087.12	4131.9
1092	233196.55	9107248.59	4192.7	1132	233083.51	9107137.64	4144.5	1172	232821.01	9107121.35	4127.0
1093	233132.35	9107238.67	4176.1	1133	233040.79	9107200.79	4147.6	1173	232827.44	9107144.89	4123.7
1094	233182.17	9107257.95	4191.9	1134	233074.14	9107112.44	4146.6	1174	232822.43	9107128.97	4124.7
1095	232903.46	9107253.15	4140.6	1135	233119.00	9107110.52	4156.9	1175	233242.33	9107054.78	4195.1
1096	233108.00	9107252.08	4178.6	1136	233115.48	9107086.22	4156.6	1176	232850.81	9107127.28	4130.3
1097	233151.98	9107275.79	4194.8	1137	233052.99	9107195.36	4149.2	1177	232861.50	9107142.25	4129.8
1098	233102.13	9107262.48	4183.3	1138	233065.50	9107201.47	4153.0	1178	232876.11	9107141.96	4131.0
1099	233124.30	9107284.44	4192.3	1139	233068.88	9107213.44	4156.2	1179	232876.53	9107121.64	4135.3
1100	232906.42	9107279.45	4148.8	1140	233061.71	9107222.67	4155.7	1180	232898.23	9107144.04	4132.7
1101	233081.97	9107269.10	4176.2	1141	233044.94	9107221.01	4151.6	1181	232900.74	9107118.27	4137.7
1102	233091.77	9107290.06	4187.5	1142	233062.10	9107087.42	4148.1	1182	233271.92	9107041.75	4208.5
1103	233062.02	9107274.38	4173.8	1143	233101.74	9107057.03	4158.4	1183	232926.14	9107147.06	4135.3
1104	233068.64	9107290.46	4182.4	1144	233052.60	9107049.50	4151.8	1184	232929.81	9107116.89	4139.0
1105	232935.99	9107298.71	4159.5	1145	233078.89	9107016.37	4159.2	1185	232959.24	9107137.11	4135.5
1106	233033.70	9107282.15	4172.7	1146	233049.30	9107015.88	4156.1	1186	232965.70	9107114.08	4139.5
1107	233031.32	9107295.60	4179.4	1147	233018.31	9107057.37	4148.5	1187	233287.48	9107021.48	4217.2
1108	232945.25	9107316.07	4170.2	1148	233103.36	9107248.63	4175.6	1188	232994.76	9107133.76	4136.7
1109	232937.49	9107328.22	4175.8	1149	233114.37	9107268.30	4185.8	1189	233002.93	9107117.04	4139.5
1110	233008.07	9107285.96	4169.1	1150	233093.95	9107285.56	4186.5	1190	233026.21	9107123.08	4139.3
1111	233001.37	9107299.07	4174.7	1151	233084.35	9107278.95	4181.1	1191	233230.75	9107038.31	4196.5
1112	232960.42	9107297.44	4165.2	1152	233094.03	9107254.62	4176.3	1192	233027.65	9107142.69	4137.2
1113	232958.37	9107281.29	4158.8	1153	232988.75	9107064.04	4146.7	1193	232974.38	9107151.15	4135.1
1114	232939.22	9107294.66	4158.7	1154	233010.27	9107021.27	4153.8	1194	233204.88	9107048.00	4186.9
1115	232932.11	9107279.34	4151.6	1155	232953.88	9107075.06	4145.6	1195	233199.03	9107037.88	4188.0
1116	232945.17	9107258.65	4149.4	1156	232966.64	9107022.88	4152.4	1196	232976.02	9107166.31	4136.5
1117	232882.30	9107250.75	4137.7	1157	232923.79	9107084.24	4142.8	1197	232956.29	9107163.83	4135.3
1118	232892.53	9107268.84	4145.8	1158	232930.37	9107036.34	4148.5	1198	233196.54	9107046.60	4183.0
1119	232930.48	9107246.52	4143.4	1159	233189.37	9107126.03	4177.4	1199	233183.53	9107035.83	4182.7
1120	232920.21	9107233.09	4138.0	1160	232896.29	9106934.27	4144.9	1200	233183.52	9107035.83	4183.7

Firma de experto validando el instrumento:



FERNANDO SAMUEL
MENÉNDEZ MALDONADO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 106100

Observación:

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS 2

INVESTIGADOR: MALDONADO PARIGUANA FRANK MARTIN

P	Este	Norte	Cota	P	Este	Norte	Cota	P	Este	Norte	Cota
1201	232938.37	9107192.89	4136.4	1241	232940.34	9107204.22	4137.4	1281	233135.32	9106907.47	4221.4
1202	232941.23	9107176.78	4136.6	1242	232943.81	9107205.98	4137.5	1282	233130.98	9106914.16	4215.0
1203	232910.44	9107199.43	4133.4	1243	232948.83	9107188.69	4137.5	1283	232830.77	9107189.60	4123.3
1204	232912.20	9107179.23	4133.0	1244	232954.46	9107190.99	4137.7	1284	232823.93	9107189.96	4121.0
1205	233194.63	9107028.93	4190.2	1245	232961.97	9107180.33	4137.4	1285	233119.70	9106900.88	4221.1
1206	233197.84	9107011.28	4195.9	1246	232959.17	9107176.43	4137.6	1286	232802.81	9107190.58	4116.6
1207	232880.97	9107179.35	4129.6	1247	232982.58	9107169.45	4136.8	1287	232791.55	9107193.96	4114.7
1208	232883.75	9107195.67	4130.4	1248	232974.16	9107163.51	4136.3	1288	232771.23	9107198.98	4109.2
1209	232844.93	9107158.16	4129.4	1249	232988.51	9107166.12	4136.9	1289	232755.56	9107205.40	4104.3
1210	232846.30	9107179.46	4128.8	1250	232980.29	9107163.25	4137.3	1290	232743.92	9107212.49	4101.8
1211	233184.69	9107013.22	4191.4	1251	232974.09	9107199.63	4138.7	1291	233125.52	9106882.67	4234.0
1212	233179.19	9107029.64	4184.8	1252	232982.77	9107202.57	4139.2	1292	232734.22	9107220.88	4099.8
1213	232826.43	9107164.62	4123.6	1253	232993.48	9107196.75	4139.7	1293	232722.87	9107226.16	4098.3
1214	232829.90	9107180.81	4124.5	1254	232998.37	9107191.40	4139.8	1294	232699.92	9107240.08	4095.9
1215	233186.70	9107032.86	4186.0	1255	233054.05	9107149.38	4140.0	1295	233092.10	9106901.21	4219.7
1216	233188.36	9107025.90	4190.4	1256	233006.57	9107186.55	4140.3	1296	232672.51	9107237.49	4094.5
1217	233190.06	9107017.49	4193.6	1257	233015.12	9107188.47	4141.0	1297	232654.86	9107250.87	4094.1
1218	233169.68	9107009.83	4187.2	1258	233041.82	9107150.40	4139.0	1298	232633.32	9107253.14	4093.9
1219	233189.87	9107004.03	4195.0	1259	232953.22	9107197.36	4137.5	1299	233094.47	9106920.14	4206.6
1220	233182.28	9106994.64	4195.2	1260	233131.69	9106923.31	4206.5	1300	232626.11	9107249.27	4093.6
1221	233164.06	9106993.70	4188.4	1261	233131.67	9106923.26	4207.5	1301	232630.20	9107245.07	4093.0
1222	233157.75	9107003.27	4184.5	1262	232940.98	9107209.55	4137.3	1302	233091.03	9106930.91	4199.2
1223	233148.69	9106948.16	4196.2	1263	232933.35	9107202.37	4135.9	1303	233083.39	9106932.94	4198.2
1224	233167.44	9106940.36	4208.2	1264	233021.31	9107147.66	4136.7	1304			
1225	233152.51	9106932.06	4212.4	1265	232922.30	9107198.55	4134.9	1305			
1226	233142.03	9106925.55	4210.1	1266	232914.83	9107188.09	4133.1	1306			
1227	233136.85	9106935.64	4200.6	1267	233143.09	9106922.28	4212.1	1307			
1228	232868.04	9107215.31	4131.2	1268	232902.00	9107182.84	4132.7	1308			
1229	232871.70	9107211.67	4131.4	1269	232888.97	9107182.76	4131.4	1309			
1230	232884.43	9107228.33	4133.5	1270	233147.97	9106921.33	4216.1	1310			
1231	232887.40	9107224.55	4133.5	1271	232874.75	9107180.27	4129.0	1311			
1232	232909.85	9107231.52	4137.1	1272	232973.95	9107151.90	4135.4	1312			
1233	232910.07	9107235.98	4137.4	1273	232857.77	9107181.72	4128.2	1313			
1234	232919.81	9107227.35	4138.0	1274	232964.56	9107153.41	4134.9	1314			
1235	232922.61	9107230.61	4138.0	1275	232848.78	9107187.52	4126.8	1315			
1236	232922.31	9107215.12	4137.6	1276	233153.11	9106909.80	4226.3	1316			
1237	232934.91	9107217.50	4137.6	1277	232954.27	9107154.11	4135.2	1317			
1238	232923.43	9107209.35	4137.4	1278	232954.34	9107154.05	4134.2	1318			
1239	232938.29	9107213.07	4137.6	1279	232837.53	9107189.50	4124.0	1319			
1240	232943.76	9107205.98	4137.5	1280	233139.49	9106901.00	4227.3	1320			

Firma de experto validando el instrumento:



FERNANDO SAMUEL
MENÉNDEZ MALDONADO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 106100

Observación:

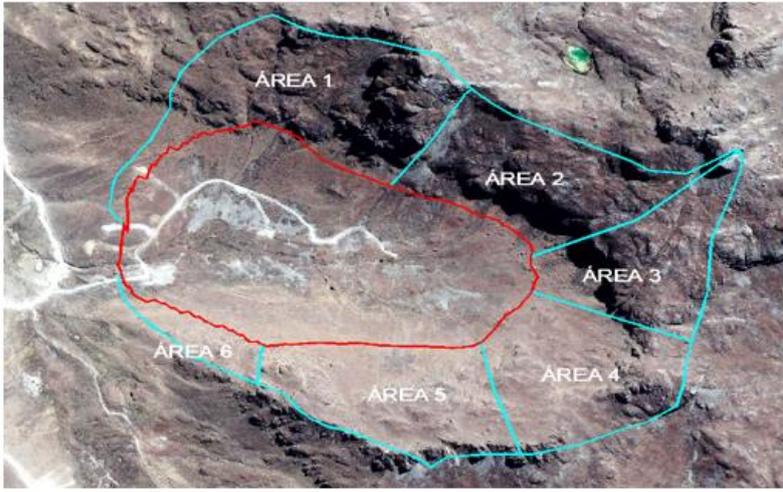
Anexo 4.8 Aplicación de la Ficha de registro 1.

FICHA DE REGISTRO 1	
INVESTIGADOR: MALDONADO PARIGUANA FRANK MARTIN	
INFORMACIÓN HIDROGRÁFICA DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN	
	
Caracterización morfológica:	
Tipo de cuenca:	Microcuenca
Jerarquía:	Exorreica - abierta
Parámetros generales:	
Área:	0.5424 km ²
Perímetro:	5.735 km
Ancho medio:	0.993 km
Longitud de curso mayor:	1.170 km
Altura máxima:	4362 msnm
Altura Mínima:	2054 mnsnm
Pendiente media:	0.316 m/m
Parámetros de forma:	
Perímetro Circular:	2.6107 km
Diámetro circular:	0.831 km
Índice de compacidad:	2.197
Factor de forma:	0.396
Parámetros de diseño - Método del SCS:	
Tormenta de diseño:	Tipo II (SCS)
Número de curva:	80
Tiempo de ratardo:	0.01 h <> 0.02 h
Tiempo de concentración:	0.01 h <> 0.04 h
Abstracción inicial:	12.70 mm
Firma de experto validando el instrumento:	Observación:
  M. Eugenio Gonzales Antunez Ingeniero Civil Reg. CIP. 129169	

Anexo 4.9 Aplicación de la Ficha de registro 2.

FICHA DE REGISTRO 2							
INVESTIGADOR: MALDONADO PARIGUANA FRANK MARTIN							
INSTALACIÓN SEGÚN ENTORNO							
Identificación del sector:							
Este	-	Oeste	x	Norte	x	Sur	x
Estructura hidráulica correspondiente:							
	Sector	Longitud	Pendiente prom.	N°Tramos			
Canal de coronación	Norte	732.00 m	0.01 ~ 0.02 m/m	3			
Canal de coronación	Sur	636.00 m	0.01 ~ 0.02 m/m	2			
Canal de coronación	Este	-	-	-			
Canal de coronación	Oeste	-	-	-			
	Sector	Longitud	Pendiente prom.	N°Tramos			
Rápida	Norte	526.93	0.085 ~ 0.59 m/m	4			
Rápida	Sur	377.86	0.078 ~ 0.53 m/m	4			
Rápida	Este	-	-	-			
Rápida	Oeste	-	-	-			
	Sector	Longitud	Pendiente prom.	N°Tramos			
Disipador de energía	Norte	16.55 m	0	1			
Disipador de energía	Sur	15.00 m	0	1			
Disipador de energía	Este	-	-	-			
Disipador de energía	Oeste	-	-	-			
	Sector	Longitud	Pendiente prom.	N°Tramos			
Canal de derivación	Norte	-	-	-			
Canal de derivación	Sur	-	-	-			
Canal de derivación	Este	-	-	-			
Canal de derivación	Oeste	39.13 m	0.211 m/m	1			
	Sector	Longitud	Pendiente prom.	N°Tramos			
Alcantarilla	Norte	-	-	-			
Alcantarilla	Sur	-	-	-			
Alcantarilla	Este	-	-	-			
Alcantarilla	Oeste	11.54 m	0.072 m/m	1			
Firma de experto validando el instrumento:			Observación:				
  M. Eugenio Gonzales Antunez Ingeniero Civil Reg. CIP. 129169							

Anexo 4.10 Aplicación de la Ficha de registro 3.

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS 3						
INVESTIGADOR: MALDONADO PARIGUANA FRANK MARTIN						
DIVISIÓN DE LA MICROCUENCA						
						
Número de divisiones	6					
Parámetros geométricos						
Parámetros	Microcuenca 1	Microcuenca 2	Microcuenca 3	Microcuenca 4	Microcuenca 5	Microcuenca 6
Área	0.138 km ²	0.097 km ²	0.061 km ²	0.131 km ²	0.086 km ²	0.029 km ²
Pendiente	0.74 m/m	0.81 m/m	0.52 m/m	0.44 m/m	0.67 m/m	0.56 m/m
Longitud	270.80 m	246.40 m	290.00 m	340.00 m	224.60 m	97.20 m
NC	80	80	80	80	80	80
Parámetros para diseño						
Parámetros	Microcuenca 1	Microcuenca 2	Microcuenca 3	Microcuenca 4	Microcuenca 5	Microcuenca 6
Tc	0.03 h	0.02 h	0.03 h	0.04 h	0.02 h	0.01 h
Tr	0.02 h	0.01 h	0.02 h	0.02 h	0.01 h	0.01 h
Abstracción	12.70 mm					
Caudales						
Parámetros	Microcuenca 1	Microcuenca 2	Microcuenca 3	Microcuenca 4	Microcuenca 5	Microcuenca 6
caudal	4.00 m ³ /s	2.80 m ³ /s	1.80 m ³ /s	3.80 m ³ /s	2.50 m ³ /s	0.90 m ³ /s
Firma de experto validando el instrumento:			Observación:			
						

Anexo 5: Fotografías del area de investigación.



Fotografía 1. Vista frontal de la microcuenca donde se ha desarrollado la investigación del cálculo del caudal y diseño del sistema de drenaje superficial.



Fotografía 2. Vista frontal del sector Oeste de la microcuenca donde se ha proyectado el canal de derivación y la alcantarilla de dos ojos. Además, se evidencia la magnitud del volumen de la escorrentía superficial en la parte baja.

Anexo 6.2 Matriz de evaluación de expertos - Ficha de recolección de datos 1.

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS				
Título de la investigación:		Caudal y diseño del sistema de drenaje superficial para la protección de un depósito de desmontes de mina en el distrito de		
Línea de investigación:		Construcción sostenible		
Apellidos y nombres del experto:		Fernando Mendoza Maldonado		
El instrumento:		Ficha de recolección de datos 1		
<p>Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.</p>				
Ítems	Preguntas	Valor		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	x		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la	x		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	x		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la	x		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	x		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los	x		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de	x		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	x		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	x		
Sugerencias:				
Firma de experto:				
 <p style="text-align: center;"> <small> FERNANDO SAMUEL MENDOZA MALDONADO INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 106100 </small> </p>				

Anexo 6.3 Validación de Ficha de recolección de datos 2.

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS 2											
INVESTIGADOR: MALDONADO PARIGUANA FRANK MARTIN											
P	Este	Norte	Cota	P	Este	Norte	Cota	P	Este	Norte	Cota
1				41				81			
2				42				82			
3				43				83			
4				44				84			
5				45				85			
6				46				86			
7				47				87			
8				48				88			
9				49				89			
10				50				90			
11				51				91			
12				52				92			
13				53				93			
14				54				94			
15				55				95			
16				56				96			
17				57				97			
18				58				98			
19				59				99			
20				60				100			
21				61				101			
22				62				102			
23				63				103			
24				64				104			
25				65				105			
26				66				106			
27				67				107			
28				68				108			
29				69				109			
30				70				110			
31				71				111			
32				72				112			
33				73				113			
34				74				114			
35				75				115			
36				76				116			
37				77				117			
38				78				118			
39				79				119			
40				80				120			

Firma de experto validando el instrumento:  <small> FERNANDO SAMUEL MALDONADO PERUERO CIVIL Reg. CIP N° 106100 </small>	Observación:
--	-----------------------------

Anexo 6.4 Matriz de evaluación de expertos - Ficha de recolección de datos 2.

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS				
Título de la investigación:		Caudal y diseño del sistema de drenaje superficial para la protección de un depósito de desmontes de mina en el distrito de		
Línea de investigación:		Construcción sostenible		
Apellidos y nombres del experto:		Fernando Mendoza Maldonado		
El instrumento:		Ficha de recolección de datos 2		
<p>Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.</p>				
Ítems	Preguntas	Valor		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	x		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la	x		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	x		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la	x		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	x		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los	x		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de	x		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	x		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	x		
Sugerencias:				
Firma de experto:				
 <p>FERNANDO SANJEL MENDOZA MALDONADO INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 106100</p>				

Anexo 6.5 Validación de Ficha de registro 1.

FICHA DE REGISTRO 1															
<p>INVESTIGADOR: MALDONADO PARIGUANA FRANK MARTIN</p> <p style="text-align: center;">INFORMACIÓN HIDROGRÁFICA DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN</p> <div style="text-align: center;">  </div>															
<p>Caracterización morfológica:</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 40%; border: 1px solid black; padding: 2px;">Tipo de cuenca:</td> <td style="border: 1px solid black; width: 60%;"></td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Jerarquía:</td> <td style="border: 1px solid black;"></td> </tr> </table>		Tipo de cuenca:		Jerarquía:											
Tipo de cuenca:															
Jerarquía:															
<p>Parámetros generales:</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 40%; border: 1px solid black; padding: 2px;">Área:</td><td style="border: 1px solid black;"></td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Perímetro:</td><td style="border: 1px solid black;"></td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Ancho medio:</td><td style="border: 1px solid black;"></td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Longitud de curso mayor:</td><td style="border: 1px solid black;"></td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Altura máxima:</td><td style="border: 1px solid black;"></td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Altura Mínima:</td><td style="border: 1px solid black;"></td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Pendiente media:</td><td style="border: 1px solid black;"></td></tr> </table>		Área:		Perímetro:		Ancho medio:		Longitud de curso mayor:		Altura máxima:		Altura Mínima:		Pendiente media:	
Área:															
Perímetro:															
Ancho medio:															
Longitud de curso mayor:															
Altura máxima:															
Altura Mínima:															
Pendiente media:															
<p>Parámetros de forma:</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 40%; border: 1px solid black; padding: 2px;">Perímetro Circular:</td><td style="border: 1px solid black;"></td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Diámetro circular:</td><td style="border: 1px solid black;"></td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Índice de compacidad:</td><td style="border: 1px solid black;"></td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Factor de forma:</td><td style="border: 1px solid black;"></td></tr> </table>		Perímetro Circular:		Diámetro circular:		Índice de compacidad:		Factor de forma:							
Perímetro Circular:															
Diámetro circular:															
Índice de compacidad:															
Factor de forma:															
<p>Parámetros de diseño - Método del SCS:</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 40%; border: 1px solid black; padding: 2px;">Tormenta de diseño:</td><td style="border: 1px solid black;"></td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Número de curva:</td><td style="border: 1px solid black;"></td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Tiempo de ratardo:</td><td style="border: 1px solid black;"></td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Tiempo de concentración:</td><td style="border: 1px solid black;"></td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Abstracción inicial:</td><td style="border: 1px solid black;"></td></tr> </table>		Tormenta de diseño:		Número de curva:		Tiempo de ratardo:		Tiempo de concentración:		Abstracción inicial:					
Tormenta de diseño:															
Número de curva:															
Tiempo de ratardo:															
Tiempo de concentración:															
Abstracción inicial:															
<p>Firma de experto validando el instrumento:</p> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  </div>	<p>Observación:</p>														

Anexo 6.6 Matriz de evaluación de expertos - Ficha de registro 1.

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS				
Título de la investigación:		Caudal y diseño del sistema de drenaje superficial para la protección de un depósito de desmontes de mina en el distrito de		
Línea de investigación:		Construcción sostenible		
Apellidos y nombres del experto:		Melquiades Eugenio Gonzales Antúnez		
El instrumento:		Ficha de registro 1		
Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.				
Ítems	Preguntas	Valor		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	x		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la	x		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	x		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la	x		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	x		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los	x		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de	x		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	x		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	x		
Sugerencias:				
Firma de experto:				
  M. Eugenio Gonzales Antúnez Ingeniero Civil Reg. CIP. 129169				

Anexo 6.7 Validación de Ficha de registro 2.

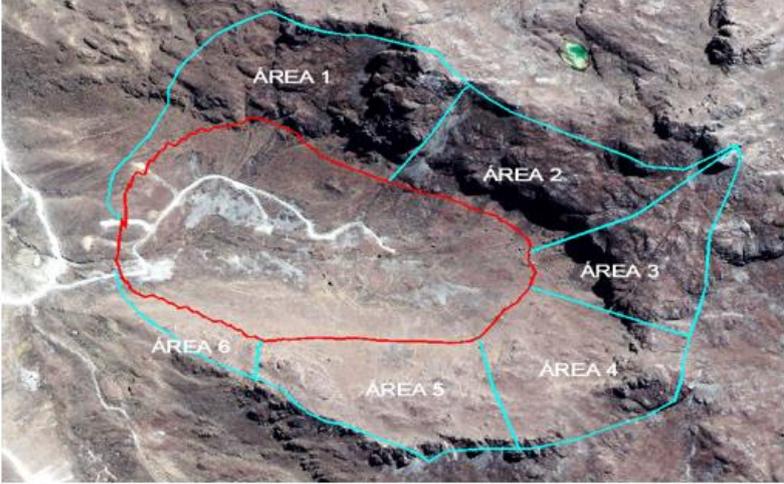
FICHA DE REGISTRO 2							
INVESTIGADOR: MALDONADO PARIGUANA FRANK MARTIN							
INSTALACIÓN SEGÚN ENTORNO							
Identificación del sector:							
Este		Oeste		Norte		Sur	
Estructura hidráulica correspondiente:							
	Sector	Longitud	Pendiente prom.	N°Tramos			
Canal de coronación							
Canal de coronación							
Canal de coronación							
Canal de coronación							
	Sector	Longitud	Pendiente prom.	N°Tramos			
Rápida							
Rápida							
Rápida							
Rápida							
	Sector	Longitud	Pendiente prom.	N°Tramos			
Disipador de energía							
Disipador de energía							
Disipador de energía							
Disipador de energía							
	Sector	Longitud	Pendiente prom.	N°Tramos			
Canal de derivación							
Canal de derivación							
Canal de derivación							
Canal de derivación							
	Sector	Longitud	Pendiente prom.	N°Tramos			
Alcantarilla							
Alcantarilla							
Alcantarilla							
Alcantarilla							

Firma de experto validando el instrumento: <div style="text-align: center;">  <p>M. Eugenio Gonzales Arbolez Ingeniero Civil Reg. CIP. 129169</p> </div>	Observación:
---	-----------------------------

Anexo 6.8 Matriz de evaluación de expertos - Ficha de registro 2.

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS				
Título de la investigación:		Caudal y diseño del sistema de drenaje superficial para la protección de un depósito de desmontes de mina en el distrito de		
Línea de investigación:		Construcción sostenible		
Apellidos y nombres del experto:		Melquiades Eugenio Gonzales Antúnez		
El instrumento:		Ficha de registro 2		
Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.				
Ítems	Preguntas	Valor		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	x		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la	x		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	x		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la	x		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	x		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los	x		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de	x		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	x		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	x		
Sugerencias:				
Firma de experto:				
  M. Eugenio Gonzales Antúnez Ingeniero Civil Reg. CIP. 129169				

Anexo 6.9 Validación de Ficha de registro 3.

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS 3						
INVESTIGADOR: MALDONADO PARIGUANA FRANK MARTIN						
DIVISIÓN DE LA MICROCUENCA						
						
Número de divisiones	<input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>					
Parámetros geométricos						
Parámetros	Microcuenca 1	Microcuenca 2	Microcuenca 3	Microcuenca 4	Microcuenca 5	Microcuenca 6
Área						
Pendiente						
Longitud						
NC						
Parámetros para diseño						
Parámetros	Microcuenca 1	Microcuenca 2	Microcuenca 3	Microcuenca 4	Microcuenca 5	Microcuenca 6
Tr						
Tc						
Abstracción						
Caudales						
Parámetros	Microcuenca 1	Microcuenca 2	Microcuenca 3	Microcuenca 4	Microcuenca 5	Microcuenca 6
caudal						
Firma de experto validando el instrumento: <div style="text-align: center;">   M. Eugenio Gonzales Antunez Ingeniero Civil Reg. CIP. 129189 </div>				Observación: 		

Anexo 6.10 Matriz de evaluación de expertos - Ficha de registro 3.

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS				
Título de la investigación:		Caudal y diseño del sistema de drenaje superficial para la protección de un depósito de desmontes de mina en el distrito de		
Línea de investigación:		Construcción sostenible		
Apellidos y nombres del experto:		Melquiades Eugenio Gonzales Antúnez		
El instrumento:		Ficha de registro 3		
<p>Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.</p>				
Ítems	Preguntas	Valor		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	x		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la	x		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	x		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la	x		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	x		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los	x		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de	x		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	x		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	x		
Sugerencias:				
Firma de experto:				
  M. Eugenio Gonzales Antúnez Ingeniero Civil Reg. CIP. 129169				

Anexo 6.11 Matriz de evaluación de expertos – Metodólogo.

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS				
Título de la investigación:		Caudal y diseño del sistema de drenaje superficial para la protección de un depósito de desmontes de mina en el distrito de		
Línea de investigación:		Construcción sostenible		
Apellidos y nombres del experto:		Josualdo Carlos Villar Quiroz		
Los instrumentos de medición - variable:		Independiente 1 e independiente 2		
<p>Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.</p>				
Ítems	Preguntas	Valor		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	x		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la	x		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	x		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la	x		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	x		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los	x		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de	x		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	x		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	x		
Sugerencias:				
Firma de experto:				
				

Anexo 7: Autorización de uso de información.



AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN

La Empresa:

Ingeniería, Gerencia y Minería S.A.C.-IGEMIN S.A.C.,

mediante el presente documento otorga la autorización para el uso de información al Sr.

FRANK MARTIN MALDONADO PARIGUANA

identificado con DNI 44427698, bajo los siguientes términos:

La finalidad de la autorización de uso de información es estricta y exclusivamente para el desarrollo de un Proyecto de Investigación (Tesis), el estudio que contiene la información solicitada es: **"Ingeniería de Detalle del Depósito de Desmonte Molinetes de la UEA Retamas"** desarrollado por **IGEMIN S.A.C.**, la información específica requerida se detalla a continuación:

1. Registro de la precipitación máxima anual en 24 horas (estación San Andrés), desde 1997 hasta 2015.
2. Registro de frecuencia para la precipitación máxima en periodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50, 100, 200 y 500 años.
3. Variables meteorológicas.
4. Información geoespacial de dos puntos geodésicos certificados.
5. Levantamiento topográfico (1303 puntos).
6. Límite de apilamiento de desmonte.
7. Panel fotográfico.

Se expide la presente a solicitud del interesado, los fines que estime conveniente.

Lima, 12 de mayo de 2022.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, JOSUALDO CARLOS VILLAR QUIROZ, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Caudal y diseño del sistema de drenaje superficial para la protección de un depósito de desmontes de mina en el departamento de La Libertad, 2022.", cuyo autor es MALDONADO PARIGUANA FRANK MARTIN, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 21.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 11 de Febrero del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
JOSUALDO CARLOS VILLAR QUIROZ DNI: 40132759 ORCID: 0000-0003-3392-9580	Firmado electrónicamente por: JVILLARQ el 11-02- 2023 12:24:45

Código documento Trilce: TRI - 0532442