



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Evaluación del flujo detrítico con la implementación de infraestructuras
hidráulicas en la quebrada corrales Chosica – Lima, 2021

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

AUTORES:

Huaraca Sánchez, Aldo Porfirio (<https://orcid.org/0000-0003-0197-1493>)

Vela Cañari, Juan Carlos (<https://orcid.org/0000-0002-8229-9872>)

ASESORA:

Mg. Arriola Moscoso, Cecilia (<https://orcid.org/0000-0003-2497-294X>)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

LIMA - PERÚ

2021

DEDICATORIA

A mi familia, por darme su apoyo incondicional a pesar del poco tiempo que le he dedicado. A mi hijo, esposa, madre, hermanos, quienes son mi razón e inspiración para concretar uno de mis sueños de ser Ingeniero Civil, sobre todo a Dios por siempre guiar mis pasos.

Aldo Porfirio Huaraca Sánchez

A mis padres, hermanos quienes han sido el pilar fundamental para poder conseguir mis objetivos, a los docentes, por haberme brindado sus conocimientos, al grupo de amigos que conocí en la universidad, con quienes compartimos grandes momentos de estudio. A todas las personas que me crucé en mi camino y aprendí de ellos para convertirme en una mejor persona.

Juan Carlos Vela Cañari

AGRADECIMIENTO

Estoy agradecido a mi casa de estudios la Universidad César Vallejo por brindarme la oportunidad de alcanzar mi objetivo de ser Ingeniero Civil. A todas las personas que, de alguna manera me ayudaron a la culminación de mi tesis. Principalmente a Dios por el día a día por brindarme fortaleza y empuje en este largo proceso del desarrollo de esta tesis.

Aldo Porfirio Huaraca Sánchez

Agradezco a mi madre Lili por haber confiado en mí y haberme dado la oportunidad de cumplir el sueño de convertirme en Ingeniero civil. Agradezco a Dios por permitirme tener vida y cumplir todos los objetivos que me he trazado profesionalmente. A todos los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Sede Lima Norte.

Juan Carlos Vela Cañari

Índice de contenidos

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	16
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	16
3.2. Variables y operacionalización.....	18
3.3. Población, muestra y muestreo.....	19
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	21
3.5. Procedimientos.....	23
3.6. Método de análisis de datos.....	25
3.7. Aspectos éticos.....	25
3.8. Unidad de análisis	25
IV. RESULTADOS.....	26
V. DISCUSIÓN.....	82
VI.CONCLUSIONES.....	84
VII.RECOMENDACIONES.....	85
REFERENCIAS.....	86
ANEXOS.....	95

Índice de tablas

Tabla 1. Valores para el calculo de coeficiente de rugosidad.....	12
Tabla 2. Coeficiente de escorrentía.....	13
Tabla 3. Técnica e instrumento de recolección de datos.....	22
Tabla 4. Valoración de coeficiente de Kappa.....	23
Tabla 5. Coordenadas UTM de la microcuenca.....	28
Tabla 6. Datos del cauce	28
Tabla 7. Datos de precipitación completadas de la Estación Santa Eulalia	29
Tabla 8. Precipitaciones máximas anuales y acumuladas	30
Tabla 9. Ajuste de precipitación de la Estación Santa Eulalia	32
Tabla 10. Coeficiente de determinación y correlación	33
Tabla 11. Delta máximo y Delta crítico de las distribuciones estadísticas	37
Tabla 12. Relación de numero de intervalo de observación.....	38
Tabla 13. Precipitaciones máximas anuales y precipitación corregida	38
Tabla 14. Precipitaciones máximas posibles (mm/24Hrs).....	39
Tabla 15. Intensidad de la lluvia (mm/hr) según el periodo de retorno	39
Tabla 16. Resumen de aplicación de regresión potencial	43
Tabla 17. Intensidad – Tiempo de duración – Frecuencia (IDF)	45
Tabla 18. . Intensidad para cada periodo de retorno	47
Tabla 19. Caudal calculado por el método racional.....	47
Tabla 20. Coordenadas UTM del Levantamiento topográfico del cauce.....	49
Tabla 21. Velocidad del flujo detrítico en condiciones naturales en la quebrada Corrales	54
Tabla 22. Tirante del flujo detrítico en condiciones naturales en la quebrada Corrales	56
Tabla 23. Profundidad de socavación del flujo en condiciones naturales en la quebrada Corrales	59
Tabla 24. Velocidad del flujo detrítico con infraestructuras en la quebrada Corrales.....	65
Tabla 25. Tirante del flujo detrítico con infraestructuras en la quebrada Corrales	66
Tabla 26. Profundidad de socavación del flujo con infraestructuras en la quebrada Corrales	69

Tabla 27. Comparación de las velocidades del flujo detrítico en la quebrada Corrales.....	74
Tabla 28. Comparación de los tirantes del flujo detrítico en la quebrada Corrales...	76
Tabla 29. Comparación de la profundidad de socavación del flujo detrítico en la quebrada Corrales.....	77
Tabla 30. Comparación del área de las zonas urbanas de inundación en la quebrada Corrales.....	79
Tabla 31. Comparación del volumen retenido del flujo en detritos en la quebrada Corrales.....	81

Índice de figuras

Figura 1. Fuerzas estabilizantes y desestabilizantes en un muro de contención....	10
Figura 2. Tramos de longitud del cauce.....	15
Figura 3. Esquema de diseño.....	17
Figura 4. Quebradas del distrito de Lurigancho – Chosica.....	20
Figura 5. Mapa de unidades geomorfológicas.....	20
Figura 6. Ubicación de la zona de estudio.....	26
Figura 7. Georreferenciación de la zona de estudio	27
Figura 8. Ubicación de la zona de estudio	27
Figura 9. Método de doble masa de la estación Santa Eulalia.....	31
Figura 10. Precipitaciones corregidas de la estación de Santa Eulalia.....	33
Figura 11. Precipitaciones máximas anuales corregidas estación Santa Eulalia...	34
Figura 12. Serie anual de precipitaciones de la estación Santa Eulalia.....	35
Figura 13. Hidrograma de PearsonIII	36
Figura 14. Distribución de PearsonIII.....	36
Figura 15. Nivel de significancia al 1%, 5%, 10% y Deltas máximos de las distribuciones.....	37
Figura 16. Curva IDF del periodo de retorno de 2 años.....	40
Figura 17. Curva IDF del periodo de retorno de 5 años.....	40
Figura 18. Curva IDF del periodo de retorno de 10 años.....	41
Figura 19. Curva IDF del periodo de retorno de 25 años.....	41
Figura 20. Curva IDF del periodo de retorno de 50 años.....	42
Figura 21. Curva IDF del periodo de retorno de 100 años.....	42
Figura 22. Curva IDF del periodo de retorno de 500 años.....	43
Figura 23. Resumen de aplicación de regresión potencial.....	44
Figura 24. Curva de intensidad – Duración – Frecuencia.....	46
Figura 25. Descripción geológica de la parte superior de la quebrada Corrales...	50
Figura 26. Descripción geológica de la parte inferior de la quebrada Corrales.....	51
Figura 27. Velocidad del flujo detrítico en condiciones naturales en la quebrada Corrales	53
Figura 28: Tirante del flujo detrítico en condiciones naturales en la quebrada Corrales	55

Figura 29: Altura del flujo detrítico en condiciones naturales en la quebrada Corrales.....	57
Figura 30: Perfil longitudinal del terreno y después del evento en condiciones naturales en la quebrada Corrales.....	58
Figura 31: Área de inundación en condiciones naturales en la quebrada Corrales	60
Figura 32: Área de inundación de las zonas urbanas	60
Figura 33: Altura del flujo detrítico en condiciones naturales en la quebrada Corrales	62
Figura 34: Perfil longitudinal del terreno antes y después del evento en condiciones naturales en la quebrada Corrales	62
Figura 35: Velocidad del flujo detrítico con infraestructuras hidráulicas en la quebrada Corrales	64
Figura 36: Tirante del flujo detrítico con infraestructuras hidráulicas en la quebrada Corrales	66
Figura 37: Altura del flujo detrítico con infraestructuras en la quebrada Corrales	67
Figura 38: Perfil longitudinal del terreno antes y después del evento con infraestructuras en la quebrada Corrales	68
Figura 39: Área de inundación de las zonas urbanas de la quebrada Corrales....	70
Figura 40: Altura del flujo detrítico depositado con infraestructuras en la quebrada	71
Figura 41: Perfil longitudinal del terreno antes y después del evento con infraestructuras en la quebrada Corrales	71
Figura 42: Velocidad del flujo en condiciones naturales detrítico en la quebrada Corrales	73
Figura 43: Velocidad del flujo detrítico con infraestructuras hidráulicas en la quebrada Corrales	73
Figura 44: Tirante del flujo detrítico en condiciones naturales en la quebrada Corrales	75
Figura 45: Tirante del flujo detrítico con infraestructuras hidráulicas en la quebrada Corrales	75
Figura 46: Perfil del terreno antes y después del evento en condiciones naturales de la quebrada Corrales	76

Figura 47: Perfil del terreno antes y después del evento con infraestructuras en la quebrada Corrales	77
Figura 48. Área de inundación de las zonas urbanas en condiciones naturales en la quebrada Corrales	78
Figura 49: Área de inundación de las zonas urbanas con infraestructuras en la quebrada Corrales	79
Figura 50: Altura del flujo detrítico depositado en condiciones naturales en la quebrada Corrales	80
Figura 51: Altura del flujo detrítico depositado con infraestructuras en la quebrada Corrales	80

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo principal evaluar el comportamiento del flujo detrítico con la implementación de infraestructuras hidráulicas en la quebrada Corrales Chosica - Lima, 2021. Esta investigación se realizó con el método científico de diseño experimental y de tipo cuasiexperimental, el tipo de investigación es aplicada, nivel correlacional y enfoque cuantitativo, puesto que los indicadores se pueden medir numéricamente. La población, fue todas las quebradas del distrito de Lurigancho-Chosica del margen izquierdo en dirección de Lima a Chosica, teniendo así una población finita, la unidad de análisis de la investigación es la quebrada, muestreo no probabilístico, teniendo, así como muestra a la quebrada Corrales, ya que esta presenta una característica en particular (pendiente muy pronunciada) respecto a las demás quebradas.

En los resultados se pudo observar que mediante el modelamiento del flujo de detritos con la implementación de infraestructuras hidráulicas con tres diques (retención y disipadores de energía), muro de encauzamiento y una alcantarilla de 4 aberturas, estas estructuras influyen en el comportamiento del flujo detrítico de la quebrada Corrales, mitigando así una de las problemáticas que viene sufriendo los pobladores de la Asociación de rayos del Sol en los últimos años (inundación de las zonas urbanas).

Palabras clave: Flujo de detritos, diques de retención, muro de encauzamiento, alcantarilla, quebrada

ABSTRACT

The main objective of this research was to evaluate the behavior of detrital flow with the implementation of hydraulic infrastructures in the Corrales Chosica creek - Lima, 2021. This research was conducted with the scientific method of experimental design and quasi-experimental type, the type of research is applied, correlational level and quantitative approach, since the indicators can be measured numerically. The population was all the streams in the district of Lurigancho-Chosica on the left margin in the direction from Lima to Chosica, thus having a finite population, the unit of analysis of the research is the stream, non-probabilistic sampling, thus having Corrales stream as a sample, since it has a particular characteristic (very steep slope) with respect to the other streams.

The results showed that by modeling the debris flow with the implementation of hydraulic infrastructures with three dams (retention and energy dissipators), a channeling wall and a culvert with 4 openings, these structures influence the behavior of the detrital flow of the Corrales stream, thus mitigating one of the problems that the inhabitants of the Association of Rays of the Sun have been suffering in recent years (flooding of urban areas).

Keywords: Debris flow, retention dikes, channeling wall, culvert, creek.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad el cambio climático es un problema ambiental considerado a nivel mundial. A consecuencia de ello el planeta está expuesto a altas temperaturas y esta a su vez ha originado el incremento de las precipitaciones. Unos países son más afectados que otros porque en su orografía presentan quebradas, que es por donde transcurre el huayco y lleva todo lo que encuentre en su camino, llegando a la falda de los cerros y desbordándose.

En marzo del año 2015 la Región de Atacama - Chile sufrió precipitaciones de 50mm hasta 90mm. La escorrentía bajaba a través de la Quebrada Paipote, debido a que esta no cuenta con sistemas estructurales que encausen el huayco, se desbordó llevando sedimentos hacia gran parte de la región. Afectando así a las provincias de Chañaral, Copiapó y Huasco, este evento trajo como consecuencia la muerte de más de 50 personas y una gran pérdida millonaria de bienes. La población ha quedado afectada mentalmente, generándoles un trauma, ellos no esperaban vivir una experiencia catastrófica.

El 27 de julio de 2011, un flujo de escombros catastrófico en el monte Majeok, en la zona de Cheonjeon-ri, en la ciudad de Chuncheon, en la provincia de Gangwon, que provocó la muerte de 10 estudiantes universitarios y tres adultos, y 26 heridos. La catástrofe fue causada por las lluvias torrenciales, causadas a su vez por el reciente clima extremo. Las precipitaciones previas al desprendimiento fueron de unos 525 mm. aproximadamente 525 mm, y las precipitaciones del día del incidente fue de 255 mm; las precipitaciones registradas superaron el nivel de alerta por desprendimiento. El 10 de septiembre de 2015 se rompió un dique en el río Kinu durante una fuerte lluvia, lo que inundó la cuenca del río aguas abajo y causó daños muy graves. El mecanismo de la rotura se estimó a partir de investigaciones detalladas del estado del suelo del dique y del terreno que lo rodeaba, del proceso de desbordamiento y rotura, y los daños por filtración cerca de la rotura.

Perú no ha sido un país ajeno a sufrir por este gran desastre natural, siendo el distrito de Chosica perteneciente al departamento de Lima, uno de los más golpeados. Este evento fue muy agresivo en los años 1983, 1987, 1997, y 2012 la municipalidad, por otro lado, estas quebradas no contaban con elementos estructurales que no permitan su desborde. Debido a estas razones los pobladores de la zona fueron muy afectados, muchos de ellos perdieron la vida, su hogar, la carretera central se cerró temporalmente generándose así congestión vehicular por días.

El distrito de Lurigancho Chosica cuenta con un conjunto de quebradas como son: Pedregal, Nicolas de Piérola, California, Corrales entre otros. Este último como las demás, en épocas de lluvias entre enero y abril se activan, desencadenando huaycos, el cual se desborda provocando inundaciones, pérdida de vidas humanas, la destrucción de viviendas, servicios públicos (educación, salud, saneamiento, etc.), así mismo el bloqueo y deterioro del pavimento tanto las vías locales como principales. Esto debido a ineficiencia para gestionar proyectos como muros de contención para encausar la quebrada, diques y mallas para que retengan los sedimentos alcantarillas de gran dimensión que permitan seguir el curso del huayco hacia el río Rímac sin interrumpir el tránsito vehicular y peatonal en la carretera central.

Existen diferentes alternativas de solución referidos a nuestra problemática de las cuales proponemos en primer lugar construir obras longitudinales como, muros de contención en los tramos críticos para así encausar y evitar desborde del flujo de detritos, y a su vez obras transversales tales como diques, con la finalidad de retener los sedimentos y disipar la energía del flujo, y por último obras de paso como alcantarilla para conducir de manera óptima la esorrentía, sin producir desbordamiento de tal manera que no perjudique o comprometa la integridad de la superestructura, ya que el cauce intercepta a la carretera central antes de llegar a la zona de descarga en el río Rímac.

Es por ello que en la investigación se planteó el siguiente problema general ¿Cuál es el comportamiento del flujo detrítico con la implementación de infraestructuras hidráulicas en la quebrada Corrales Chosica - Lima, 2021?. Asimismo, los

problemas específicos: ¿Cuánto es la velocidad, tirante y profundidad de socavación del flujo detrítico para la implementación de infraestructuras hidráulicas en la quebrada Corrales Chosica – Lima, 2021? ¿En cuánto se modifica el área de inundación de las zonas urbanas con la implementación de infraestructuras hidráulicas en la quebrada Corrales Chosica – Lima, 2021?. ¿Cuál es volumen retenido de sedimentos del flujo de detritos con la implementación de infraestructuras hidráulicas en la quebrada Corrales Chosica – Lima, 2021?.

Justificación teórica, debido a que se pretende ampliar teorías acerca de las alternativas de mitigación ante las inundaciones para aluviones en quebradas y con la cual se puede medir el comportamiento de flujo de detritos.

Justificación social, porque se propone alternativas de solución en beneficio directo a los pobladores de las comunidades adyacentes a la quebrada Corrales (Asociación Villa don Bosco, Asentamiento humano las Magnolias y Asociación de propietarios Rayos del sol de Chosica). Que se ven afectados ante este tipo de fenómenos naturales en los meses de enero, febrero, y marzo de las últimas décadas.

Justificación práctica, ya que se propone alternativas para mitigar en un importante porcentaje las pérdidas humanas, de viviendas, veredas, alumbrado público, áreas verdes, infraestructura vial, lo cual representaría una reducción en pérdidas económicas y materiales en la zona de estudio.

Justificación económica, dado que se propone eliminar el daño a viviendas, escaleras y pavimento con la implementación de infraestructuras hidráulicas para encauzar y conducir el flujo detrítico hacia el río Rímac sin perjudicar a nada ni nadie.

La presente investigación tiene como objetivo general: Evaluar el comportamiento del flujo detrítico con la implementación de infraestructuras hidráulicas en la quebrada Corrales Chosica - Lima, 2021, y como objetivos específicos: Estimar la velocidad, tirante y profundidad de socavación del flujo detrítico para la implementación de infraestructuras hidráulicas en la quebrada Corrales Chosica – Lima, 2021. Estimar el área de inundación de las zonas urbanas con la

implementación de infraestructuras hidráulicas en la quebrada Corrales Chosica – Lima, 2021. Estimar el volumen retenido del flujo de detritos con la implementación de infraestructuras hidráulicas en la quebrada Corrales Chosica – Lima, 2021.

Para la investigación presentada es pertinente plantear la hipótesis general: Las infraestructuras hidráulicas influyen en el comportamiento del flujo detrítico en la quebrada Corrales Chosica - Lima, 2021, y las hipótesis específicas: La velocidad, tirante y profundidad de socavación del flujo detrítico se alteran con la implementación de infraestructuras hidráulicas en la quebrada Corrales Chosica – Lima, 2021. El área de inundación se reduce con la implementación de infraestructuras hidráulicas en la quebrada Corrales Chosica – Lima, 2021. El volumen retenido del flujo de detritos aumenta con la implementación de infraestructuras hidráulicas en la quebrada Corrales Chosica – Lima, 2021.

II. MARCO TEÓRICO

Como antecedentes internacionales tenemos a Pivalica (2017), teniendo como objetivo proponer la mejor opción sobre los sistemas de contención de aluviones para la quebrada Los Cañas en la comuna de La Florida en la Región Metropolitana. En el cual se fijan las siguientes conclusiones la construcción de muros de gaviones para encausar la zona baja de la quebrada Lo Cañas puede evitar las inundaciones en zonas aledañas, y así permitir que el flujo llegue a su destino de forma más segura.

Ochoa y Buitrago (2013) en su tesis, tuvo como objetivo formular recomendaciones que permitan el planteamiento de soluciones sencillas y técnicamente correctas para la implementación de obras de protección y control de cauces. En el cual se fijan la siguiente conclusión las obras de protección de cauces, permiten optimizar el recorrido dinámico de estos, sin embargo, las condiciones naturales no se ven modificada totalmente, contrario a esto se busca mejorar, aprovechar y mantener la configuración que tenía inicialmente.

Miranda (2011) en su tesis, tuvo como objetivo generar propuestas que ayuden a mitigar la inundación, en la cuenca baja Arroyo Xhosda, San Juan del Río, Querétaro. Se obtuvieron los siguientes resultados con la implementación de las obras naturalísticas e hidráulicas el área inundable disminuye un 48.73%, así como la disminución del tirante de inundación de pasar de 0.98 a solo 0.11 centímetros. Finalmente, se fijan las siguientes conclusiones debido a la gran baja de tirante de inundación el total de personas beneficiadas serán a 32,144 personas las cuales no tendrán riesgos de inundación.

Por otro lado, Montserrat (2005), en su tesis tuvo como objetivo estudiar mediante un experimento la dinámica de flujo de detritos, su comportamiento hidráulico y la capacidad de retención de los sedimentos que conlleva el cauce mediante una simulación de obras de protección con barreras permeables e impermeables contra aluviones. Este trabajo de investigación tuvo como resultados. en el cual se fijaron las siguientes conclusiones las barreras impermeables pueden ser importantes trampas de sedimento en pendientes llanas, por otro lado, las barreras permeables

tienen la capacidad de retener volúmenes de sedimento y de esta manera retardar el caudal del flujo.

Como antecedentes nacionales tenemos a Aguilar y Mamani (2019), teniendo como objetivo determinar la variación de los parámetros hidrológicos con la incorporación de muros de contención en el cauce de San Antonio de Pedregal mediante el modelamiento hidráulico con el software GEO HEC RAS 2D. Aplicando una metodología tipo aplicada, nivel descriptivo, diseño no experimental y con un enfoque cuantitativo, en el cual se obtuvieron los siguientes resultados al incorporar cuatro muros de contención en tramos donde se produce desbordes, se estimó una velocidad de 3.3m/s y un tirante máximo de 3.0m mediante la simulación del flujo de detritos de la quebrada San Antonio de Pedregal. Finalmente se fijan las siguientes conclusiones con la incorporación de los muros de contención se obtuvo 4,204.00m² de área inundable dando como resultado 0.00 viviendas afectadas y 0.00 habitantes damnificados.

Por otro lado, Chapoñan (2019), en su tesis, tuvo como objetivo determinar los parámetros hidráulicos para realizar el diseño de la defensa ribereña en el sector Batasol del río Rímac, Chosica, 2019. Empleado una metodología de tipo aplicada, diseño no experimental y nivel descriptivo, los resultados son los siguientes en el sector Batasol se estimó un coeficiente de rugosidad de $n = 0.004$, velocidad promedio para un periodo de retorno de 200 años es de 4.71m/s, el tirante máximo de 3.89m, la y la altura de socavación estimada es de 2.50m para un periodo de retorno de 500 años para un caudal máximo determinado. Finalmente, se fijan las siguientes conclusiones que los muros de contención son óptimos para mitigar la vulnerabilidad ante los desbordes del río Rímac en el sector Batasol, el cual permitirá garantizar la protección ante los desbordes máximos de agua.

Santuyo y Zambrano (2019) en su tesis tuvo como objetivo proponer alternativas de mitigación para el flujo de detritos en la zona de descarga de la quebrada Quirio-Chosica-Perú, Aplicando una metodología de tipo descriptivo-correlacional-explicativo, con un diseño no experimental y longitudinal en el cual se obtuvieron los siguientes resultados que, para un periodo de retorno de 500 años, con la colocación de 5 barreras geodinámicas el cual permitieron en conjunto retener

7,568.81m³ de material sólido del flujo de detritos, estos resultados se obtuvieron mediante el modelamiento hidráulico del software RAMMS. Finalmente, el trabajo de investigación se fijan las siguientes conclusiones se logró mitigar 140Ha de área inundable de las zonas urbanas es por ello que las barreras geodinámicas son la mejor alternativa para esta investigación.

Ordoñez y Ruiz (2019) en su tesis, tuvo como objetivo analizar, evaluar y proponer las alternativas posibles para el control del flujo de detritos de la Quebrada El Tingo. Empleando una metodología con un diseño no experimental y de tipo descriptivo-correlacional y que mostraron los siguientes resultados la retención total de volumen de detritos de los 9 diques es igual a 889, 717m³ cantidad que supera el volumen de detritos de 366, 456 m³ para un tiempo de retorno de 500 años estimado mediante la modelación numérica FLO2D y el volumen teórico estimado mediante las fórmulas propuestas por Takahashi de 793, 987 m³ para un periodo de retorno de 500 años. Finalmente, el trabajo de investigación se fijan las siguientes conclusiones la alternativa de dique de gavión es adecuada para la quebrada ya que cumple con su finalidad.

Hidalgo (2018) en su tesis, tuvo como objetivo, aplicando una metodología de un enfoque mixto de tipo investigación-acción, de tipo descriptivo-explicativo-y correlacional y con un diseño cualitativo. Se obtuvieron los siguientes resultados para un periodo de retorno de 100 años, mediante el hidrograma sintético se obtuvo un caudal máximo de 280.37 m³/s y con la implementación de diques de concreto ciclópeo como embalses reguladores se estimó un área inundable de 8.75Ha mediante el modelamiento hidráulico del programa HEC-RAS. Finalmente se fijan las siguientes conclusiones del área inundable 5.46Ha corresponde al área urbana de la localidad de Alfonso Ugarte.

Como artículos científicos tenemos Ramezan et al, 2012, en su artículo de investigación, tuvo como objetivo realizar estudios hidrológicos en las carreteras forestales para establecer las construcciones hidráulicas de las alcantarillas. En el cual se obtuvieron los siguientes resultados, los diámetros de las alcantarillas de drenaje oscilan de 11 a 62 pulgadas. Finalmente se fijan las siguientes conclusiones, se alcanzó el diámetro mínimo instalable en la zona de estudio, la

subzona adyacente con de drenaje inferior a 24 pulgadas y se compararon con las alcantarillas disponibles en el lugar.

Van et al (2021), en su investigación, tuvo como resultados finales que, en primer lugar, la probabilidad del fallo de la sección en inundaciones típicas y, en segundo lugar, el análisis de sensibilidad para cada mecanismo del fallo de la ubicación del dique. Los resultados podrían contribuir a una mejor comprensión y medidas prácticas de defensa contra las inundaciones en la RRD.

Bomers, Schielen, y Hulscher (2020), en su artículo de investigación examinaron cómo la rotura de los diques y el exceso del flujo afectan a los patrones del flujo terrestre y de los ríos del delta del Rin. En el caso de las descargas extremas, un aumento del riesgo alimentario de alimentos a lo largo de la rama del río con la menor capacidad de descarga, mientras que el riesgo de alimentos a lo largo de los otros brazos del río se redujo. Por lo tanto, las roturas de los diques y los patrones de tierra resultantes deben incluirse en las evaluaciones de seguridad alimentaria.

Chen, W et al (2020), en su investigación indican que Existen varias fórmulas empíricas para predecir la tasa de desbordamiento en las estructuras costeras. Sin embargo, la extrapolación de estas fórmulas empíricas no siempre es aplicable a las estructuras complejas (por ejemplo, un dique que tiene una berma y/o elementos de rugosidad en los taludes del lado del agua) o condiciones de oleaje que están fuera de la aplicabilidad de los predictores empíricos. UN MODELO NUMÉRICO 2D. Un modelo numérico 2D basado en OpenFOAM® se establece en este estudio para predecir el rebase de olas en diques que tienen configuraciones complejas con bermas y elementos de rugosidad. Los resultados de la validación muestran que este modelo OpenFOAM® es capaz de reproducir el oleaje incidente con exactitud y predecir la descarga por rebase de olas con buena precisión, teniendo como resultado que el modelo muestra un comportamiento razonable de la reducción del desbordamiento de las olas influenciado por una berma y la rugosidad. Esto indica las capacidades del modelo numérico en el diseño y la evaluación de la seguridad de los diques.

Van Der, Mark, Schweckendiek, Timo y Kok Matthijs (2020), en su investigación tuvieron como resultado principal es que la fiabilidad puede aumentar significativamente al incluir la información de la supervivencia de la construcción y la reducción de la incertidumbre que conlleva, especialmente para los diques sobre mantos de suelo blando. En los casos investigados, la probabilidad de fallo posterior fue hasta varios órdenes de magnitud inferior a la probabilidad de fallo previa. Los principales factores que influyeron en el grado de actualización de la fiabilidad fueron las condiciones del terreno y el grado de criticidad de la estabilidad del talud durante la construcción, en el cual se fijaron las siguientes conclusiones, la utilización de la información de la construcción sobrevivida permite mejorar las evaluaciones de seguridad basadas en la fiabilidad de los diques y, en consecuencia, a una protección contra las inundaciones más específica y rentable.

Warner, y Damm (2019), en su artículo de investigación explicaron que la prevención de inundaciones en grandes zonas de conservación debe tener en cuenta requisitos específicos. Esto se aplica en particular a los cambios estructurales a gran escala, como la reubicación de los diques. La reubicación descrita tiene lugar en una región que tiene que hacer frente a la contracción demográfica y a la falta de perspectivas económicas. La gestión del agua, así como la de los recursos naturales, requiere un debate permanente con los propietarios privados, los agricultores, las autoridades públicas y otras partes interesadas.

Como bases teóricas relacionadas a la variable independiente tenemos lo siguiente:

Muros de contención: Son elementos estructurales que brindan seguridad y a su vez que permiten soportar las fuerzas horizontales de los taludes, con la finalidad que no afecte la transitabilidad, viviendas, etc. Para la construcción de estas estructuras se emplean diferentes materiales, técnicas, equipos y de acuerdo a ello brindan ventajas y desventajas.

Criterios de estabilidad: Criterio de vuelvo

$$F.S.V = \frac{\sum M0 \text{ Fuerzas estabilizantes}}{\sum M0 \text{ Fuerzas desestabilizantes}} \geq 2.0$$

Dónde:

F.S.V: Factor de seguridad al volcamiento.

ΣM_0 Fuerzas estabilizantes: Suma de momentos estabilizadores.
 ΣM_0 Fuerzas desestabilizantes: Suma de momento de volcamiento.

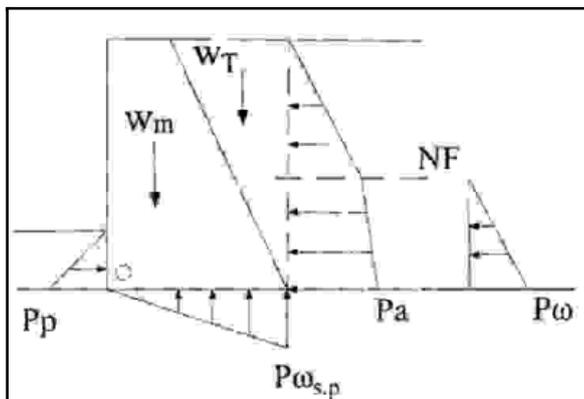


Figura 1. Fuerzas estabilizantes y desestabilizantes en un muro de contención
Fuente: Norma Ce.020 Estabilización de suelos y taludes, 2018

ΣM_0 Fuerzas estabilizantes = $f(P_p, W_m, W_t)$
 ΣM_0 Fuerzas desestabilizantes = $f(P_n, P_w, P_{ws,p})$

Criterio de deslizamiento

$$F.S.D = \frac{\Sigma FH \text{ resistentes}}{\Sigma FH \text{ actuantes}} \geq 1.5$$

Dónde:

F.S.V: Factor de seguridad de deslizamiento.

ΣF_H resistentes: Suma de fuerzas horizontales resistentes.

ΣF_H actuantes: Suma de fuerzas horizontales actuantes.

Diques de retención: Este tipo de estructura son construidas y colocadas en el cauce en sentido transversal, tiene forma de presas pequeñas, y tiene dos funciones muy importantes y principales tales como el de mitigar el escurrimiento de las aguas superficiales y contener material sólido.

Alcantarilla: Es un acueducto que permite recepcionar y trasladar aguas residuales de viviendas, centros comerciales, conduciéndoselas hacia alguna planta de tratamiento de aguas y posteriormente desemboque en un vertido.

Como bases teóricas relacionada a la variable dependiente tenemos lo siguiente:

Inundación: Las inundaciones son fenómenos naturales, estos se generan los por desbordamientos de los ríos, en tiempos de avenida. Este fenómeno representa un peligro para la sociedad, debido a que ocasiona daños severos.

Quebrada: La quebrada es una zona que sirve para drenar las aguas pluviales hacia una corriente principal de una cuenca.

Sedimento: Es el conjunto de material sólido, el cual es trasladado por el escurrimiento de las aguas sobre la superficie de un determinado terreno, finalmente son depositados dentro de una cuenca, que es donde se produce la sedimentación.

Modelamiento hidráulico: El modelamiento hidráulico permite anunciar con gran incertidumbre lo probablemente pueda suceder, esta simulación logra obtener resultados tanto de funcionalidad, estabilidad y economía en futuras obras.

Profundidad de socavación: La socavación es un fenómeno que causa fallas en la base de los puentes, este hecho se produce debido a dos factores, la existencia de descargas máximas y la erosión. Al calcular la profundidad de socavación del cauce, no permite el transporte de aguas arriba.

Coefficiente de rugosidad: El coeficiente de rugosidad es una característica de una superficie, que genera un efecto retardante sobre un escurrimiento de agua. Si una superficie contiene granos finos lo más probable es que tenga un coeficiente de rugosidad baja, y por el contrario si una superficie presenta suelos granulares sean más altos. Para calcular este coeficiente se puede utilizar el método de que propuso Cowan, la cual consiste en relacionar distintos valores que se le han en función a varios aspectos los cuales son vegetación, forma del canal, condiciones del flujo, etc.

Para estimar el coeficiente de rugosidad, se utilizará la siguiente relación:

$$n = m_5 * (n_0 + n_1 + n_2 + n_4)$$

Dónde:

n_0 : Valor básico de n para canal recto, uniforme y liso en los materiales involucrados

n_1 : Valor que debe agregarse al n_0 para corregir el efecto de las rugosidades superficiales.

n_2 : Valor para considerar las variaciones en forma y tamaño de la sección transversal del canal.

n_3 : Valor para considerar en las obstrucciones.

n_4 : Valor para considerar la vegetación y las condiciones de flujo.

n_5 : Factor de corrección de efectos por meandros en el canal.

Tabla 1. Valores para el cálculo de coeficiente de rugosidad

Condiciones del canal		Valores	
Material involucrado	Tierra	n_0	0.020
	Corte en roca		0.025
	Grava fina		0.024
	Grava gruesa		0.028
Grado de irregularidad	Suave	n_1	0.000
	Menor		0.005
	Noderado		0.010
	Severo		0.020
Variaciones de la seccion transversal	Gradual	n_2	0.000
	Ocasionalmente anternante		0.005
	Frecuentemente alternante		0.010-0.015
Efecto relativo de las obstrucciones	Insignificante	n_3	0.000
	Menor		0.010-0.015
	Apreciable		0.020-0.030
	Severo		0.040-0.060
Vegetacion	Baja	n_4	0.005-0.010
	Media		0.010-0.025
	Alta		0.025-0.050
	Muy alta		0.050-0.100
Grado de los efectos por meandros	Menor	n_5	1.000
	Apreciable		1.150
	Severo		1.300

Fuente: Hidráulica de canales abiertos, 1994

Caudal: El caudal es la cantidad de litros de agua, que transcurre por una determinada sección que un rio, quebrada o arroyo, su unidad de medida es volumen por segundo.

El cálculo del caudal máximo será calculado por la ecuación método racional

$$Q = \frac{CIA}{3.6}$$

Dónde:

Q = caudal máximo (m³/s)

C: Coeficiente de escorrentía

I: Intensidad de precipitación (mm/h)

A: Superficie de la cuenca (Km²)

Coeficiente de escorrentía: El coeficiente de escorrentía es uno de los parámetros hidrológicos más difíciles de determinar, cuyo dato es adimensional. Este coeficiente se altera de acuerdo a las como la pendiente topográfica de un determinado terreno, tipo de suelo, cubierta vegetal, etc.

Tabla 2. *Coeficiente de escorrentía*

COBERTURA DEL SUELO	TIPO DE SUELO	PENDIENTE (%)				
		> 50	20-50	5-20	1-5	0-1
Sin vegetación	Impermeable	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60
	Semipermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Permeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
Cultivos	Impermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Semipermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Permeable	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20
Pastos, vegetación ligera	Impermeable	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45
	Semipermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Permeable	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15
Hierba	Impermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Semipermeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
	Permeable	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10
Bosque, vegetación densa	Impermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Semipermeable	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25
	Permeable	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05

Fuente: Fundamentos de hidrología, 1992

Como bases teóricas relacionada a la variable interviniente tenemos lo siguiente:

Hidrología: Literalmente, la hidrología es "la ciencia o el estudio del ('logy' del latín logia) 'agua' ('hydro' del griego hudor). Sin embargo, la hidrología contemporánea no estudia todas las propiedades del agua. La hidrología moderna se ocupa de la distribución del agua en la superficie de la tierra y su movimiento sobre y por debajo de la superficie y a través de la atmósfera. Esta amplia definición sugiere que toda el agua es competencia de un hidrólogo, aunque en realidad es el estudio del agua dulce el que, en realidad, el estudio del agua dulce es lo más importante. de las aguas dulces. El estudio del agua salada de la tierra se lleva a cabo en la oceanografía.

Ciclo hidrológico: El término ciclo hidrológico se refiere al movimiento constante del agua por encima y por debajo de la superficie de la Tierra. El concepto de ciclo hidrológico es fundamental para comprender la aparición del agua y el desarrollo y la gestión de los suministros de agua.

Precipitación: La precipitación es la liberación de agua de la atmósfera para llegar a la superficie de la tierra. El término "precipitación" abarca todas las formas de agua liberada por la atmósfera, incluyendo la nieve, el granizo, la aguanieve y la lluvia.

Evaporación: El proceso por el cual el agua pasa del estado líquido o sólido al estado gaseoso mediante la transferencia de energía térmica se conoce como evaporación.

Parámetros estadísticos: Un parámetro estadístico es el valor esperado E de alguna función de una variable aleatoria.

Periodo de retorno: Un evento hidrológico extremo es una situación que puede provocar un riesgo. En hidrología, un evento de este tipo está relacionado con un período de retorno T. El acontecimiento hidrológico extremo y la interpretación del período de retorno dependen del tipo de riesgo y de la variable aleatoria considerada.

Escorrentía: Es un término poco preciso que abarca el movimiento del agua a un arroyo canalizado, después de que haya llegado al suelo en forma de precipitaciones. El movimiento puede producirse en la superficie o por debajo de ella y a diferentes velocidades. Una vez que el agua llega a una corriente, se desplaza hacia los océanos de forma canalizada, el proceso se denomina flujo de la corriente o flujo del río.

Tiempo de concentración: El concepto de tiempo de concentración de una cuenca data se remonta al menos a Mulvaney como base para estimar una escala de tiempo adecuada para la duración de las precipitaciones en el método racional para estimar los caudales máximos.

El tiempo de concentración fue calculada mediante la Ecuación de California; desarrollada para pequeñas cuencas montañosas.

$$T_c = 0.0195 \left(\left(\frac{L^3}{H} \right)^{0.385} \right)$$

Dónde:

Tc: Tiempo de concentración (h)

H: Diferencia de nivel entre la divisoria de aguas y la salida, m.

L: Longitud del curso de agua más largo, m.

Periodo de Retorno: El periodo de retorno es el tiempo de un determinado evento que es igualado o superado en alguna ocasión, se mide en años.

Pendiente del cauce: La pendiente de un determinado terreno resulta ser el cociente, de dividir el desnivel que existe de extremo de un tramo hacia el otro, entre la distancia horizontal del mismo tramo.

La pendiente del cauce se va determinar mediante el Método III. Ecuación de Taylor Y Schwarz:

$$S = \left[\frac{n}{\frac{1}{\sqrt{S_1}} + \frac{1}{\sqrt{S_2}} + \frac{1}{\sqrt{S_3}} + \dots + \frac{1}{\sqrt{S_n}}} \right]^2$$

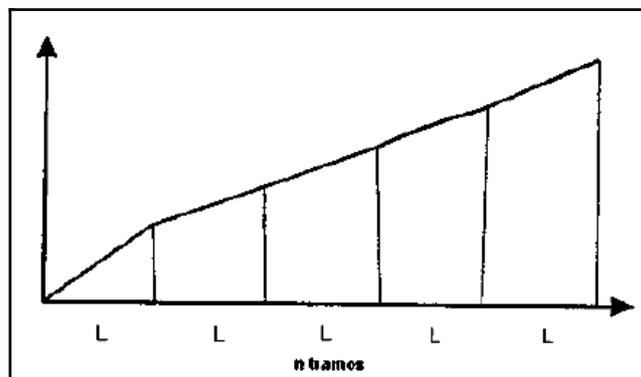


Figura 2. Tramos de longitud del cauce
Fuente: Hidrología, 2002

Dónde:

n: número de tramos iguales, en los cuales se subdivide el perfil.

S₁, S₂, S₃...S₄: pendiente de cada tramo, según $S = \frac{H}{L}$

S: pendiente media del cauce

Tirante de agua: También conocido como profundidad del flujo o tirante hidráulico, es la longitud que se mide desde el punto más bajo del cauce hacia el espejo de agua, este parámetro hidráulico está en función del espejo del agua y el ancho superficial.

III. METODOLOGÍA

3.1 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Tipo de Investigación: Aplicada

Lo que se busca con la investigación aplicada es la solución de problemas prácticos, su aporte al conocimiento científico es muy limitado.

Esta investigación es de tipo aplicada porque busca proponer alternativas de solución para intentar resolver una problemática que sufre las zonas urbanas aledañas de la quebrada Corrales – Chosica, en tiempos de avenidas que comprenden los meses de enero, febrero, marzo.

Diseño de investigación: Experimental

Un investigador utiliza el diseño experimental cuando pretende manipular la variable deliberadamente, para poder observar posibles alteraciones que pueda sufrir la variable dependiente. A la variable independiente se le conoce como antecedente y a la variable dependiente como consecuente.

La presente investigación es de un diseño experimental, debido a que se manipulará la variable independiente (infraestructuras hidráulicas) con la finalidad de poder observar los efectos, alteraciones que presentará en la variable dependiente (comportamiento del flujo de detritos).

Tipo: Cuasi experimental: Los diseños cuasiexperimentales se caracterizan porque en este tipo de investigación el grupo de control y experimental no ha sido elegidos al azar, ni emparejados, ellos ya han sido formado previamente al experimento.

La investigación se clasifica de tipo cuasiexperimental, ya que no se elige aleatoriamente el grupo de control y que se optó por un determinado grupo de acuerdo a las características particulares que posee la quebrada Corrales - Chosica.

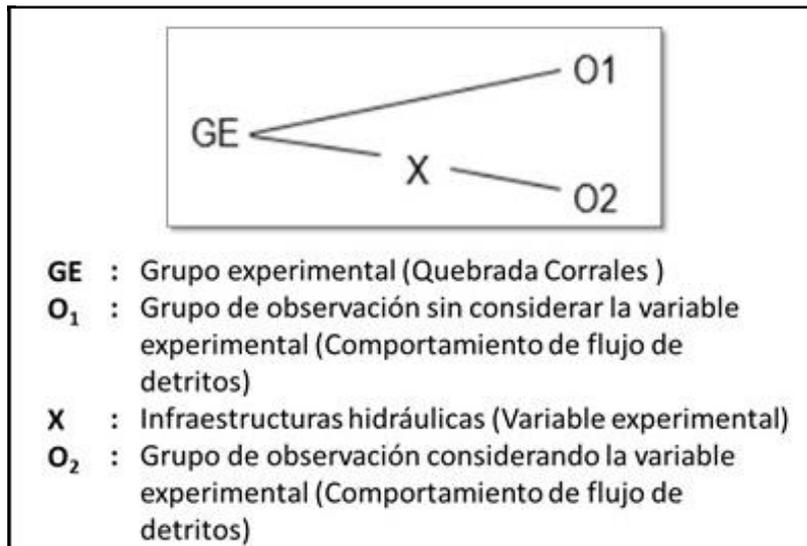


Figura 3. Esquema de diseño

Fuente: Elaboración propia

Nivel de investigación: Correlacional

El nivel correlacional es un estudio que pretende evaluar el grado de asociación que existirá entre variables. Luego de haber sido analizadas y cuantificadas serán sometidas a pruebas para contrastar teorías.

Esta investigación es de nivel correlacional porque se analizará la relación entre la variable independiente (infraestructuras hidráulicas) y la variable dependiente (comportamiento del flujo de detritos).

Enfoque de investigación: Cuantitativo

Para realizar la investigación cuantitativa se necesitan instrumentos de medición y comparación, los cuales proporcionan datos mediante modelos estadísticos y matemáticos. Una característica principal de esta investigación es ser objetiva, debido a que está basada en hechos.

La presente investigación es de enfoque cuantitativo, debido a que los resultados que se van a obtener mediante el modelamiento hidráulico por el software FLO-2D serán valores numéricos cuantificables.

3.2 Variables y operacionalización

Variable Independiente: Infraestructuras hidráulicas

Definición conceptual

Las infraestructuras hidráulicas son construidas con la finalidad de mejorar la calidad de vida de los pobladores, a su también contribuyen a mejorar las condiciones de salubridad y ambientales. (ver anexo 1)

Definición operacional

Son estructuras para encauzamiento, regulación, control, conducción y defensa contra avenidas. Con la implementación de obras longitudinales (muros de contención y alcantarillas) y obras transversales (diques) mediante el programa FLO-2D se simulará el flujo de detritos y se evaluará su comportamiento para un periodo de retorno de 50 años. (ver anexo 1)

Indicador 1: Altura de pantalla de muro de encauzamiento: Intervalo (m)

Indicador 2: Área de tipo cajón: Intervalo (m²)

Indicador 3: Altura de pantalla de dique: Intervalo (m)

Variable dependiente: Flujo de detritos

Definición conceptual

Los flujos de detritos son comunes y se producen principalmente durante el período estival o asociados a fenómenos meteorológicos que permiten su formación, ya sea la lluvia en altura o el derretimiento de nieves y glaciares. De esta forma el suelo inestable y seco de la alta montaña se vuelve vulnerable a la sobrehidratación, y sumándose a las fuertes pendientes y escasa vegetación produce movimientos en masa. (ver anexo 1)

Definición operacional

Es una masa compuesta por agua y sedimentos que se desplaza de acuerdo a la gravedad y tiene una gran capacidad destructiva, este flujo será sometido a un modelamiento hidráulico con la implementación de infraestructuras hidráulicas de la quebrada Corrales para así estimar los parámetros hidráulicos, áreas de inundación y la cantidad de volumen retenido, con estas obras permitirán mejorar la calidad de vida de los pobladores de las zonas urbanas. (ver anexo 1)

Indicador 1: Velocidad: Razón

Indicador 2: Tirante: Intervalo

Indicador 3: Profundidad de socavación: Razón

Indicador 4: Área de inundación: Razón

Indicador 5: Volumen retenido: Razón

Variable interviniente: Factor interviniente

Definición conceptual

Los factores intervinientes son aquellos condicionantes que afectan en la remoción de masas en las quebradas, activando el proceso de movimientos de los sedimentos en conjunto con el agua. Estos agentes pueden ser tipo meteorológico, litológico, geotécnico, geomorfológico, cobertura vegetal, hidrológico, hidrogeológico, históricos y antrópicos. (ver anexo 1)

Definición operacional

Los factores intervinientes como la precipitación, la sismicidad, la pendiente topográfica y las propiedades del suelo son los principales agentes que influyen en la generación del flujo de detritos en la quebrada Corrales de forma activa y pasiva, alterando de esta manera el comportamiento de flujo. (ver anexo 1)

Indicador 1: Precipitaciones máximas diarias: Intervalo

Indicador 2: Pendiente media: Intervalo

3.3 Población, Muestra y Muestreo

Población

Es un grupo de elementos que pueden ser contabilizados o no contabilizados, y que poseen características semejantes que son susceptibles de poder ser observados. Por ejemplo, empresas, votantes, universo de familias, instituciones, etc.

En la presente investigación la población es un conjunto finito de elementos estos son las quebradas existentes del margen izquierdo en dirección de Lima a Chosica. Cuya característica en común es desembocar en el río Rímac, otra cualidad es que son corrientes efímeras como: Alto Huampani, Chacrasana, Yanacoto, California,

Quirio, Pedregal, Libertad, Carossio, Corrales (Rayos de Sol), Pedregal del distrito de Lurigancho Chosica. (ver figura 4)



Figura 4. Quebradas del margen izquierdo y derecho del distrito de Lurigancho-Chosica

Fuente: INDECI

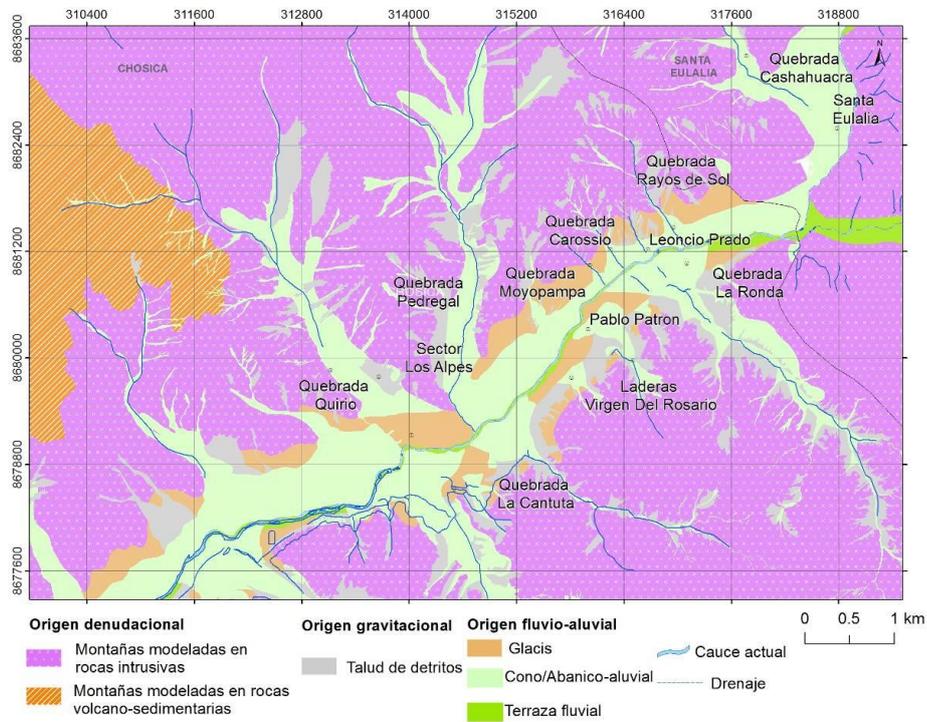


Figura 5. Mapa de unidades geomorfológicas
Fuente: Villacorta et al

Muestra

La muestra es un subconjunto de interés de la población, mediante ellos se van a recolectar datos. Este pequeño grupo debe delimitarse previamente con precisión y tiene que ser representativo.

Para este proyecto de investigación la muestra será la quebrada Corrales por una particular característica que resalta de las demás, es la que su cauce tiene mayor pendiente respecto las demás quebradas del Distrito de Lurigancho Chosica.

Muestreo

El muestreo es un método en el cual se selecciona las unidades de estudio que corresponden a la muestra, y que permite recolectar datos importantes y necesarios para la investigación.

Muestreo no probabilístico: El muestreo no probabilístico es también conocido como dirigido o no aleatorio. Para realizar este tipo de muestreo se requiere de información relevante y suficiente respecto a los elementos que se va a investigar.

El muestreo en este estudio es de tipo no probabilístico ya que la muestra fue seleccionada de forma intencional debido a que posee una característica particular respecto a las demás muestras como su pendiente topográfica.

3.4 Técnicas e instrumento de recolección de datos.

Técnicas de Investigación

La técnica de investigación es un procedimiento confiable y particular al uso de un determinado instrumento para la investigación científica.

La técnica seleccionada y que se va emplear para la presente investigación es la de observación directa, ya que ella brindará confianza para utilizar el instrumento que se va aplicar a este estudio.

Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos de recolección de datos son herramientas en el cual se recolectan informaciones y datos precisos, mediante interrogantes, ítems que requieren

respuestas del cuestionado. Pueden asumir distintas formas para que las técnicas le sirvan de base.

En la investigación se emplearán fichas de recolección de datos para anotar y verificar los resultados de la altura de pantalla, sección circular, sección octogonal, apertura de diámetro, parámetros hidráulicos, área de inundación y volumen retenido y los factores generadores de flujos de detritos que son los indicadores y que se obtendrán mediante el modelamiento hidráulico con el software FLO-2D para distintos periodos de retorno. (ver tabla 3)

Tabla 3. Técnica e instrumentos de recolección de datos

Descripción	Técnicas	Instrumentos
Altura de pantalla	Observación directa	Ficha de recolección de datos
Altura de pantalla	Observación directa	Ficha de recolección de datos
Área tipo cajón	Observación directa	Ficha de recolección de datos
Velocidad	Observación directa	Ficha de recolección de datos
Tirante	Observación directa	Ficha de recolección de datos
Profundidad de Socavación	Observación directa	Ficha de recolección de datos
Área de inundación	Observación directa	Ficha de recolección de datos
Volumen retenido	Observación directa	Ficha de recolección de datos
Precipitaciones máximas diarias	Observación directa	Ficha de recolección de datos
Pendiente media	Observación directa	Ficha de recolección de datos

Fuente: Elaboración propia

- ✓ Ficha de recolección de datos de la variable independiente (ver anexo 3: L1)
- ✓ Ficha de recolección de datos de la variable dependiente (ver anexo 3: L2)
- ✓ Ficha de recolección de datos de la variable interviniente (ver anexo 3: L3)

Validez

La validez es una propiedad que permite al instrumento poder medir lo que pretende medir, como las características específicas de las variables para la cual fueron elaboradas. Enfocándose así a los resultados del instrumento y no tanto otorgando validez a este mismo. Los resultados se clasifican según su forma de continuidad: de mucha validez o de poca validez.

En este estudio la validez se verá auditada por tres expertos, de esta forma se determinarán la capacidad y calidad de los instrumentos considerados en la presente investigación.

- ✓ Matriz de validez de instrumento por experto 1 (ver anexo 4: L1)
- ✓ Matriz de validez de instrumento por experto 2 (ver anexo 4: L2)
- ✓ Matriz de validez de instrumento por experto 3 (ver anexo 4: L3)

La presente investigación cuenta con 5 indicadores por parte de la variable independiente, 7 indicadores de la variable dependiente y 6 indicadores la variable interviniente. Todos los indicadores disponen de una técnica e instrumentos de recolección de datos y han sido validadas por juicio de 3 expertos, dando como resultado un coeficiente Kappa igual a 0.875 (ver anexo 4: L4). de acuerdo al valor obtenido Landis y Koch afirman que la validez es casi perfecta. (ver tabla 4)

Tabla 4. Valoración de coeficiente Kappa

Coeficiente Kappa	Fuerza de la concordancia
0,00	Pobre (Poor)
0.01-0,20	Leve (Slight)
0,21 – 0,40	Aceptable (Fair)
0,41 – 0,60	Moderada (Moderate)
0,61 – 0,80	Considerable (Substantial)
0,81 – 1,00	Casi perfecta (Almost perfect)

Fuente: Landis y Koch, 1997

Para la presente investigación la unidad de análisis es la quebrada.

Confiabilidad

La confiabilidad permite al instrumento de medición conseguir los mismos resultados a todas las personas que se les aplique en periodo determinado y en un largo plazo.

La confiabilidad será representada por un documento formal acreditado por ingenieros civiles especialistas en campo de la hidrología e hidráulica.

3.5 Procedimiento

En la presente investigación el procedimiento de recolección de datos está dividido por tres etapas que servirá para el modelamiento hidráulico con el software FLO-2D, con la finalidad de responder a nuestros objetivos específicos, estas etapas son:

a) Etapa de actividades previas

- ✓ Recolección de datos cartográficos (planos de ubicación e imágenes satelitales).
- ✓ Recolección de datos hidrológicos e Información Pluviometría

b) Etapa de actividades en campo

- ✓ Levantamiento topográfico con estación total para la parte media y baja del cauce.
- ✓ Se realizó calicatas mayores a 1.20m de profundidad sin alterarlas para el respectivo estudio de suelos.

c) Etapa actividades en laboratorio

- ✓ Ensayo de laboratorio para obtener las propiedades del suelo por lo cual se realizaron ensayos de granulometría, contenido de humedad, límites de Atterberg y corte directo a las muestras obtenidas en sitio.

d) Etapa de actividades en gabinete

- ✓ Procesamiento de datos topográficos en el Software Civil 3D.
- ✓ Calculo para obtener los parámetros hidrológicos requeridos para el modelamiento con Software FLO-2D.
- ✓ Modelamiento Hidráulico de la superficie sin estructuras obtenida del procesamiento topográfico.
- ✓ Análisis e interpretación de resultados obtenidos (área inundable, caudal de llegada al rio, tirante, velocidad y profundidad de socavación en los cimientos de las viviendas aledañas) mediante modelamiento, sin estructuras propuestas.
- ✓ Diseño de las propuestas de mitigación como diques de retención, muros de encauzamiento y alcantarilla con los parámetros hidráulicos obtenidos del modelamiento de la quebrada en condiciones naturales.
- ✓ Modelamiento Hidráulico de la superficie con estructuras propuestas para conducción y retención como (Muro de encauzamiento, diques y alcantarillas).
- ✓ Análisis del comportamiento del flujo de detritos e interpretación de los resultados obtenidos del modelamiento de la quebrada con las estructuras incorporadas.

3.6 Método de análisis de datos

Los resultados que se obtuvieron por medio de los modelamientos hidráulicos del flujo detrítico en la quebrada Corrales, sin infraestructuras hidráulicas y con infraestructuras hidráulicas. Estos modelamientos se realizaron con la ayuda del software FLO-2D, los datos obtenidos fueron registrados, analizados y evaluados por medio de tablas y figuras.

3.7 Aspectos éticos

Esta investigación se desarrolló con ética, honestidad y responsabilidad, no se falsifican ni alteran los datos, y nos basamos a los hechos e información verídica y comprobable como también, se evitaron los errores y negligencias con la finalidad de cooperar de la mejor manera a futuras investigaciones relacionados a esta investigación y que ayude a mitigar los impactos destructivos causados producto de los desbordamientos que generan los flujos de detritos originados inicialmente por las máximas avenidas (Fenómeno El Niño) en la quebrada Corrales.

3.8 Unidad de análisis

En una investigación las unidades de análisis hacen referencia a aquellos fenómenos, objetos, personas, hechos que poseen características semejantes en un determinado contexto y para que posteriormente se le aplique algún instrumento que permitan medir las variables de la investigación.

IV. RESULTADOS

4.1 Zona de estudio

Ubicación

La zona de estudio (La Quebrada Corrales) se encuentra ubicada en la ciudad de Lima, al noreste de la provincia de Lima y noreste del distrito de Lurigancho específicamente ubicado en forma perpendicular al río Rímac en la margen derecha y hacia el Este de la Central Hidroeléctrica de Moyopampa, del distrito de Lurigancho, colindando con la quebrada Carossio entre las coordenadas UTM, 316546E, 8682038N, tiene una longitud de 2,100 m, se inicia a 1,695 m.s.n.m., en la cabecera de la microcuenca hasta la desembocadura con una cota de 884.22 m.s.n.m. aproximadamente con rumbo N30°W, tiene fuerte pendiente de 37.11% en promedio. Esta microcuenca su desembocadura se encuentra a la altura del Km 38 de la Carretera Central (ver figura 8).



Figura 6. Ubicación de la zona de estudio
Fuente: Google Earth

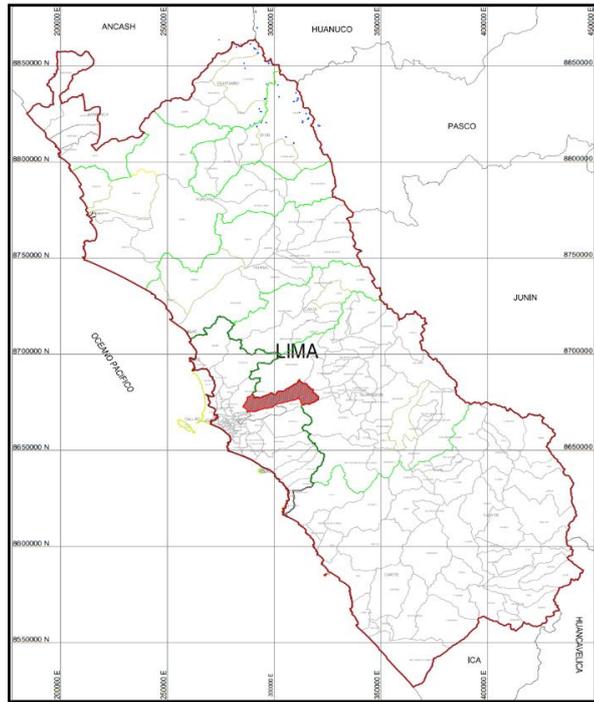


Figura 7. Georreferenciación de la zona de estudio
 Fuente: Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica



Figura 8. Ubicación de la zona de estudio
 Fuente: Google Earth

Tabla 5. *Coordenadas UTM de la microcuenca*

Coordenadas - UTM			
Inicio		Final	
Este:	315824.67	Este:	317080.55
Norte:	8682703.94	Norte:	8681242.29
Elevación	1695.00 msnm	Elevación	884.22 msnm

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. *Datos del cauce*

Datos	
Longitud del cauce:	2.19km
Área de microcuenca:	1.29km ²
Perímetro	15.91km
Pendiente promedio	37.11%

Fuente: Elaboración propia

4.2. Trabajos previos

Estudio hidrológico

Cálculo de los datos faltantes de la Estación Santa Eulalia

Se recibió los registros de las precipitaciones máximas mensuales de las estaciones cercanas a la quebrada Corrales como Santa Eulalia, Canchacalla, Chosica, Autisha y Santiago de Tuna, las cuales no contaban con registros de precipitación en algunos meses del año. (ver anexo 10: L1)

Los datos faltantes de las estaciones en estudio fueron estimados mediante el método de proporción normal (ver anexo 10: L2)

Siendo Santa Eulalia la estación con que se trabajó en la presente investigación de acuerdo a contar con el mayor índice de correlación a comparación de las otras estaciones. A continuación, se muestra los datos completados de las precipitaciones de la Estación Santa Eulalia. (ver tabla 7)

Tabla 7. Datos de precipitación completadas de la Estación Santa Eulalia

Estación Santa Eulalia												
Departamento: Lima				Provincia: Huarochirí					Distrito: Santa Eulalia			
Latitud: 11°55'12.00"				Longitud: 76°39'59.9"					Altitud: 944msnm			
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1990	3.0	0.0	6.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	3.0
1991	0.0	1.5	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1992	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1993	0.5	1.6	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1994	13.5	2.9	0.0	0.0	3.9	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.7
1995	3.8	0.0	2.5	0.5	0.4	0.0	0.0	0.0	0.2	0.7	1.3	0.0
1996	3.0	4.5	4.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
1997	2.2	2.6	0.4	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.6	0.6	4.9
1998	6.0	5.3	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	2.2
1999	3.7	14.7	0.5	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0	0.8
2000	6.4	3.8	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
2001	8.0	7.6	3.7	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.0	0.0
2002	0.7	25.9	1.1	0.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.2	0.5
2003	2.1	2.6	3.5	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.1
2004	0.0	2.5	2.4	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	1.8
2005	1.2	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1
2006	6.3	7.8	4.6	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.5	2.7
2007	2.8	2.8	2.7	4.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	1.0
2008	3.0	3.5	5.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.8
2009	4.4	11.2	4.3	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	0.6	1.1
2010	4.5	0.7	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.6	0.0	3.0
2011	5.0	5.5	2.1	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	5.0
2012	0.0	12.5	3.1	8.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	0.5	1.5
2013	0.0	4.2	1.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.5
2014	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Fuente: Elaboración propia

Análisis de consistencia

Se elaboró tablas de precipitaciones máximas anuales, junto a las precipitaciones máximas acumuladas de 25 años de registro desde año 1990 hasta el año 2014 de las estaciones de Santa Eulalia, Chancacalla, Chosica, Autisha, Santiago de Tuna con la finalidad de realizar el análisis de consistencia y poder determinar cuál de las estaciones es la más confiable, de acuerdo al índice de correlación. (ver anexo 10: L3)

En la siguiente tabla se muestra las precipitaciones máximas anuales y acumuladas de las diferentes estaciones en la cual se realizó el análisis de consistencia de la Estación Santa Eulalia. (ver tabla 8)

Tabla 8. Precipitaciones máximas anuales y acumuladas

Año	Est. Santa Eulalia (A)		Est. Chancacalla (B)		Est. Chosica (C)		Est. Autisha (D)		Est. Santiago de Tuna (E)		Est. Prom acum B, C, D, E	
	Pp(mm)	Pp(mm) acum	Pp(mm)	Pp(mm) acum	Pp(mm)	Pp(mm) acum	Pp(mm)	Pp(mm) acum	Pp(mm)	Pp(mm) acum	Pppro(mm)	Ppprom(mm) acum
1990	13.5	13.5	23.1	23.1	10.3	10.3	39.5	39.5	70.0	70.0	35.7	35.7
1991	4.5	18.0	33.1	56.2	8.4	18.7	52.6	92.1	75.0	145.0	78.0	113.7
1992	0.5	18.5	21.7	77.9	5.7	24.4	13.6	105.7	18.2	163.2	92.8	206.5
1993	4.1	22.6	52.3	130.2	7.6	32.0	74.5	180.2	78.9	242.1	146.1	352.7
1994	21.3	43.9	48.4	178.6	26.6	58.6	49.9	230.1	58.3	300.4	191.9	544.6
1995	9.4	53.3	34.1	212.7	11.6	70.2	46.8	276.9	51.6	352.0	228.0	772.5
1996	12.2	65.5	42.2	254.9	16.2	86.4	55.0	331.9	54.0	406.0	269.8	1042.3
1997	11.5	77.0	41.5	296.4	6.2	92.6	37.5	369.4	64.6	470.6	307.3	1349.6
1998	18.7	95.7	108.8	405.2	15.7	108.4	67.2	436.6	84.8	555.4	376.4	1726.0
1999	20.3	116.0	85.5	490.7	10.0	118.4	68.8	505.4	64.5	619.9	433.6	2159.6
2000	12.2	128.2	63.7	554.4	14.1	132.5	42.0	547.4	63.2	683.1	479.3	2638.9
2001	21.7	149.9	81.3	635.7	14.8	147.3	45.2	592.6	53.4	736.5	528.0	3166.9
2002	28.9	178.8	79.5	715.2	33.8	181.1	42.2	634.8	65.2	801.7	583.2	3750.1
2003	12.8	191.6	70.8	786.0	8.6	189.7	64.4	699.2	40.8	842.5	629.3	4379.4
2004	9.3	200.9	85.7	871.7	4.1	193.8	50.1	749.3	42.6	885.1	675.0	5054.4
2005	3.8	204.7	48.6	920.3	3.1	196.9	45.7	795.0	39.4	924.5	709.2	5763.6
2006	22.7	227.4	92.3	1012.6	16.8	213.7	70.5	865.5	61.5	986.0	769.5	6533.0
2007	14	241.4	69.9	1082.5	14.7	228.4	76.4	941.9	52.8	1038.8	822.9	7355.9
2008	13.3	254.7	94.9	1177.4	9.1	237.5	50.6	992.5	87.4	1126.2	883.4	8239.3
2009	23.5	278.2	60.0	1237.4	19.2	256.7	68.8	1061.3	118.7	1244.9	950.1	9189.4
2010	11	289.2	46.8	1284.2	1.1	257.8	38.2	1099.5	45.7	1290.6	983.0	10172.4
2011	21.4	310.6	54.1	1338.3	20.1	277.9	48.8	1148.3	50.8	1341.4	1026.5	11198.9
2012	27.3	337.9	60.2	1398.5	58.1	336.0	54.1	1202.4	109.1	1450.5	1096.8	12295.7
2013	14.2	352.1	85.6	1484.1	5.0	341.0	19.5	1221.9	62.1	1512.6	1139.9	13435.6
2014	3.5	355.6	9.2	1493.3	2.1	343.1	5.5	1227.3	6.7	1519.3	1145.8	14581.4

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a las tablas que se elaboraron de las precipitaciones de las estaciones en estudio, se hicieron gráficos donde se realizaron el análisis de consistencia por el método de doble masa, el cual consiste en trazar dos rectas sobre los valores observados de las precipitaciones, que se intercepten justo donde la pendiente de la primera recta sufre un cambio. (ver anexo 10: L4)

Con los datos obtenidos de la tabla de la Estación de Santa Eulalia se construyó la siguiente, en donde se puede apreciar que los datos de las precipitaciones histórica han sufrido un cambio de tendencia a partir del año 2003, esto puede haber ocurrido por diferentes razones tales como: cambio de lugar de estación, equipos descalibrados, cambio de equipo de medición, etc.

Posteriormente se trazó dos rectas L1 y L2 por donde pasan los puntos en la figura, para luego calcular las pendientes m_1 y m_2 , cuyos valores fueron divididos el primero entre el segundo y multiplicarlos por las precipitaciones a partir de 191.6, ya que desde este valor las precipitaciones ya no tienen el mismo comportamiento de los puntos anteriores. (ver figura 9)

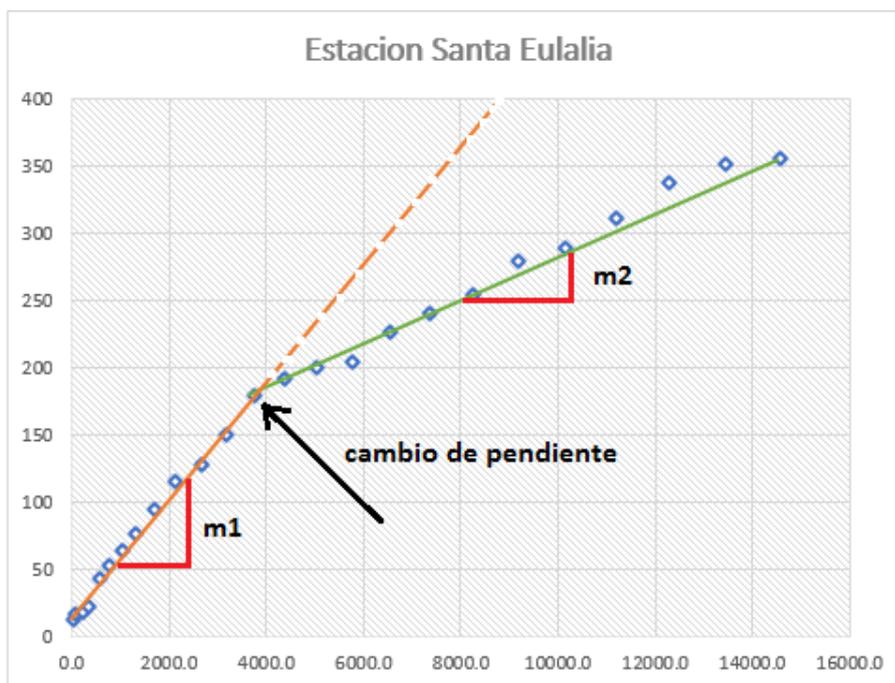


Figura 9: Método de doble masa de la estación Santa Eulalia
Fuente: Elaboración propia

Ajuste de las precipitaciones

Se realizaron el ajuste de las precipitaciones mediante tablas de las 5 estaciones. (ver anexo 10: L5)

Se elaboró tabla del ajuste de precipitación de la estación Santa Eulalia para obtener el índice de correlación (ver tabla 9)

Tabla 9. Ajuste de precipitación de la Estación Santa Eulalia

Año	Est. Santa Eulalia (A)		Est. Prom acum B, C, D, E		Cálculo del coeficiente		Valores Ajustados A*K	Nuevo Acumulado de A
	Pp(mm)	Pp(mm) acum	Ppro(mm)	Ppprom(mm) acum				
1990	13.5	13.5	35.7	35.7	m1 = $\frac{y2-y1}{x2-x1}$	K = m1/m2 K = 2.73	13.5	13.5
1991	4.5	18.0	78.0	113.7			4.5	18
1992	0.5	18.5	92.8	206.5			0.5	18.5
1993	4.1	22.6	146.1	352.7			4.1	22.6
1994	21.3	43.9	191.9	544.6			21.3	43.9
1995	9.4	53.3	228.0	772.5			9.4	53.3
1996	12.2	65.5	269.8	1042.3			12.2	65.5
1997	11.5	77.0	307.3	1349.6			11.5	77
1998	18.7	95.7	376.4	1726.0			18.7	95.7
1999	20.3	116.0	433.6	2159.6			20.3	116
2000	12.2	128.2	479.3	2638.9	12.2	128.2		
2001	21.7	149.9	528.0	3166.9	21.7	149.9		
2002	28.9	178.8	583.2	3750.1	28.9	178.8		
2003	12.8	191.6	629.3	4379.4	m2 = $\frac{Y2-Y1}{X2-X1}$	35.0	213.8	
2004	9.3	200.9	675.0	5054.4		25.3	239.2	
2005	3.8	204.7	709.2	5763.6		10.4	249.5	
2006	22.7	227.4	769.5	6533.0		61.9	311.4	
2007	14	241.4	822.9	7355.9		38.2	349.5	
2008	13.3	254.7	883.4	8239.3		36.3	385.8	
2009	23.5	278.2	950.1	9189.4		64.1	449.8	
2010	11	289.2	983.0	10172.4		30.0	479.8	
2011	21.4	310.6	1026.5	11198.9		58.3	538.2	
2012	27.3	337.9	1096.8	12295.7		74.4	612.6	
2013	14.2	352.1	1139.9	13435.6	38.7	651.3		
2014	3.5	355.6	1145.8	14581.4	9.5	660.8		

Fuente: Elaboración propia

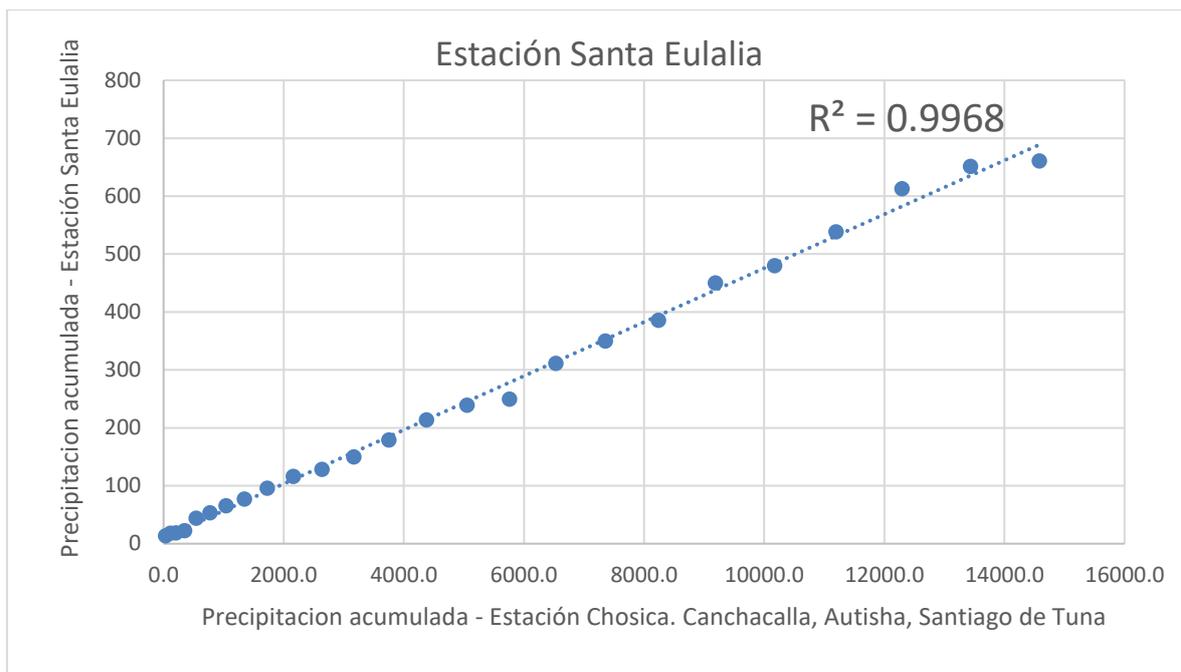


Figura 10: Precipitaciones corregidas de la estación Santa Eulalia

Fuente: Elaboración propia

Las precipitaciones máximas anuales de las estaciones Santa Eulalia, Canchacalla, Santiago de Tuna, Chosica, Autisha fueron corregidas por el método de doble masa (ver anexo 10: L6). Con la ayuda del programa Excel se pudo obtener la gráfica de las precipitaciones corregidas de las diferentes estaciones en estudio, esta herramienta de trabajo también nos brindó los coeficientes de determinación y correlación, este último, este valor mientras más se acerque a la unidad indica que tiene una mejor relación entre las precipitaciones máximas acumuladas de la estación en estudio y las precipitaciones máximas acumuladas de las otras estaciones. Siendo la Estación de Santa Eulalia la que el mayor índice de correlación. (ver tabla 10)

Tabla 10. Coeficiente de determinación correlación

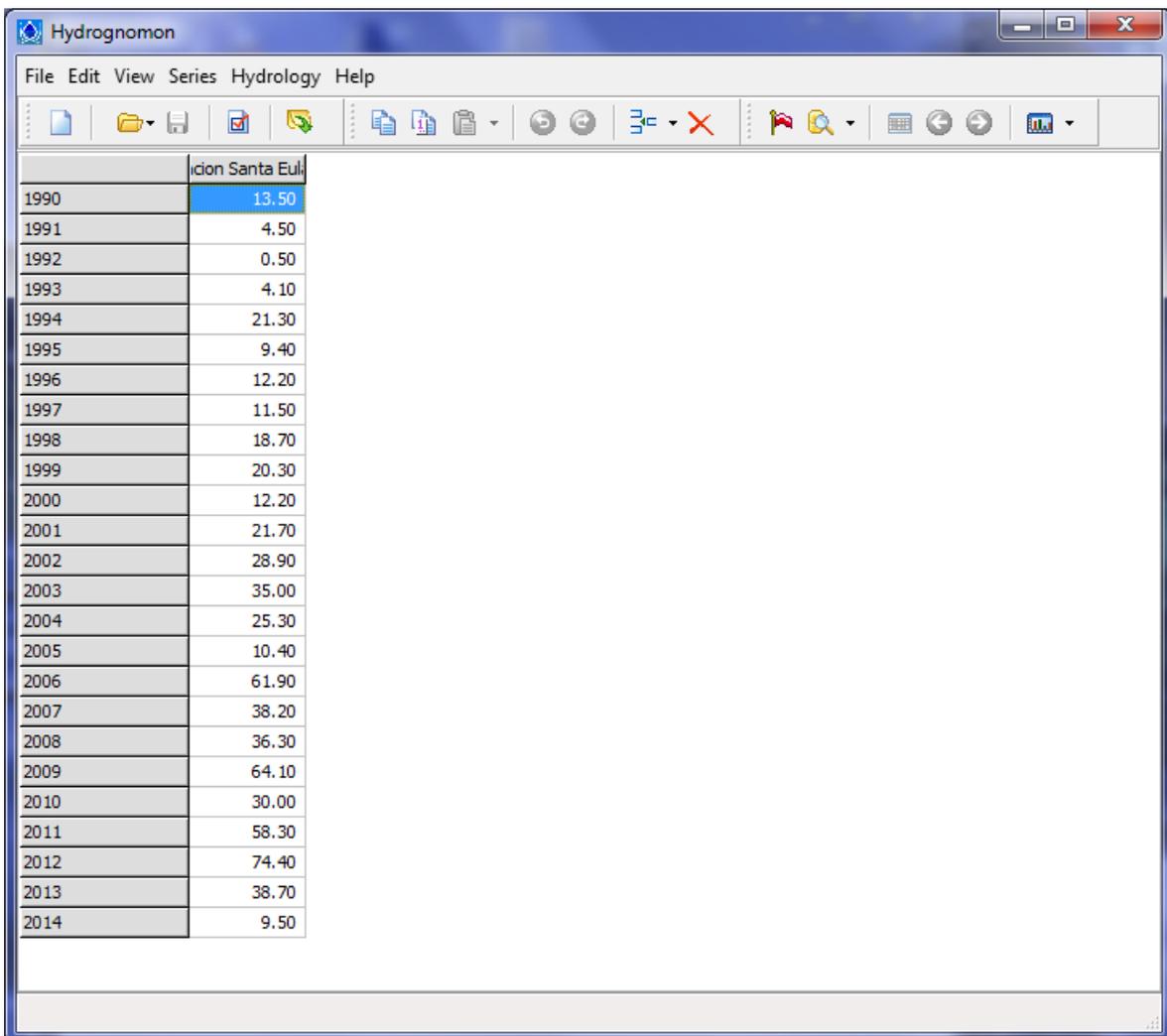
Estación	Coeficiente de determinación R^2	Coeficiente de correlación
Santa Eulalia	0.9968	0.9984
Canchacalla	0.9932	0.9966
Santiago de tuna	0.9916	0.9913
Chosica	0.9826	0.9886
Autisha	0.9774	0.9958

Fuente: Elaboración propia

Cálculo del caudal máximo

Intensidad

Para el cálculo de la intensidad, en primera instancia se utilizó el software Hydrognomon, el cual es una herramienta muy útil para estudios hidrológicos; se introdujeron las precipitaciones máximas anuales de 25 años ya corregidas anteriormente, para poder calcular las precipitaciones máximas para diferentes periodos de retorno.



The screenshot shows the Hydrognomon software window. The title bar reads 'Hydrognomon'. The menu bar includes 'File', 'Edit', 'View', 'Series', 'Hydrology', and 'Help'. The toolbar contains various icons for file operations, editing, and data visualization. The main window displays a table with the following data:

	cion Santa Eul
1990	13.50
1991	4.50
1992	0.50
1993	4.10
1994	21.30
1995	9.40
1996	12.20
1997	11.50
1998	18.70
1999	20.30
2000	12.20
2001	21.70
2002	28.90
2003	35.00
2004	25.30
2005	10.40
2006	61.90
2007	38.20
2008	36.30
2009	64.10
2010	30.00
2011	58.30
2012	74.40
2013	38.70
2014	9.50

Figura 11: Precipitaciones máximas anuales corregidas de la estación Santa Eulalia

Fuente: Elaboración propia

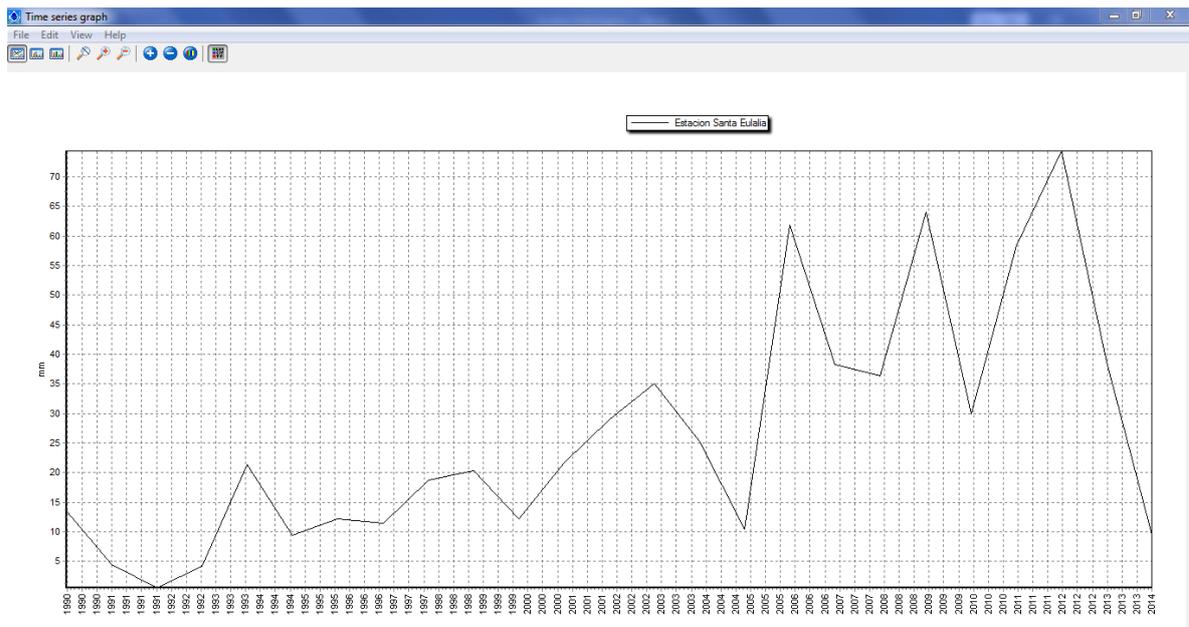


Figura 12: Serie anual de precipitaciones de Santa Eulalia

Fuente: Elaboración propia

Análisis estadístico de las precipitaciones máximas anuales

Luego de insertar la información al programa, se realizó las comparaciones correspondientes y se evaluó de manera individual y colectiva los valores observados con los valores esperados de las diferentes distribuciones estadísticas como Normal, LogNormal, Gumbel, Pearson III, LogPearson III, tal y como indica el Manual de Hidrología y Drenaje que son las distribuciones que se utilizan para tener la certeza que los valores esperados, se ajusten lo más que se pueda a los valores observados.

Análisis gráfico

Se construyeron los hidrogramas de las distribuciones de las distintas distribuciones con las precipitaciones corregidas de las estaciones en estudio. (ver anexo 10: L7) Para ello se hizo un análisis visual de las distribuciones mencionadas, respecto a la información colocada en el software; para las precipitaciones máximas la distribución que más se ajusta es la gráfica más simétrica. En la siguiente figura se puede observar que la distribución estadística PearsonIII es la más simétrica. (ver figura 13)

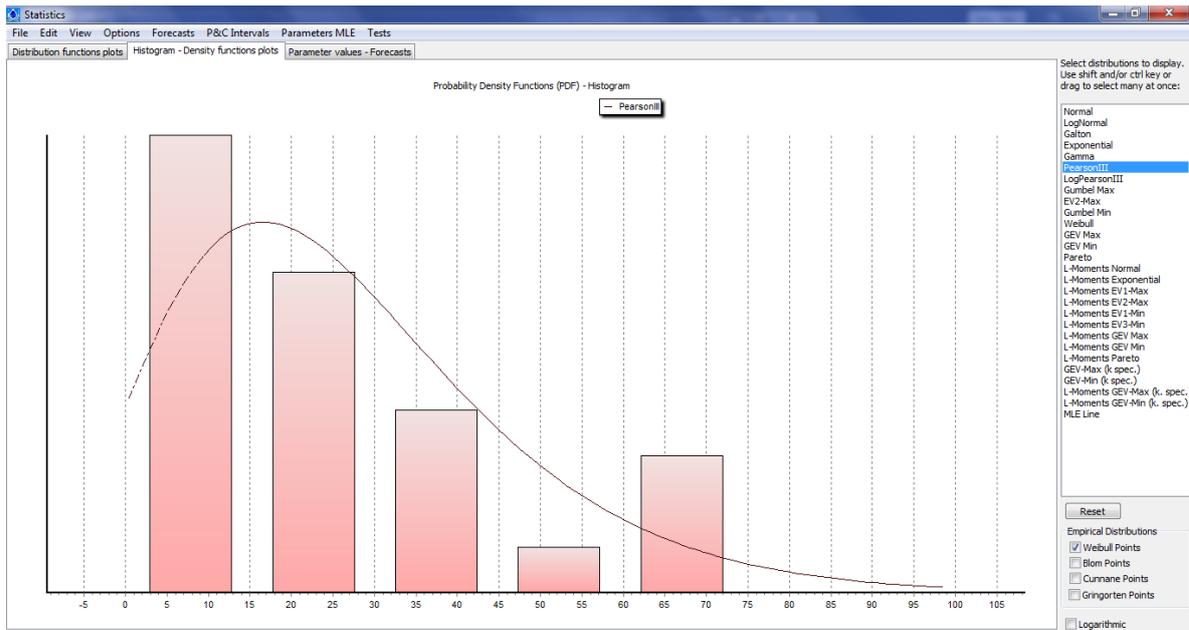


Figura 13: Hidrograma de PearsonIII

Fuente: Elaboración propia

También se realizó las grafica de los datos esperados de las distintas distribuciones respecto a los valores observados. (ver anexo 10: L8)

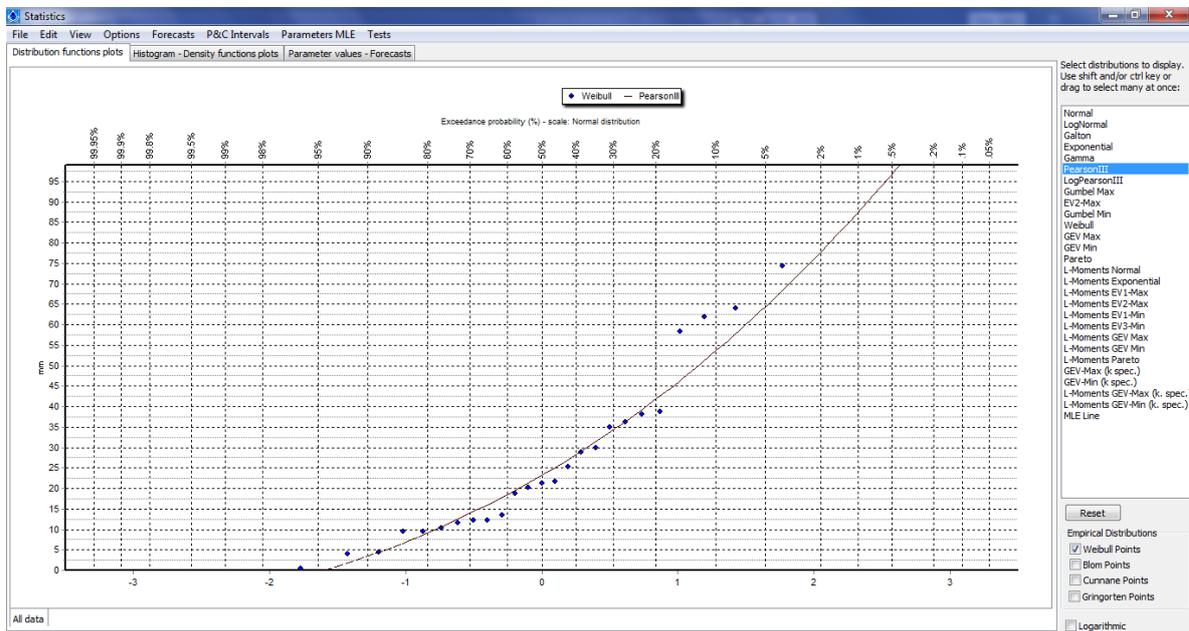


Figura 14: Distribución de PearsonIII

Fuente: Elaboración propia

Se concluyó que los valores esperados de la distribución PearsonIII se ajusta más a los valores observados de la estación de Santa Eulalia.

Prueba de bondad de ajuste

Para realizar la prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov – Smirnov, tal y como indica el Manual de hidrología y drenaje, se calculó en primera instancia el delta crítico y posteriormente se calculó la delta máxima de las diferentes distribuciones con el software Hydrognomon, esta prueba tiene ventaja respecto a la prueba del χ^2 porque compara los datos observados sin tener requerir agruparlos con el modelo estadístico.

Kolmogorov-Smirnov test for: All data	a=1%	a=5%	a=10%	Attained a	DMax
Normal	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	70.5823%	0.13065
Normal (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	69.3783%	0.13209
LogNormal	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	68.7961%	0.13278
Galton	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	91.3966%	0.10171
Exponential	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	97.0979%	0.08765
Exponential (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	96.9606%	0.08813
Gamma	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	98.4006%	0.08199
Pearson III	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	95.1504%	0.09353
Log Pearson III	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	25.9582%	0.19197
EV1-Max (Gumbel)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	90.1913%	0.10390
EV2-Max	ACCEPT	REJECT	REJECT	1.00746%	0.31530
EV1-Min (Gumbel)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	23.0098%	0.19789
EV3-Min (Weibull)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	99.3890%	0.07472
GEV-Max	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	90.5503%	0.10326
GEV-Min	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	98.7991%	0.07962
Pareto	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	98.7439%	0.07998
GEV-Max (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	97.3610%	0.08667
GEV-Min (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	99.7474%	0.06942
EV1-Max (Gumbel, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	94.0729%	0.09617
EV2-Max (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	51.0728%	0.15416
EV1-Min (Gumbel, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	24.0643%	0.19571
EV3-Min (Weibull, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	99.7500%	0.06936
Pareto (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	98.4391%	0.08178
GEV-Max (kappa specified)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	74.7868%	0.12555
GEV-Min (kappa specified)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	47.0239%	0.15935
GEV-Max (kappa specified, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	97.9446%	0.08424
GEV-Min (kappa specified, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	46.2896%	0.16032

Figura 15: Nivel de significancia al 1%, 5%, 10% y Deltas máximos de las distribuciones

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11. Delta máximo y Delta crítico de las distribuciones estadísticas

Distribución Estadística	Delta máximo	Δ crítico
PearsonIII	0.09353	0.272
Gumbel	0.10390	
Normal	0.13065	
LogNormal	0.13278	
LogPearsonIII	0.19197	

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 11 las 5 distribuciones se ajustan a los valores observados de la Estación Santa Eulalia, sin embargo, la que más se ajustó a los valores observados es PearsonIII, ya que cumple con los 2 requisitos fundamentales, ser menor que el Δ crítico y a su vez tener el menor Δ teórico que las demás distribuciones.

Curvas IDF

Para elaborar las curvas de intensidad – duración – frecuencia se requiere de las precipitaciones máximas anuales en diferentes periodos de retorno, cuya información nos brinda el programa Hydrognomon de acuerdo a los valores puestos inicialmente en el software.

Las precipitaciones corregidas que se muestra en la tabla 12 se obtuvieron luego de multiplicar las precipitaciones máximas por el factor 1.13 para los distintos periodos de retorno, cuyo valor depende del número de intervalo en observación, para la presente investigación: 1. (ver tabla 12)

Tabla 12. *Relación de numero de intervalo de observación*

Número de Intervalo de observación	Relación
1	1.13
2	1.04
3-4	1.03
5-8	1.02
9-24	1.01

Fuente: Hidrología para ingenieros

Tabla 13. *Precipitaciones máximas anuales y precipitación corregida*

Periodo de retorno	X_t	X_t corregido
2	23.18	26.20
5	41.88	47.32
10	53.65	60.63
25	67.81	76.62
50	77.86	87.98
100	87.51	98.89
500	108.89	123.05

Fuente: Elaboración propia

Luego del obtener las precipitaciones corregidas, se construyó una tabla de valores de precipitaciones máximas posibles multiplicadas por un factor de reducción según la duración de horas. (ver tabla 13)

Tabla 14. *Precipitaciones máximas posibles (mm/24Hrs)*

DURACION	FACTOR DE REDUCCION	P.M.P en diferentes periodos de retorno						
		2	5	10	25	50	100	500
24	1	26.20	47.32	60.63	76.62	87.98	98.89	123.05
18	0.91	23.84	43.06	55.17	69.73	80.06	89.99	111.97
12	0.8	20.96	37.86	48.50	61.30	70.38	79.11	98.44
8	0.68	17.81	32.18	41.23	52.10	59.82	67.24	83.67
6	0.61	15.98	28.87	36.98	46.74	53.67	60.32	75.06
5	0.57	14.93	26.97	34.56	43.68	50.15	56.37	70.14
4	0.52	13.62	24.61	31.53	39.84	45.75	51.42	63.98
3	0.46	12.05	21.77	27.89	35.25	40.47	45.49	56.60
2	0.39	10.22	18.46	23.65	29.88	34.31	38.57	47.99
1	0.3	7.86	14.20	18.19	22.99	26.39	29.67	36.91

Fuente: Elaboración propia

Con los resultados obtenidos de la tabla 13 se construyó una nueva tabla de intensidad, para diferentes periodos de retorno, la intensidad que se muestra en la tabla 14 está en mm/min.

Tabla 15. *Intensidad de la lluvia (mm/hr) según el periodo de retorno*

Tiempo de duración		Intensidad en distintos periodos de retorno						
Hr	min	2	5	10	25	50	100	500
24 hr	1440	1.0915	1.9718	2.5263	3.1927	3.6657	4.1203	5.1270
18 hr	1080	1.3244	2.3925	3.0652	3.8738	4.4477	4.9993	6.2207
12 hr	720	1.7464	3.1549	4.0420	5.1083	5.8651	6.5925	8.2031
8 hr	480	2.2267	4.0225	5.1536	6.5131	7.4780	8.4055	10.4590
6 hr	360	2.6633	4.8112	6.1641	7.7901	8.9443	10.0536	12.5098
5 hr	300	2.9864	5.3949	6.9118	8.7352	10.0294	11.2732	14.0273
4 hr	240	3.4055	6.1520	7.8819	9.9612	11.4370	12.8554	15.9961
3 hr	180	4.0168	7.2562	9.2966	11.7491	13.4898	15.1628	18.8672
2 hr	120	5.1083	9.2280	11.8229	14.9417	17.1555	19.2832	23.9941
1 hr	60	7.8589	14.1970	18.1890	22.9873	26.3930	29.6664	36.9140

Fuente: Elaboración propia

La tabla 14 fue fundamental para elaborar las curvas de intensidad – duración para periodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50, 100, 200, 500, con la finalidad de obtener una ecuación predictora que mejor represente los valores obtenidos en la tabla anterior por el método de mínimos cuadrados.

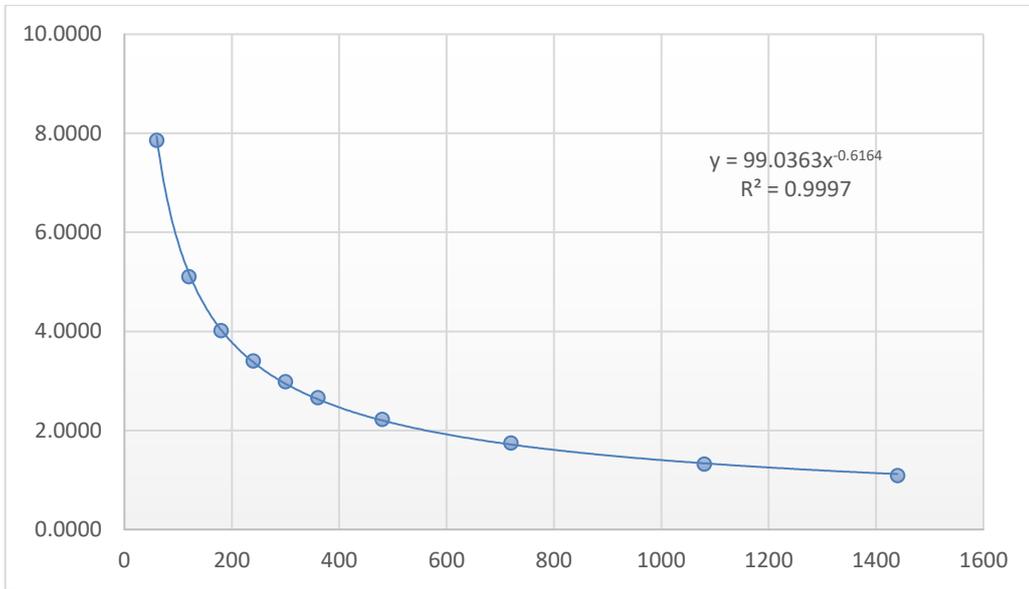


Figura 16: Curva IDF del periodo de retorno de 2 años

Fuente: Elaboración propia

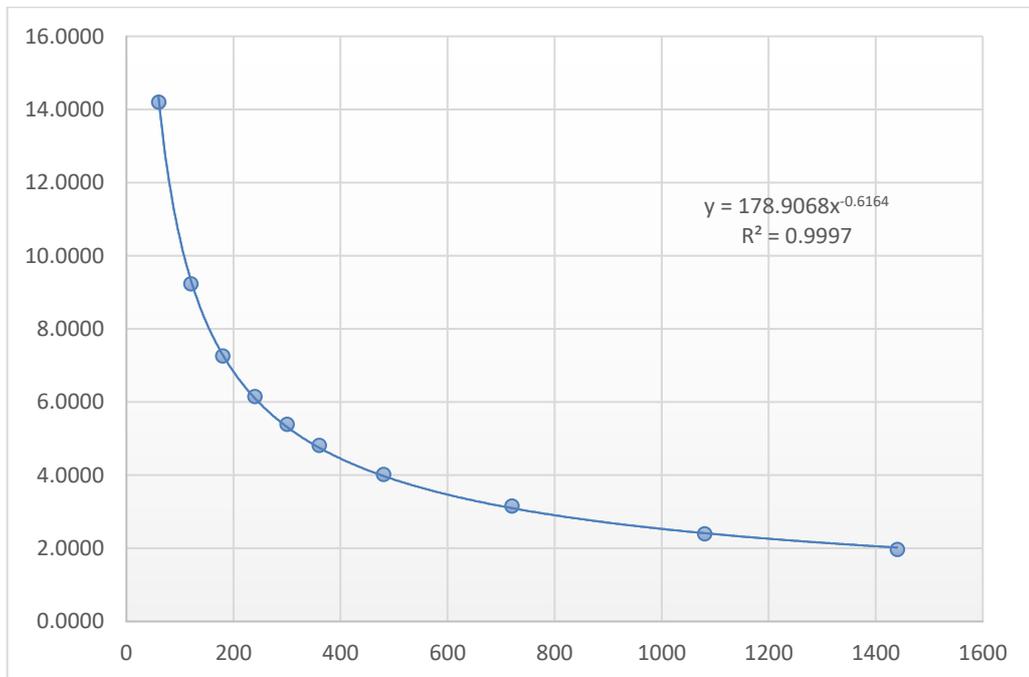


Figura 17: Curva IDF del periodo de retorno de 5 años

Fuente: Elaboración propia

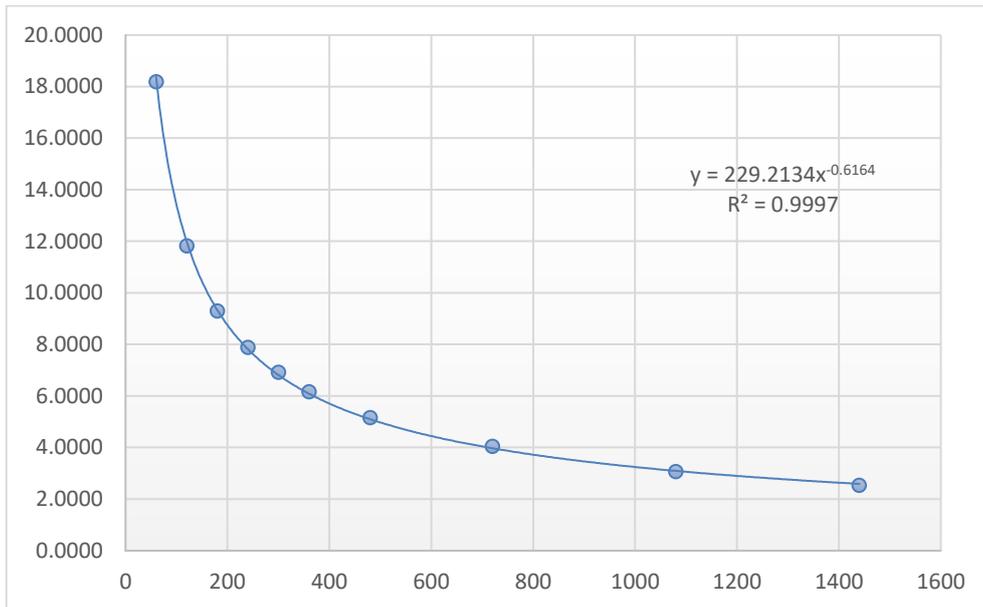


Figura 18: Curva IDF del periodo de retorno de 10 años

Fuente: Elaboración propia

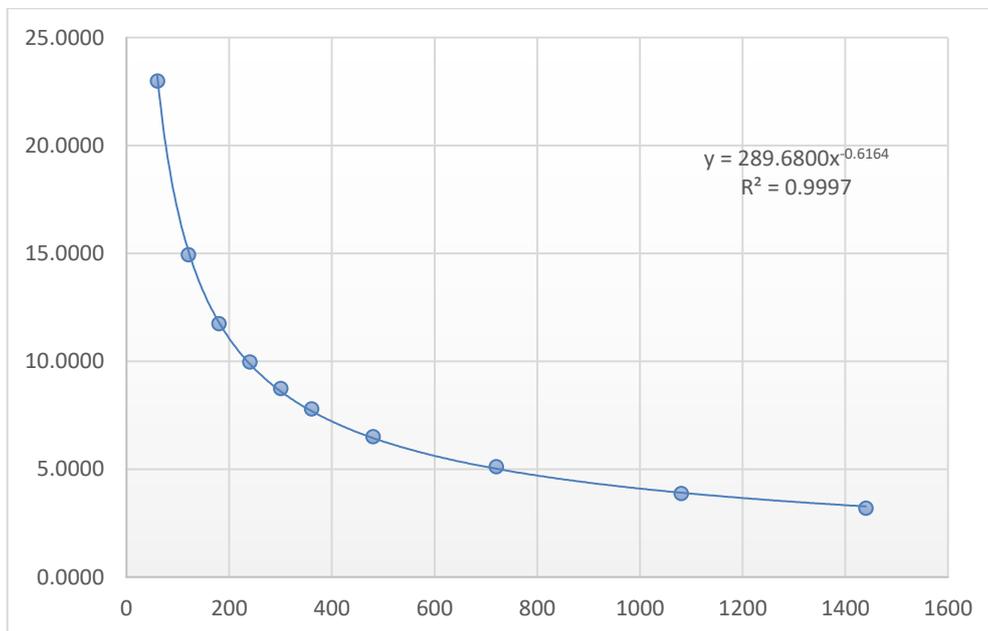


Figura 19: Curva IDF del periodo de retorno de 25 años

Fuente: Elaboración propia

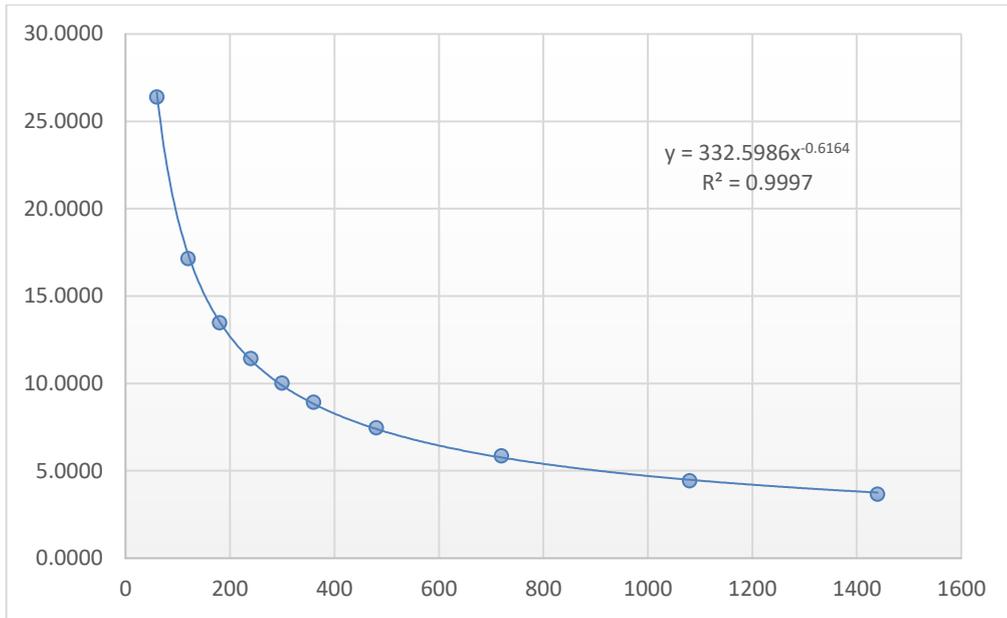


Figura 20: Curva IDF del periodo de retorno de 50 años
 Fuente: Elaboración propia

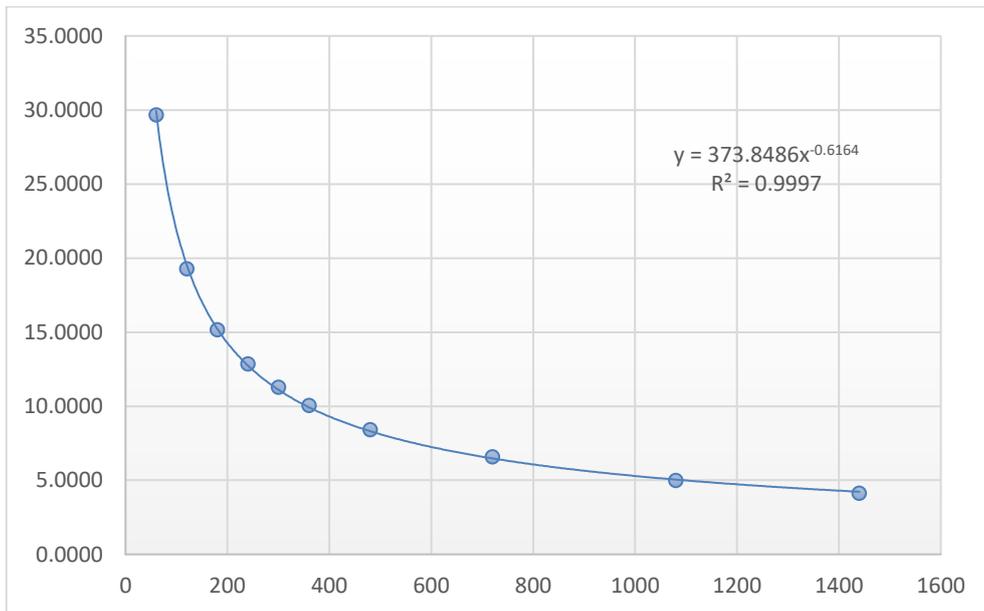


Figura 21: Curva IDF del periodo de retorno de 100 años
 Fuente: Elaboración propia

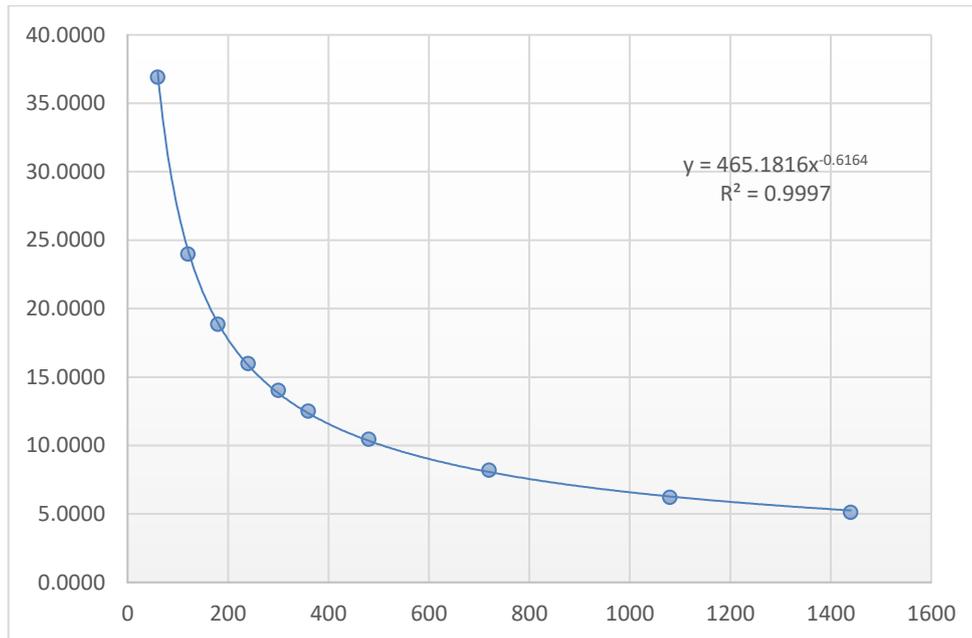


Figura 22: Curva IDF del periodo de retorno de 500 años

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16. Resumen de aplicación de regresión potencial

Periodo de retorno	Coef. de regresión	Exp. de regresión
2	99.0363	-0.6164
5	178.9068	-0.6164
10	229.2134	-0.6164
25	289.6800	-0.6164
50	332.5986	-0.6164
100	373.8486	-0.6164
500	465.1816	-0.6164
Promedio	281.2093	-0.6164

Fuente: Elaboración propia

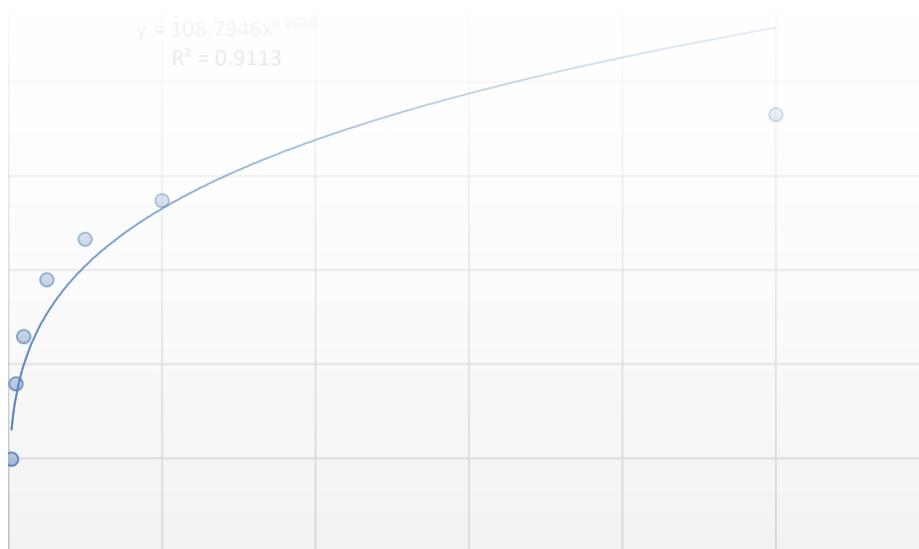


Figura 23: Resumen de aplicación de regresión potencial

Fuente: Elaboración propia

Finalmente se tiene la ecuación de la intensidad válida para la microcuenca según el Manual de Hidrología y Drenaje.

$$I = \frac{KT^m}{t^n}$$

$$K = 108.79$$

$$M = 0.26$$

$$N = 0.62$$

$$I = \frac{108.79 * T^{0.26}}{t^{0.62}}$$

Tiempo de concentración

Al tener la ecuación de la intensidad en función de las variables de T (tiempo de retorno) y t (tiempo de duración) = tiempo de concentración, se procedió a calcular el tiempo de concentración la cual esta expresada en min con la fórmula de California según el Manual de Hidrología y Drenaje.

$$t_c = 0.0195 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0.385} = 0.0195 \left(\frac{2.185^3}{810.78} \right)^{0.385} = 10.645 \text{ min}$$

Tabla 17. Intensidad – Tiempo de duración – Frecuencia (IDF)

TABLA DE INTENSIDAD - TIEMPO DE DURACION - FRECUENCIA							
Duración (t min)	Frecuencia (T años)						
	2	5	10	25	50	100	500
10	31.5762	40.1808	48.2158	61.3546	73.6238	88.3464	134.9019
20	20.5970	26.2098	31.4510	40.0214	48.0245	57.6281	87.9961
30	16.0421	20.4136	24.4958	31.1709	37.4042	44.8840	68.5363
40	13.4354	17.0965	20.5154	26.1058	31.3262	37.5906	57.3995
50	11.7089	14.8995	17.8790	22.7511	27.3006	32.7600	50.0234
60	10.4642	13.3158	15.9785	20.3327	24.3986	29.2777	44.7060
70	9.5157	12.1088	14.5302	18.4897	22.1871	26.6238	40.6537
80	8.7639	11.1520	13.3821	17.0287	20.4340	24.5202	37.4415
90	8.1501	10.3711	12.4450	15.8362	19.0030	22.8031	34.8195
100	7.6377	9.7189	11.6624	14.8405	17.8081	21.3692	32.6301
110	7.2019	9.1644	10.9970	13.9937	16.7920	20.1500	30.7683
120	6.8258	8.6858	10.4227	13.2629	15.9152	19.0977	29.1616
130	6.4972	8.2677	9.9210	12.6245	15.1490	18.1783	27.7577
140	6.2071	7.8985	9.4780	12.0607	14.4725	17.3666	26.5182
150	5.9486	7.5696	9.0834	11.5586	13.8700	16.6436	25.4141
160	5.7166	7.2744	8.7291	11.1078	13.3290	15.9945	24.4230
170	5.5070	7.0076	8.4089	10.7004	12.8401	15.4078	23.5272
180	5.3163	6.7650	8.1178	10.3299	12.3956	14.8744	22.7127
190	5.1420	6.5433	7.8517	9.9913	11.9893	14.3868	21.9682
200	4.9820	6.3396	7.6074	9.6804	11.6162	13.9391	21.2845
210	4.8344	6.1518	7.3820	9.3936	11.2720	13.5261	20.6539
220	4.6978	5.9779	7.1733	9.1280	10.9534	13.1438	20.0701
230	4.5708	5.8163	6.9794	8.8813	10.6573	12.7885	19.5276
240	4.4524	5.6657	6.7987	8.6514	10.3814	12.4574	19.0220

Fuente: Elaboración propia.

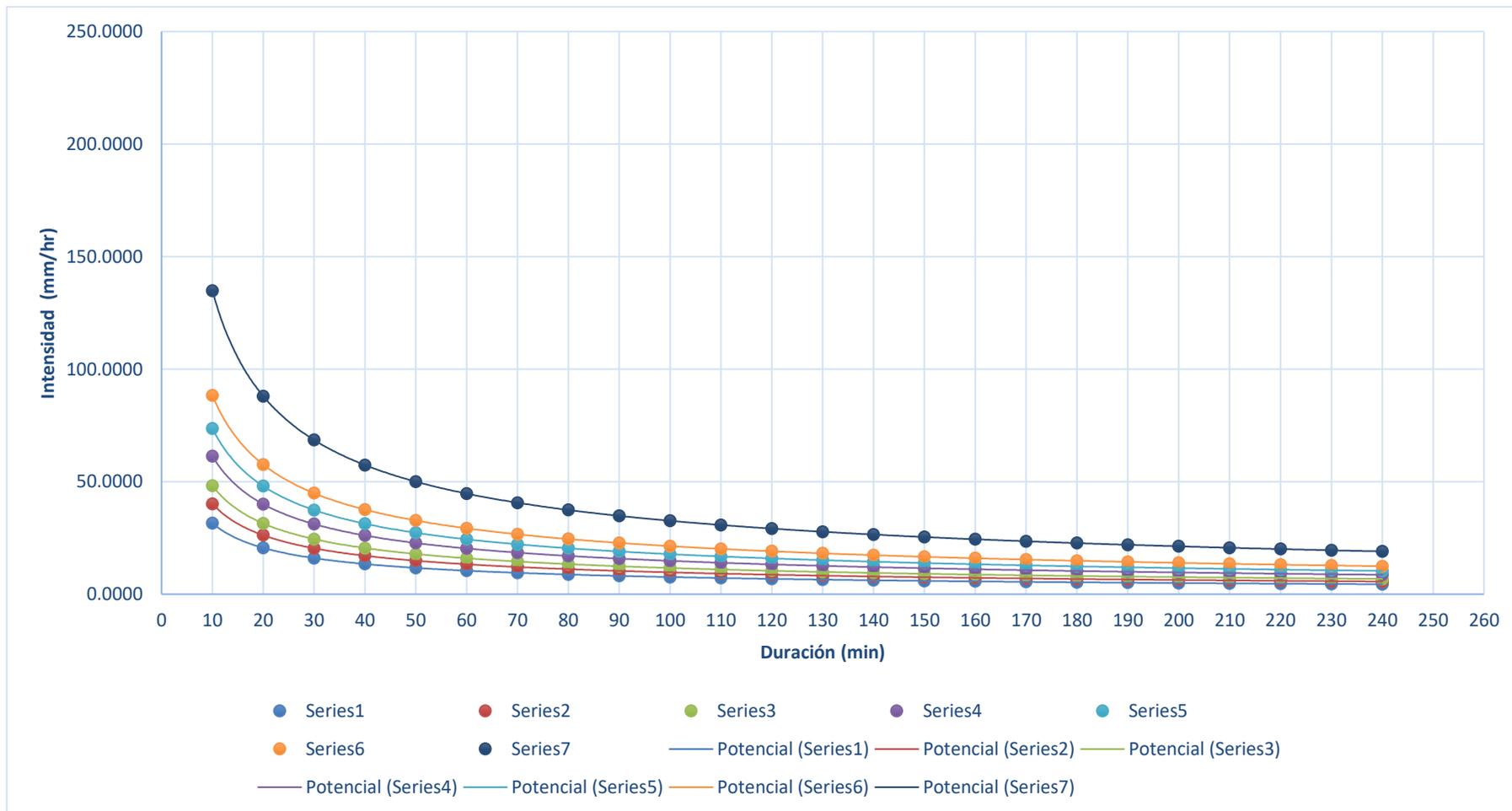


Figura 24: Curva de intensidad – Duración - Frecuencia

Fuente: Elaboración propia

Luego de calcular el tiempo de concentración, se estimó las intensidades para los distintos periodos de retorno (ver tabla 18)

Tabla 18. *Intensidad para cada periodo de retorno*

T	I(mm/h)
2	30.38
5	38.66
10	46.39
25	59.03
50	70.84
100	85.00
200	102.00
500	129.80

Fuente: Elaboración propia

Cálculo de la escorrentía

La escorrentía superficial se calculó mediante la tabla 2 de acuerdo a las características de la microcuenca, el valor de la escorrentía que presenta la microcuenca en estudio es de 0.65 ya que la cobertura de suelo no cuenta con vegetación y es semipermeable.

El caudal se estimó mediante la fórmula del método racional: ver tabla

$$Q = \frac{CIA}{3.6}$$

Tabla 19. *Caudal calculado por el método racional*

T	I(mm/h)	A(km2)	C	Q(m3/s)
2	30.38	1.289	0.650	7.072
5	38.66			8.999
10	46.39			10.798
25	59.03			13.741
50	70.84			16.488
100	85.00			19.785
200	102.00			23.742
500	129.80			30.212

Fuente: Elaboración propia

Estudio topográfico

Se inició con un recorrido de toda la zona en estudio con la finalidad de determinar las futuras estaciones para iniciar con el proceso de levantamiento topográfico de la superficie existente.

Las estaciones están representadas en campo mediante estacas, en donde se puedan abarcar el mayor campo posible y además se visualicen entre ellas para hacer un correcto cambio de estación y de esta manera evitar errores en el proceso. Para el levantamiento topográfico se empleó una estación total marca TOPCON modelo OS 150, dos jalones y dos prismas para los ayudantes de topografía.

Tabla 20. *Coordenadas UTM del Levantamiento topográfico del cauce*

PNT.	NORTE	ESTE	ELEV.	DESCRIP.
1	8681450.97	316926.95	925.73	ESQ REF
2	8681414.39	316948.45	919.09	LP
3	8681446.80	316928.97	925.03	LP
4	8681450.89	316926.41	927.81	LP
5	8681462.73	316921.22	927.96	LP
6	8681472.22	316916.13	930.68	LP
7	8681474.35	316920.22	930.77	LP
8	8681480.36	316917.09	932.45	LP
9	8681414.50	316953.73	917.63	BORD
10	8681422.67	316949.07	919.65	BORD
11	8681423.62	316947.55	919.69	BORD
12	8681428.35	316944.61	920.28	BORD
13	8681433.33	316940.33	921.73	BORD
14	8681439.31	316936.81	922.98	BORD
15	8681442.26	316936.00	923.38	BORD
16	8681446.77	316933.20	924.51	BORD
17	8681458.88	316927.47	927.06	BORD
18	8681465.66	316925.35	928.94	BORD
19	8681469.09	316923.31	929.81	BORD
20	8681472.46	316921.80	930.63	BORD
21	8681422.49	316967.96	917.18	BORD
22	8681423.27	316948.74	917.38	T
23	8681422.97	316950.42	916.67	T
24	8681425.76	316949.99	915.60	T
25	8681429.26	316950.53	915.56	T
26	8681429.94	316953.56	915.92	T
27	8681431.16	316955.35	916.16	T
28	8681423.76	316961.86	914.80	T
29	8681420.82	316958.34	914.06	T
30	8681417.68	316957.47	914.53	T
31	8681415.68	316955.87	914.43	T
32	8681413.38	316955.42	915.05	T
33	8681412.89	316955.65	914.99	T
34	8681437.727	316951.7482	917.33	T
35	8681433.298	316951.7402	916.77	T
36	8681434.351	316949.0048	916.41	T
37	8681431.877	316946.5866	916.34	T
38	8681429.728	316946.7509	918.15	T
39	8681426.446	316948.1178	917.94	T
40	8681424.95	316948.8507	917.79	T
41	8681422.635	316950.2619	916.91	T
42	8681425.193	316949.4464	916.16	T
43	8681426.632	316947.1477	918.76	T
44	8681433.631	316942.4161	919.73	T
45	8681438.944	316942.9646	917.48	T
46	8681435.975	316946.3743	916.81	T
47	8681435.001	316945.3961	917.03	T
48	8681435.862	316940.5751	920.52	T
49	8681433.656	316941.9532	919.99	T
50	8681437.929	316939.1717	921.57	T
51	8681442.014	316936.5514	921.41	T
52	8681443.709	316936.3301	921.27	T
53	8681446.378	316935.9747	920.17	T
54	8681448.988	316935.5397	919.64	T
55	8681445.419	316938.0451	918.61	T
56	8681446.096	316942.2282	918.56	T
57	8681446.186	316946.1659	918.82	T
58	8681454.776	316941.0026	919.77	T
59	8681451.52	316940.0592	919.41	T
60	8681450.599	316934.4267	920.18	T
61	8681450.047	316934.6005	920.13	T
62	8681455.583	316932.0966	921.14	T
63	8681458.272	316932.1613	920.91	T
64	8681458.243	316934.2139	920.90	T
65	8681458.344	316935.8484	920.97	T
66	8681457.702	316938.9642	920.57	T

Fuente: Elaboración propia

Procesamiento y elaboración de planos

Se extrajo información de la estación total en formato CSV (PNEZE delimitado por comas) para ser importado en software CIVIL 3D y realizar la triangulación hasta llegar a una representación similar a la encontrada en el campo (ver anexo 6, L2).

Finalmente se trazó un alineamiento por todo el cauce de la quebrada corrales para después obtener un perfil longitudinal del cauce con sus respectivas secciones cada 25 m (ver anexo 6, L3).

Análisis cartográfico de suelos en la zona de estudio

El suelo encontrado en la zona de estudio según la carta nacional está compuesto Batolito de la Costa, tonalita, diorita en la parte alta de la quebrada Corrales (ver figura 25), por la parte baja contiene una acumulación de grava, arena, limo y arcilla con clastos sub angulosos a angulosos de diferente composición (ver figura 26)

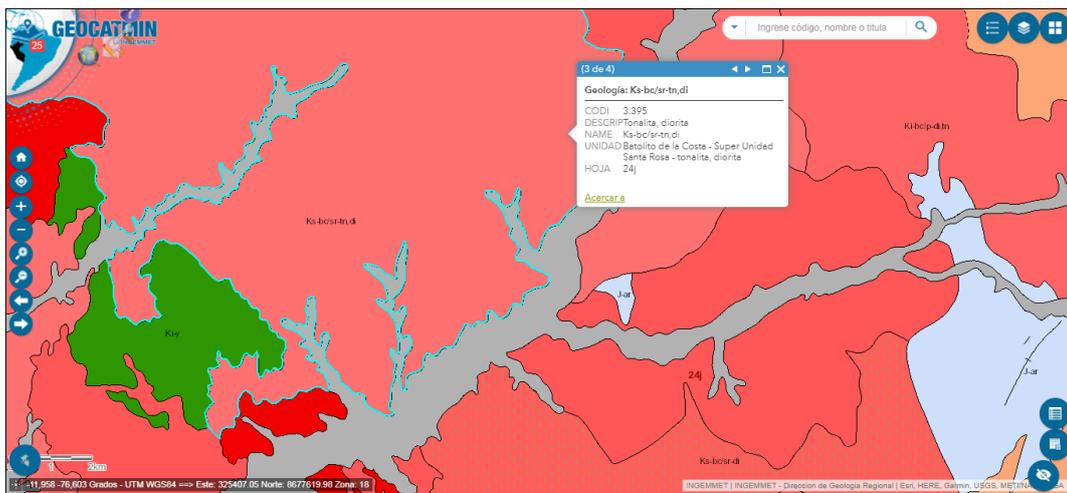


Figura 25: Descripción geológica de la parte superior de la quebrada Corrales

Fuente: Geocatmin

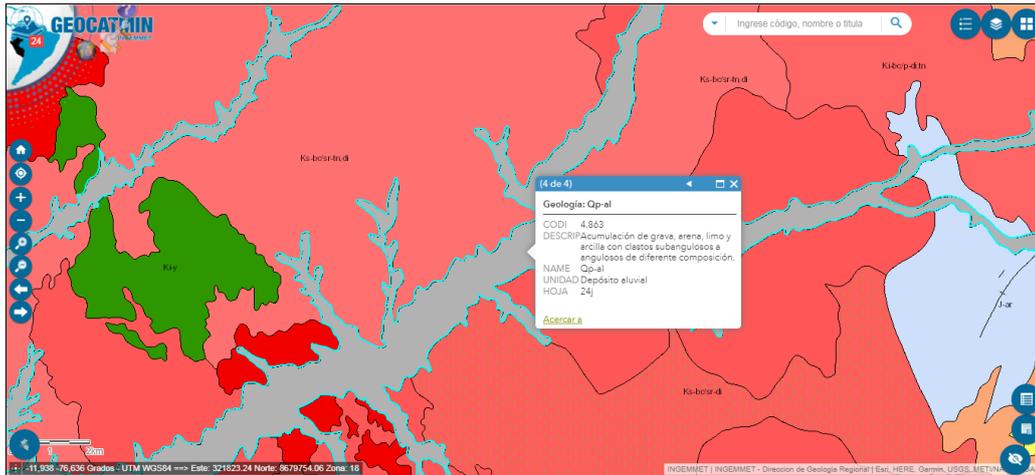


Figura 26: Descripción geológica de la parte inferior de la quebrada Corrales

Fuente: Geocatmin

Extracción de muestras

Se realizaron calicatas o pozos a cielo abierto, en dos puntos estratégicos donde irán las estructuras como la C-1 en la progresiva 0+142 con una profundidad de 1.50 m ya que es ahí donde iniciara la alcantarilla de paso para no interrumpir en tránsito peatonal y vehicular. La C-2 en la progresiva 0+425 con una profundidad de 2.00 m porque en ese tramo no se encontraba suelo firme. Las ubicaciones de las calicatas fueron determinadas después de haber hecho el modelamiento de la superficie sin estructuras y analizar los tramos críticos e importantes para la investigación de esa manera determinar el Perfil Estratigráfico del área en estudio.

Ensayos en el laboratorio

Los métodos de ensayos realizados en el laboratorio son:

- Método de ensayo para el análisis granulométrico de suelos (ver anexo 11: L1).
- Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (ver anexo 11, L2).
- Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos (ver anexo 11, L3).
- Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo (ver anexo 11, L4).

- Método de ensayo normalizado para el ensayo de corte directo en suelos bajo condiciones consolidadas drenadas (ver anexo 11, L5).

Los estudios antes mencionados son de suma importancia ya que gracias a ellos podemos obtener los parámetros necesarios tanto para el modelamiento en el software FLO-2D y para el diseño de las infraestructuras a incorporar en el cauce de la quebrada.

Trabajos en gabinete para el modelamiento de la quebrada en condiciones naturales para un flujo no permanente.

- Cálculo del coeficiente de escorrentía.
- Cálculo del hidrograma de caudales para el modelamiento del flujo de detritos ver (anexo 12, L1)
- Cálculo del coeficiente de rugosidad (ver anexo 12, L2)
- Cálculo de la capacidad portante (ver anexo 12, L3)
- Procesamiento de superficie de la quebrada corales en condiciones naturales y exportación de la superficie en formato TIF (ver anexo 6, L5)

Modelamiento del flujo de detritos de la quebrada Corrales en condiciones naturales para un periodo de retorno 50 años

Velocidad

Como se aprecia en la figura la velocidad no es la misma en todo el recorrido del flujo, esto debido a cambios de pendiente, sección de área mojada. En el tramo de la parte superior las velocidades varían desde 0.00m/s hasta 10.20m/s, en la parte central del cauce, tramo más largo hasta llegar a la carretera central se puede apreciar que las velocidades oscilan entre 2.87m/s hasta 8.61m/s, las velocidades finales del cauce hasta desembocar en el río Rímac varían desde 0.00m/s y 2.87m/s. Y por último la velocidad del flujo en las zonas urbanas varía desde 0.00m/s hasta el 4.31m/s (ver figura 27)

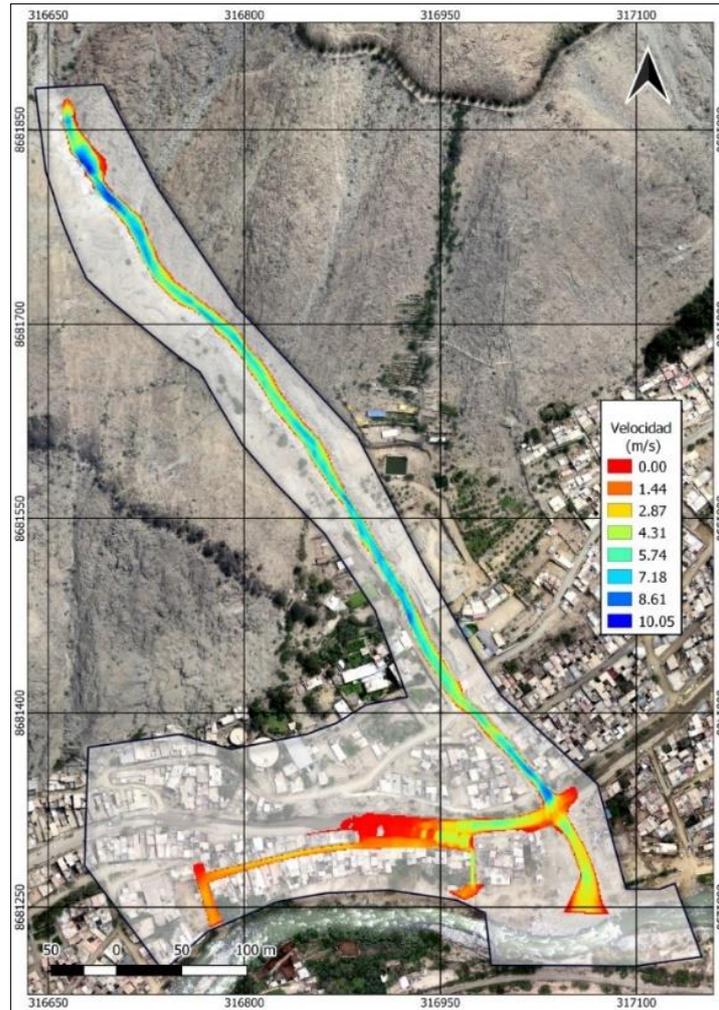


Figura 27: Velocidad del flujo detrítico en condiciones naturales en la quebrada Corrales

Fuente: Elaboración Propia

Velocidad para el diseño de diques (retención y dissipador de energía) y alcantarilla

Luego de realizar el modelamiento se obtuvieron del programa FLO-2D las velocidades 7.921m/s, 6.725m/s y 5.957m/s en las progresivas 0+649.554, 0+281.963 y 0+112.850 respectivamente, para el diseño de los diques de retención debido a que en esos puntos la pendiente no es tan pronunciada y la sección del área mojada es mayor, por lo cual los diques tendrían mayor estabilidad y lograrían captar más flujo detrítico y por ende disipar la energía hidráulica. También la velocidad en la progresiva 0+109.199 que es de 8.126m/s, para el diseño de la alcantarilla tipo cajón debido a que en esa sección termina el dique y empezaría la

longitud de transición hacia la alcantarilla. Estas progresivas fueron determinadas estratégicamente por los investigadores para el posterior diseño las estructuras.

Además, se obtuvieron las velocidades 7.921m/s, 6.725m/s, 5.957m/s, 8.126m/s 8.590m/s, 2.302m/s y 3.799m/s, en las progresivas 0+649.554, 0+281.963, 0+112.850, 0+109.199, 0+101.000, 0+086.617 y 0+075.000 respectivamente, porque son los puntos donde se va alterar el comportamiento el flujo ya que es la ubicación de las estructuras, y verificar cuanto varían en comparación con los resultados del modelamiento con infraestructuras hidráulicas. (ver tabla 21)

Tabla 21: *Velocidad del flujo detrítico en condiciones naturales en la quebrada Corrales*

	Progresiva	Velocidad (m/s)
V ₁	0+649.554	7.921
V ₂	0+281.963	6.725
V ₃	0+112.850	5.957
V ₄	0+109.199	8.126
V ₅	0+101.000	8.590
V ₆	0+086.617	2.302
V ₇	0+075.000	3.779

Fuente: Elaboración propia

Tirante

Con el apoyo del programa FLO-2D, se pudo estimar los tirantes del flujo detrítico para un periodo de retorno de 50 años, según la leyenda de la siguiente figura los tirantes en la parte superior oscilan desde 0.004m hasta 1.125m, en la parte central se puede apreciar que los tirantes oscilan entre 1.125m y 3.367m, en la parte baja de la quebrada, se logra visualizar que el flujo se ha desbordado por las calles asfaltadas, estimándose tirantes que oscilan desde 0.564m hasta 1.125 (ver figura 28).

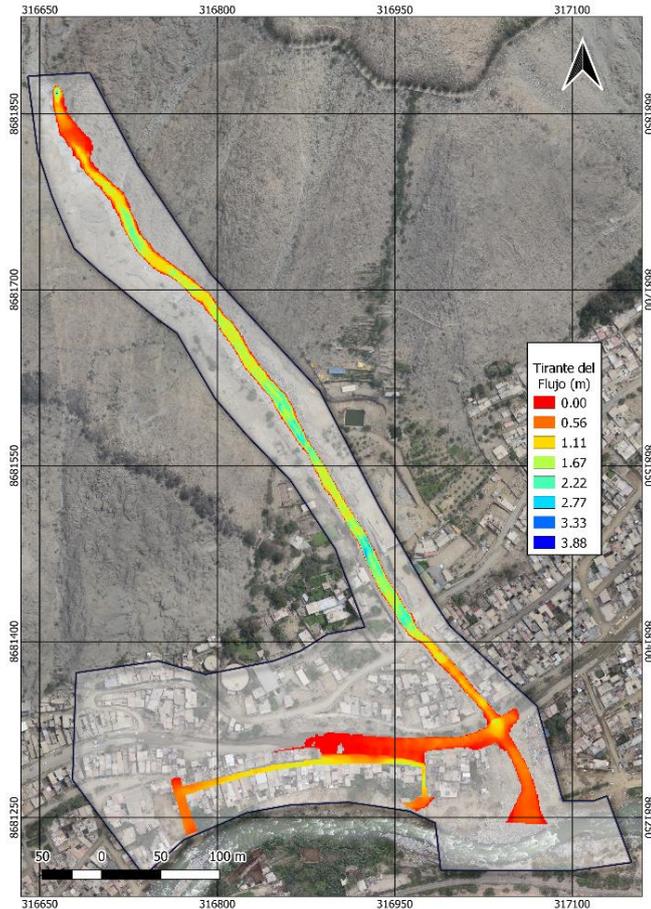


Figura 28: Tirante del flujo detrítico en condiciones naturales en la quebrada Corrales
Fuente: Elaboración Propia

Tirante para el diseño de diques de retención, alcantarilla y muro de encauzamiento

Luego de realizar el modelamiento se obtuvieron del programa FLO-2D los tirantes 2.153m, 2.696m y 1.757m, en las progresivas 0+649.554, 0+281.963 y 0+112.850, respectivamente, para el diseño de los diques de retención debido que en esos puntos la pendiente no es tan pronunciada y la sección del área mojada es mayor, por lo cual los diques tendrían mayor estabilidad y lograrían captar más flujo detrítico. El tirante en las progresivas 0+109.199 y 0+086.617 es de 0.528m y 1.262 respectivamente, para el diseño de la alcantarilla tipo cajón debido a que en esa sección termina el dique y empezaría la longitud de transición hacia la alcantarilla. De igual forma en las progresivas 0+101.000 y 0+075.000 se estimó los tirantes 1.032m y 0.389m, para el diseño de muros de encauzamiento. Estas progresivas

fueron determinadas estratégicamente por los investigadores para el posterior diseño las estructuras.

También se estimó los tirantes 2.153m, 2.696m, 1.757m, 0.528m, 1.032m, 1.262m, y 0.389m en las progresivas 0+649.554, 0+281.963, 0+112.850, 0+109.199, 0+101.000, 0+086.617 y 0+075.000 respectivamente, porque son los puntos donde se va alterar el comportamiento del flujo detrítico ya que es ahí la ubicación de las estructuras, y verificar cuanto varían en comparación con los resultados del modelamiento con infraestructuras hidráulicas. (ver tabla 22)

Tabla 22: *Tirante del flujo detrítico en condiciones naturales en la quebrada Corrales*

	Progresiva	Tirante (m)
T ₁	0+649.554	2.055
T ₂	0+281.963	2.696
T ₃	0+112.850	1.089
T ₄	0+109.199	1.032
T ₅	0+101.000	1.032
T ₆	0+086.617	1.262
T ₇	0+075.000	0.389

Fuente: Elaboración Propia

Profundidad de socavación

De acuerdo a los resultados obtenidos del modelamiento del flujo de detritos en la quebrada Corrales, la mayor parte del recorrido en el cauce, hasta llegar a la carretera Central, presenta una altura de flujo depositado entre 0.004m y 0.141m, en la parte baja de la quebrada estas alturas oscilan desde 0.004 hasta 0.095m (ver figura 29)

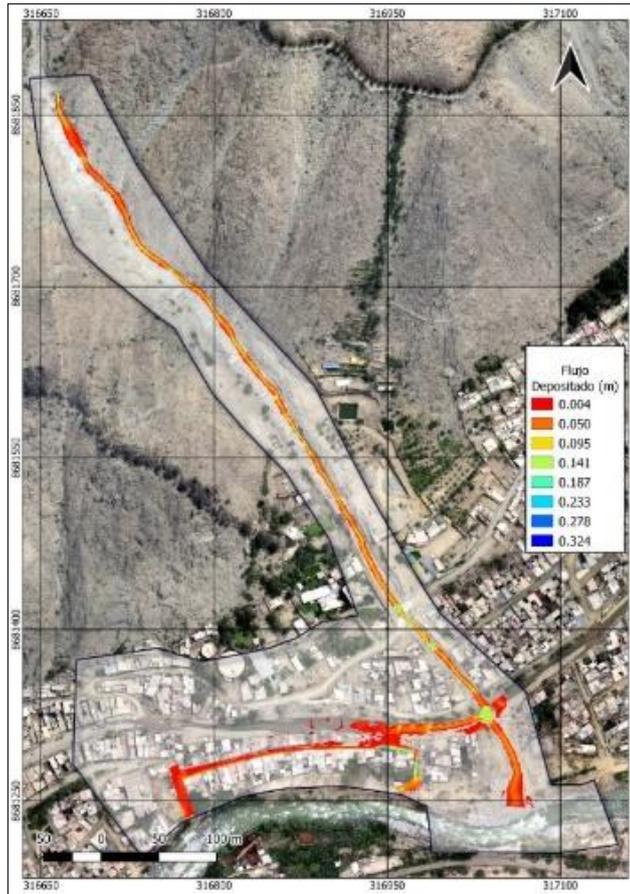


Figura 29: Altura del flujo detrítico en condiciones naturales en la quebrada Corrales

Fuente: Elaboración Propia

Profundidad de socavación para el diseño muro de encauzamiento y diques de retención

Debido a que se realizó el levantamiento topográfico en la zona de estudio, se conoció las cotas del cauce de la quebrada Corrales, con el cual se elaboró el perfil longitudinal. Este estudio previo de la investigación fue de suma importancia para poder calcular la profundidad de socavación, ya que el modelamiento hidráulico permite conocer las cotas del flujo depositado por ende una superficie alterada. La profundidad de socavación se calculó en primer lugar restando la cota del flujo depositado (terreno después del evento) con la cota de terreno antes del evento para obtener la profundidad de socavación y con este parámetro diseñar las infraestructuras para un posterior modelamiento. Las progresivas 0+649.554,

0+281.963, 0+112.850, 0+109.199, 0+101.000, 0+086.617 y 0+075.000 no presentan profundidad de socavación, por el contrario, sedimentación.

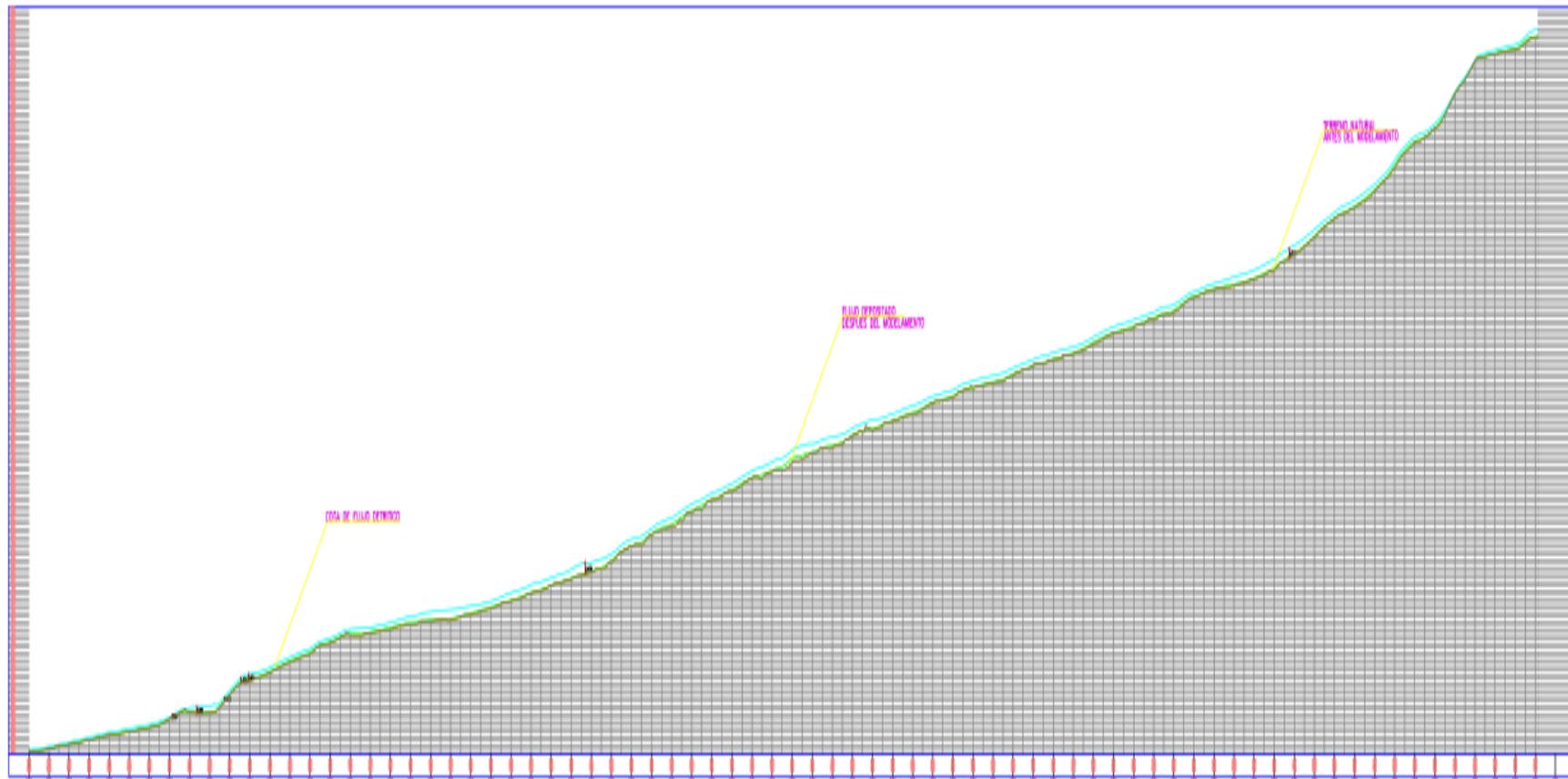


Figura 30: Perfil longitudinal del terreno y después del evento en condiciones naturales en la quebrada Corrales

Fuente: Elaboración Propia

También se estimó las profundidades de socavación -0.212m, -0.094m, -0.319, -0.234, -0.290, -0.302 y -0.038 en las progresivas 0+649.554, 0+281.963, 0+112.850, 0+109.199, 0+101.000, 0+086.617 y 0+075.000 respectivamente, porque son los puntos donde se va alterar el comportamiento el flujo ya que es la ubicación de las estructuras, y verificar cuanto varían en comparación con los resultados del modelamiento con infraestructuras hidráulicas. (ver tabla 23)

Tabla 23: Profundidad de socavación del flujo detrítico en condiciones naturales en la quebrada Corrales

	Progresiva	Cota terreno antes del evento (msnm)	Cota terreno después del evento (msnm)	ds (m)
ds ₁	0+649.554	996.124	996.336	-0.212
ds ₂	0+281.963	924.656	924.750	-0.094
ds ₃	0+112.850	900.607	900.926	-0.319
ds ₄	0+109.199	900.100	900.334	-0.234
ds ₅	0+101.000	895.820	896.110	-0.290
ds ₆	0+086.617	893.282	893.584	-0.302
ds ₇	0+075.000	892.220	892.258	-0.038

Fuente: Elaboración Propia

Área de inundación

En la siguiente figura se observa las zonas perjudicadas por el flujo detrítico. Este escenario fue obtenido mediante el modelamiento hidráulico en condiciones naturales de la quebrada Corrales, para un periodo de retorno de 50 años donde se obtuvo un área de inundación de 4,347m², la cual está comprendida por viviendas, calles asfaltadas, veredas, etc. (ver figura 31).

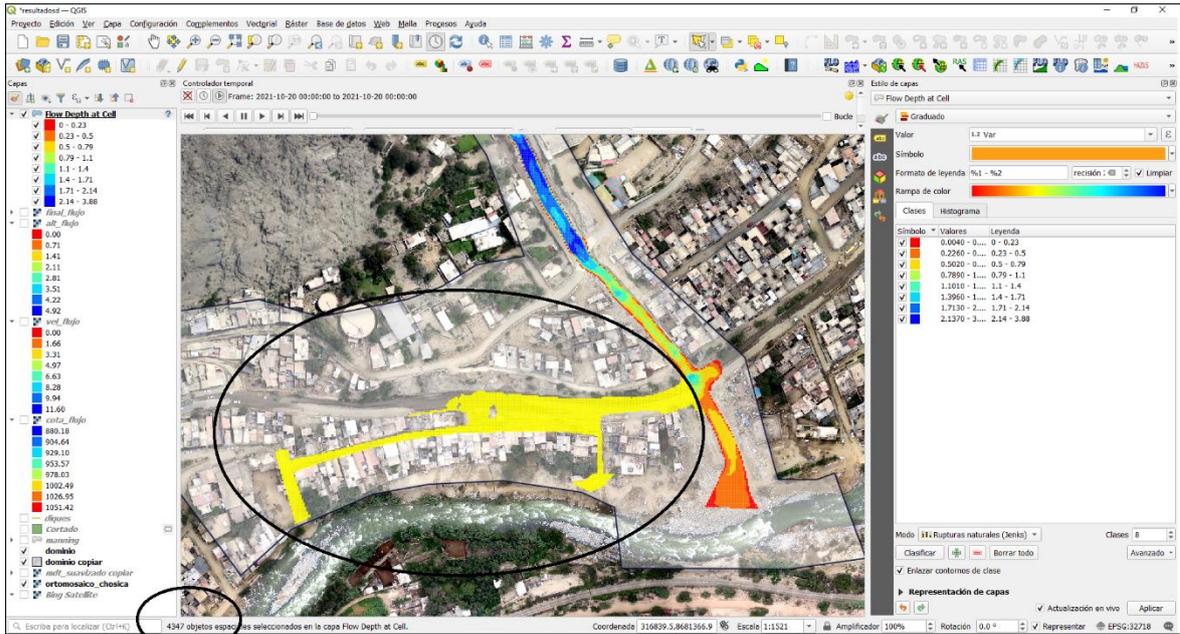


Figura 31: Área de inundación en condiciones naturales en la quebrada Corrales

Fuente: Elaboración Propia

La posible área perjudicada está comprendida por 100 viviendas la cual cuenta con un aproximado de 5 personas por vivienda dando un total de $100 \times 5 = 500$ habitantes. (ver figura 32)



Figura 32: Área de inundación de las zonas urbanas

Fuente: Elaboración Propia

Esta inundación es a causa de que la quebrada Corrales no cuenta con infraestructuras de retención, encauzamiento y conducción del flujo, esta problemática surge desde la progresiva 0+075.000 hasta 0+095.000.

Por esta razón se propone 3 diques de retención en las progresivas 0+649.554, 0+281.963 y 0+112.850, con la finalidad de retener la mayor masa del flujo detrítico, para no permitir el ingreso de material rocoso de gran dimensión a la alcantarilla y de esta manera obstruir el paso del flujo.

De igual forma se propone de muro de contención, con el objetivo de encausar el flujo hacia la alcantarilla desde el dique ubicado en la progresiva 0+112.850 hasta el ingreso de la alcantarilla, y de la salida de la alcantarilla para de esta manera evitar el desborde del flujo por las zonas adyacentes a la alcantarilla.

Y por último se propone una alcantarilla de para el paso del flujo, con el objeto de conducir el flujo hasta pasar la carretera central y de esta manera no perjudique con el desborde el tránsito vehicular y peatonal e inundar las zonas urbanas aledañas.

Volumen retenido

En la siguiente figura se observa el flujo detrítico depositado en la quebrada Corrales del modelamiento hidráulico en condiciones naturales para un periodo de retorno de 50 años. Según el escalado que se muestra las alturas del flujo depositado que oscilan entre 0.004m a 0.324m, dando un volumen retenido estimado de 855.14m³, este valor fue determinado mediante el procesamiento de la superficie del flujo depositado en programa civil 3D. Estos resultados son mínimos ya que la microcuenca no cuenta con estructuras de retención. (ver figura 33)

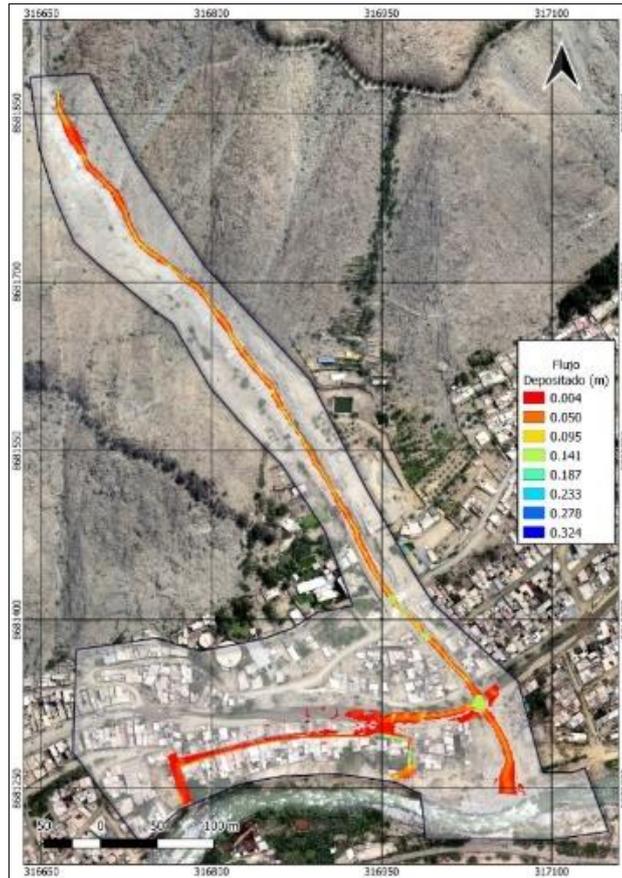


Figura 33: Altura del flujo detrítico en condiciones naturales en la quebrada Corrales

Fuente: Elaboración Propia

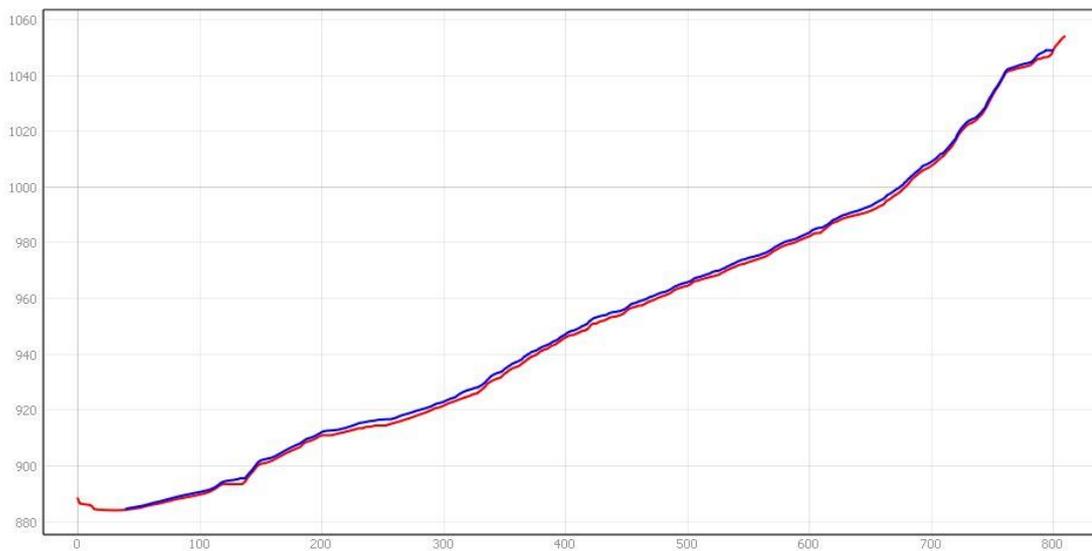


Figura 34: Perfil longitudinal del terreno antes y después del evento en condiciones naturales en la quebrada Corrales

Fuente: Elaboración Propia

Trabajos en gabinete para el modelamiento de la quebrada con estructuras.

- Diseño dique de retención y disipación de energía en la progresiva 0+649.554 para un área hidráulica de 10.254 m² y un tirante máximo de 2.055 m según los resultados obtenidos en esa sección del modelamiento hidráulico en condiciones naturales (ver anexo 13, L1)
- Diseño dique de retención y disipación de energía en la progresiva 0+281.963 para un área hidráulica de 20.450 m² y un tirante máximo de 2.090 m según los resultados obtenidos en esa sección del modelamiento hidráulico en condiciones naturales (ver anexo 13, L2)
- Diseño dique de retención y disipación de energía en la progresiva 0+112.850 para un área hidráulica de 14.288 m² y un tirante máximo de 1.084 m según los resultados obtenidos en esa sección del modelamiento hidráulico en condiciones naturales (ver anexo 13, L3)
- Diseño de Muros de encauzamiento mediante los tirantes máximos y profundidad de socavación obtenidos de la simulación para la conducción del flujo detrítico hacia la alcantarilla y después de ella hacia el Rio Rímac con la finalidad de evitar el desbordamiento del flujo (ver anexo 13, L4)
- Diseño de alcantarilla según el tirante y velocidad del modelamiento en condiciones naturales en el canal de ingreso para el cálculo del caudal (ver anexo 13, L5).
- Procesamiento de las estructuras a incorporar en la superficie de la quebrada Corrales en el programa civil 3D (ver anexo 6, L6).

4.3 Estimación de la velocidad, tirante y profundidad de socavación del flujo detrítico para la implementación de infraestructuras hidráulicas.

Velocidad

Luego de realizar la simulación del flujo detrítico en la quebrada Corrales con el programa FLO-2D y con la implementación de 3 diques de retención, muro de encauzamiento y una alcantarilla de cuatro ojos. En el escalado la siguiente figura se puede observar que las velocidades variaron considerablemente debido a las estructuras. Como se aprecia las velocidades no son las mismas en todo el

recorrido del flujo. En el parte superior las velocidades varían desde 0.01m/s hasta 14.67m/s hasta llegar al dique de la progresiva 0+649.554, pasando esta infraestructura hasta llegar al dique de la progresiva 0+281.963, la velocidad del flujo oscila desde 6.29m/s hasta 12.57m/s, pasando esta estructura hasta llegar al dique de la progresiva 0+112.850, las velocidades varían desde 8.39m/s entre 10.48m/s. Las velocidades del flujo que pasa por la alcantarilla, cuya estructura empieza en la progresiva 0+092.841 y finaliza en la progresiva 0+080.856 oscilan desde 10.48m/s hasta 12.57m/s, pasando esta esta obra de paso las velocidades varían desde 8.39m/s hasta 6.29m/s, hasta desembocar en el río Rímac. (ver figura 35).

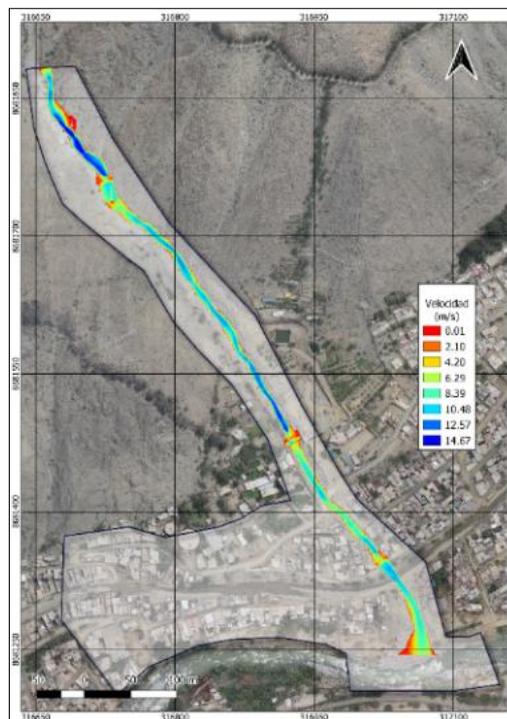


Figura 35: Velocidad del flujo detrítico con infraestructuras hidráulicas en la quebrada Corrales

Fuente: Elaboración Propia

Al finalizar el modelamiento con el software FLO-2D de la superficie con las estructuras incorporadas en las progresivas 0+649.554, 0+281.963, 0+112.850, 0+109.199, 0+101.000, 0+086.617 y 0+075.000 se estimaron las velocidades en cada punto de estudio resultando 3.036m/s, 9.630m/s, 9.250m/s, 8.916m/s, 7.985m/s, 7.479m/s, y 8.978m/s respectivamente (ver tabla 24).

Tabla 24: *Velocidad del flujo detrítico con infraestructuras en la quebrada Corrales*

	Progresiva	Velocidad (m/s)
V ₁	0+649.554	5.209
V ₂	0+281.963	3.472
V ₃	0+112.850	4.366
V ₄	0+109.199	7.836
V ₅	0+101.000	11.086
V ₆	0+086.617	9.521
V ₇	0+075.000	9.260

Fuente: Elaboración Propia

Tirante

Mediante la modelación en el programa FLO-2D, con la implementación de infraestructuras hidráulicas, se pudo estimar los tirantes del flujo detrítico para un periodo de retorno de 50 años, según la leyenda de la siguiente figura el tirante llega alcanzar 0.01m en la parte superior, cuando el flujo llega a la pantalla del dique de la progresiva 0+649.554, el agua se va acumulando hasta obtener un tirante de 3.78m, pasando esta estructura el tirante oscila desde 0.01m, llegando a la pantalla del dique de la progresiva 0+281.963, el flujo logra acumularse hasta obtener un tirante 5.67m, pasando esta estructura, el tirante varia desde 0.01m, cuando llega a la pantalla del dique de la progresiva 0+112.850, el tirante llega alcanzar 3.78m. Finalmente pasando esta infraestructura de retención, el tirante oscila desde 0.01m hasta 0.95m hasta desembocar en el río Rímac. (ver figura 36)

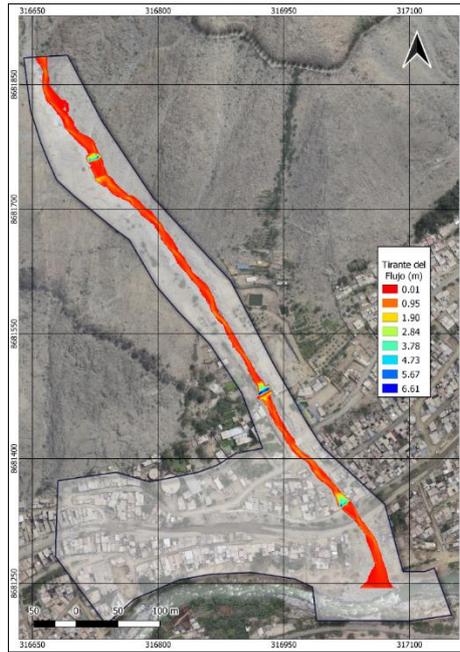


Figura 36: Tirante del flujo detrítico con infraestructuras hidráulicas en la quebrada Corrales

Fuente: Elaboración Propia

Después de simular la quebrada con la ayuda del software FLO-2D con las estructuras ubicadas en los puntos más favorables se determinaron valores aproximados de los tirantes en un instante dando como 4.889m, 5.678m, 4.978m, 0.528m, 0.253m, 1.227m, y 0.690m en las progresivas 0+649.554, 0+281.963, 0+112.850, 0+109.199, 0+101.000, 0+086.617 y 0+075.000 respectivamente, porque son los puntos donde se encuentran las infraestructuras hidráulicas. (ver tabla 25)

Tabla 25: Tirante del flujo detrítico con infraestructuras en la quebrada Corrales

	Progresiva	Tirante (m)
T ₁	0+649.554	4.889
T ₂	0+281.963	5.678
T ₃	0+112.850	4.978
T ₄	0+109.199	0.528
T ₅	0+101.000	0.253
T ₆	0+086.617	1.227
T ₇	0+075.000	0.690

Fuente: Elaboración Propia.

Profundidad de socavación

De acuerdo a los resultados obtenidos la mayor parte del recorrido del cauce presenta sedimentación dando una altura máxima de 5.56m, pero en algunos tramos pequeños existe profundidad de socavación, obteniendo como máximo 0.589m (ver figura 37)

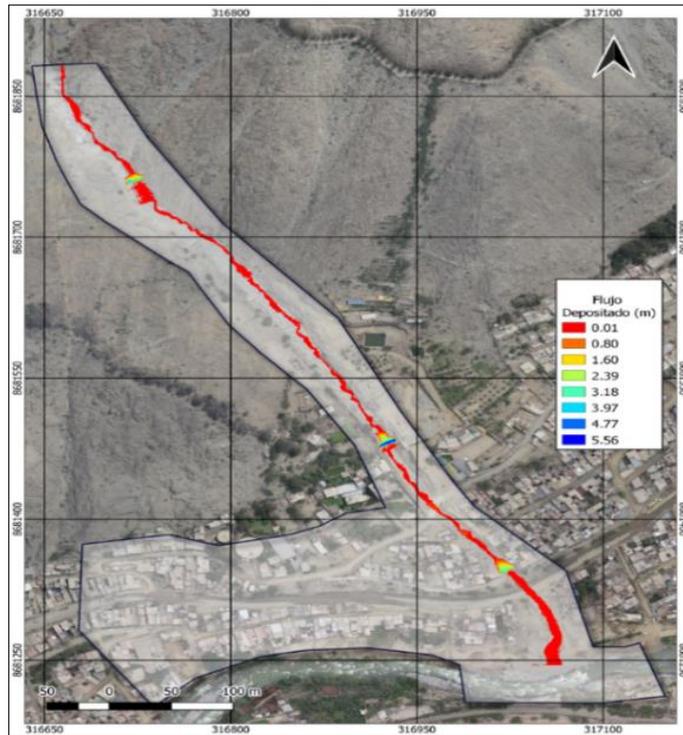


Figura 37: Altura del flujo detrítico con infraestructuras en la quebrada Corrales

Fuente: Elaboración Propia

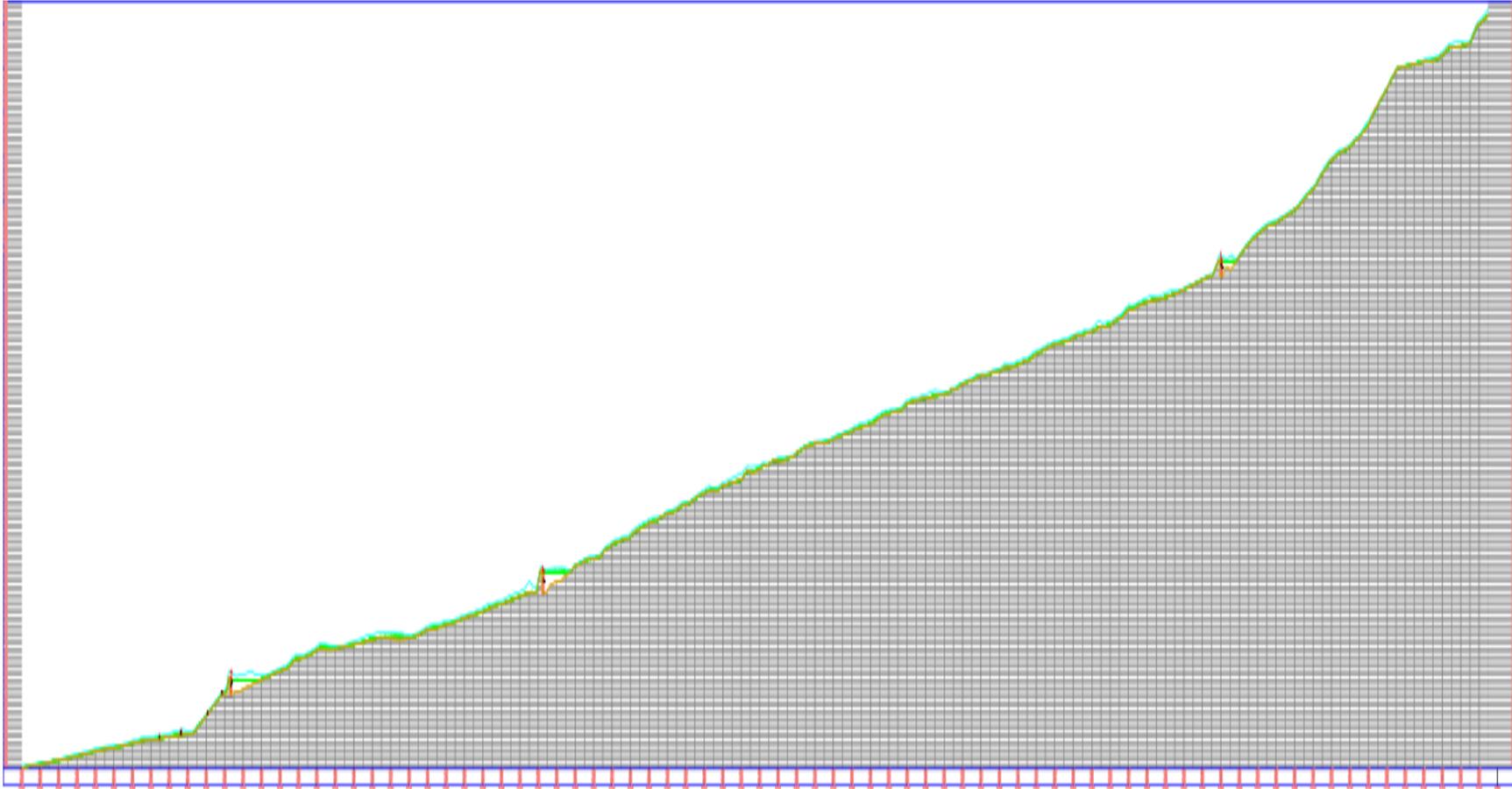


Figura 38: Perfil longitudinal del terreno antes y después del evento con infraestructuras en la quebrada Corrales

Fuente: Elaboración Propia

Del modelamiento la quebrada corrales con infraestructuras hidráulicas, se estimó las profundidades de socavación -3.437m, -4.666m, -2.764, 0.022, -0.017, -0.054 y -0.048 en las progresivas 0+649.554, 0+281.963, 0+112.850, 0+109.199, 0+101.000, 0+086.617 y 0+075.000 respectivamente, porque son los puntos donde se encuentran las estructuras. (ver tabla 26)

Tabla 26: Profundidad de socavación del flujo detrítico con infraestructuras en la quebrada Corrales

	Progresiva	Cota terreno antes del evento (msnm)	Cota terreno después del evento (msnm)	ds (m)
ds ₁	0+649.554	994.628	998.065	-3.437
ds ₂	0+281.963	923.533	928.199	-4.666
ds ₃	0+112.850	901.000	903.764	-2.764
ds ₄	0+109.199	900.902	900.880	0.022
ds ₅	0+101.000	896.426	896.443	-0.017
ds ₆	0+086.617	891.539	891.593	-0.054
ds ₇	0+075.000	890.794	890.842	-0.048

Fuente: Elaboración propia

4.4. Estimación del área de inundación de las zonas urbanas con la implementación de infraestructuras hidráulicas en la quebrada Corrales.

Área de inundación

De la simulación de la superficie con las estructuras propuestas para un periodo de retorno de 50 años se obtuvieron como resultado 0.00m² de área urbana inundada. (ver figura 39)

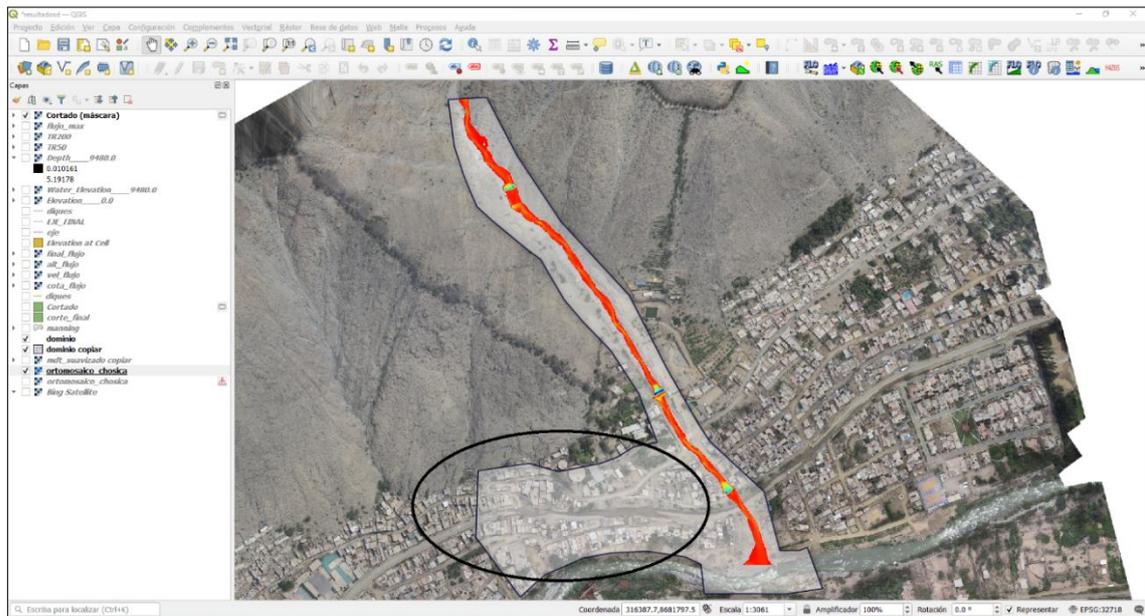


Figura 39: Área de inundación de las zonas urbanas de la quebrada Corrales

Fuente: Elaboración propia

4.5. Estimación el volumen retenido del flujo de detritos con la implementación de infraestructuras hidráulicas en la quebrada Corrales

Volumen retenido

En la siguiente figura se observa el flujo detrítico depositado en la quebrada Corrales del modelamiento hidráulico en condiciones naturales para un periodo de retorno de 50 años. Según el escalado que se muestra las alturas del flujo depositado que oscilan entre 0.01m a 5.56m, dando un volumen retenido estimado de $3,328.710\text{m}^3$, este resultado se estimó a través del procesamiento de la superficie en formato TIF del flujo depositado en el programa civil 3D. (ver figura 40).

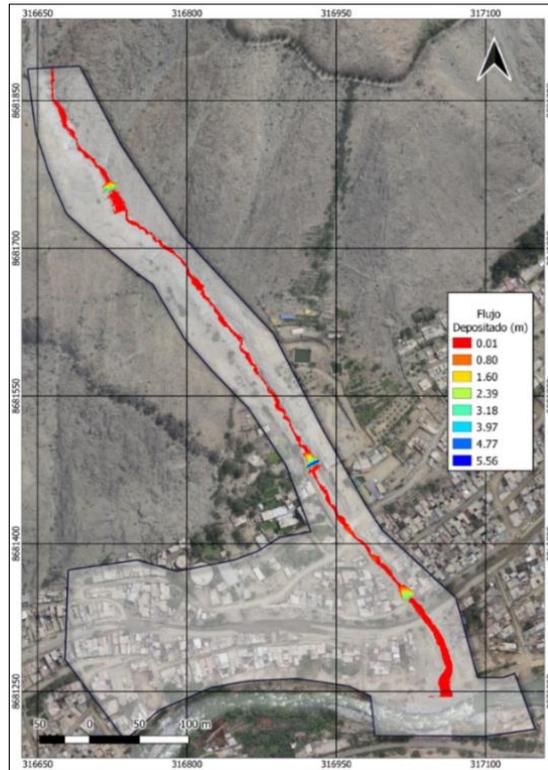


Figura 40: Altura del flujo detrítico depositado con infraestructuras en la quebrada Corrales

Fuente: Elaboración propia

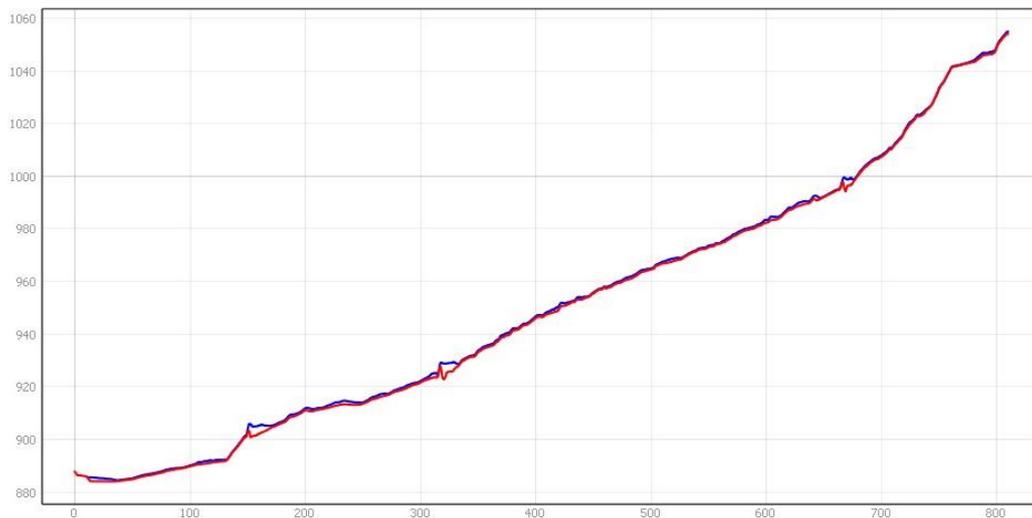


Figura 41: Perfil longitudinal del terreno antes y después del evento con infraestructuras en la quebrada Corrales

Fuente: Elaboración propia

4.6. Contrastación de la hipótesis

Contraste de hipótesis: Infraestructuras hidráulicas y parámetros hidráulicos.

Para la contrastación se plantearon las siguientes hipótesis:

H₀: La velocidad, tirante y profundidad de socavación del flujo detrítico no se alteran con la implementación de infraestructuras hidráulicas en la quebrada Corrales Chosica.

H₁: La velocidad, tirante y profundidad de socavación del flujo detrítico si se alteran con la implementación de infraestructuras hidráulicas en la quebrada Corrales Chosica.

a) Velocidad

Con la implementación de infraestructuras hidráulicas las velocidades varían, en algunas progresivas aumentó y en otras disminuyó. Las velocidades disminuyeron 2.712m/s, 3.253m/s y 1.591m/s en la progresiva 0+649.554, 0+281.963 y 0+112.850 respectivamente, a causa de que el flujo al llegar a la pantalla del dique impacta, y esto provoca que el flujo pierda energía hídrica, además en la progresiva 0+109.199 disminuyó 0.29m/s por el motivo de que el flujo al pasar el dique cae en el colchón hidráulico y esto genera que se disipe la hidroenergía. En la progresiva 0+101.000 la velocidad aumenta porque es el tramo donde la longitud de transición cambia de un área mayor a un área menor y además por una superficie menos rugosa, y por último en las progresivas 0+086.617 y 0+075.000 las velocidades aumentaron considerablemente en 7.219m/s y 5.481 respectivamente, por motivo de que la sección se redujo a una menor área y por una superficie más lisa.

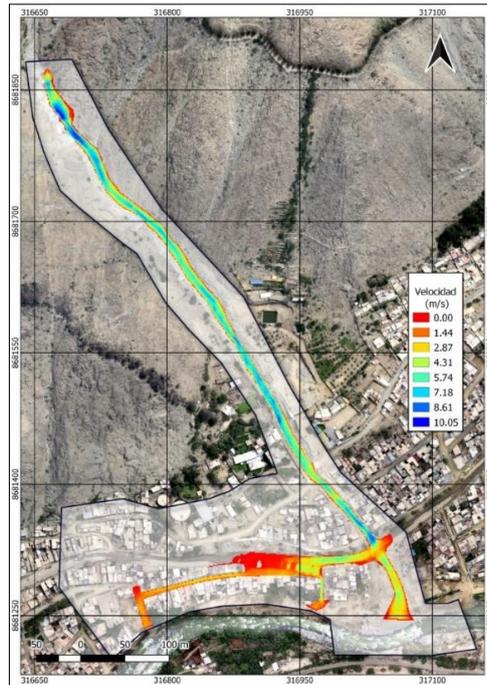


Figura 42: Velocidad del flujo detrítico en condiciones naturales en la quebrada Corrales
Fuente: Elaboración Propia

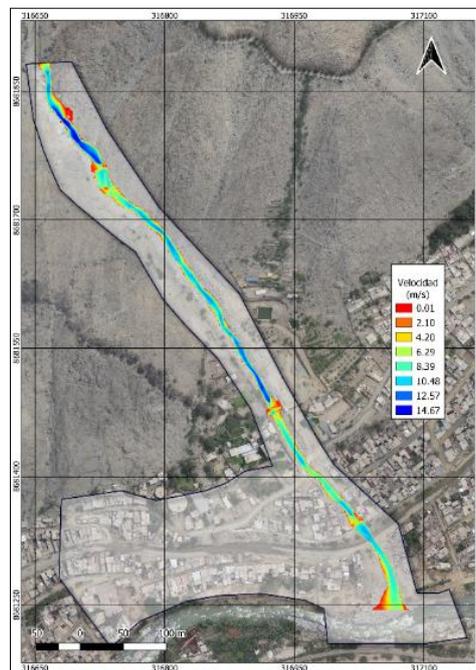


Figura 43: Velocidad del flujo detrítico con infraestructuras hidráulicas en la quebrada Corrales

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 27. Comparación de las velocidades del flujo detrítico en la quebrada Corrales

	Progresiva	Periodo de retorno: 50 años	
		Modelamiento hidráulico en condiciones naturales	Modelamiento hidráulico con infraestructuras
Velocidad (m/s)	0+649.554	7.921	5.209
	0+281.963	6.725	3.472
	0+112.850	5.957	4.366
	0+109.199	8.126	7.836
	0+101.000	8.590	11.086
	0+086.617	2.302	9.521
	0+075.000	3.779	9.260

Fuente: Elaboración propia

b) Tirante

Los tirantes varían con la implementación de los diques disipadores de energía, en algunas progresivas aumentó y en otras disminuyó. Los tirantes aumentaron 2.834m, 2.982m y 3.884m en la progresiva 0+649.554, 0+281.963 y 0+112.850 respectivamente debido a que el flujo se almacena hasta sobrepasar la altura efectiva del dique. Además, en la progresiva 0+109.199 y 0+101.000 disminuyeron 0.504m y 0.779m respectivamente, por el motivo de que el flujo pasó con una gran velocidad y por una superficie menos rugosa. En la progresivas 0+086.617 el tirante disminuyó 0.035m y por último en la progresivo el tirante aumentó 0.301m en la progresiva 0+075.000 debido a que el flujo ya no se esparció sino por el contrario se concentró en una sola sección.

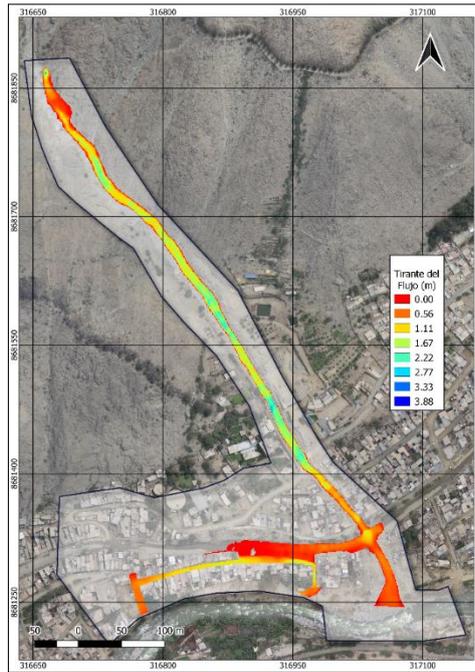


Figura 44: Tirante del flujo detrítico en condiciones naturales en la quebrada Corrales
Fuente: Elaboración Propia

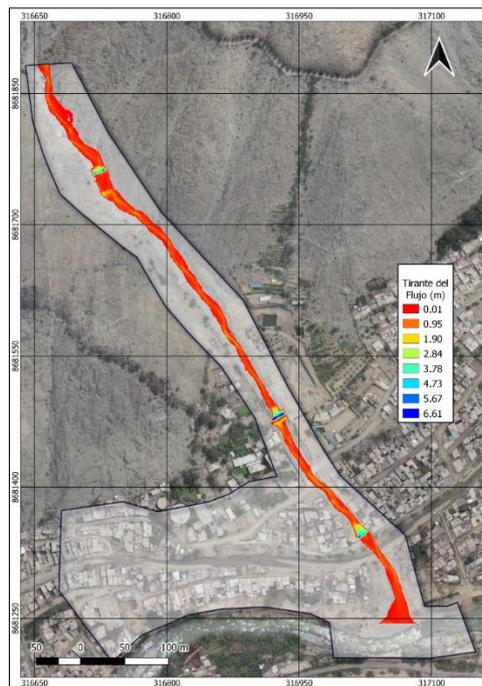


Figura 45: Tirante del flujo detrítico con infraestructuras hidráulicas en la quebrada Corrales
Fuente: Elaboración propia

Tabla 28. Comparación de los tirantes del flujo detrítico de la quebrada Corrales

	Progresiva	Periodo de retorno: 50 años	
		Modelamiento hidráulico en condiciones naturales	Modelamiento hidráulico con infraestructuras
Tirante (m)	0+649.554	2.055	4.889
	0+281.963	2.696	5.678
	0+112.850	1.084	4.978
	0+109.199	1.032	0.528
	0+101.000	1.032	0.253
	0+086.617	1.262	1.227
	0+075.000	0.389	0.690

Fuente: Elaboración propia

c) Profundidad de socavación

No existe profundidad de socavación en las progresivas 0+649.554, 0+281.963, 0+112.850 por aquí se encuentran las estructuras de retención de flujo detrítico, mientras tanto en la progresiva 0+109.199 si presenta socavación, donde se encuentra el colchón hidráulico del dique 03, en las progresivas 0+101.000, 0+086.617, 0+075.000 disminuye la sedimentación, debido a que se encuentran en una estructura menos rugosa, la cual no permite sedimentar material sino por el contrario el flujo arrastra los sedimentos.

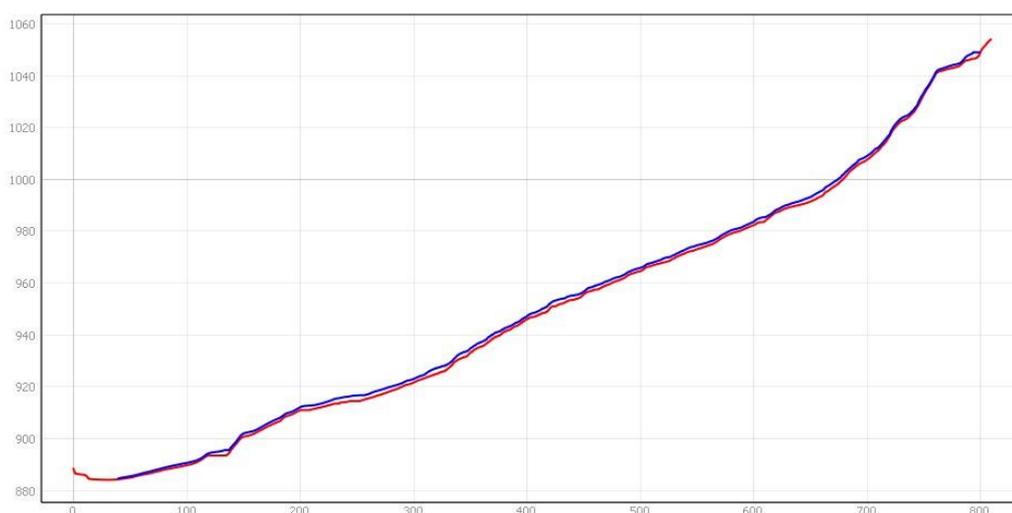


Figura 46: Perfil del terreno antes y después del evento en condiciones naturales de la quebrada Corrales

Fuente: Elaboración Propia

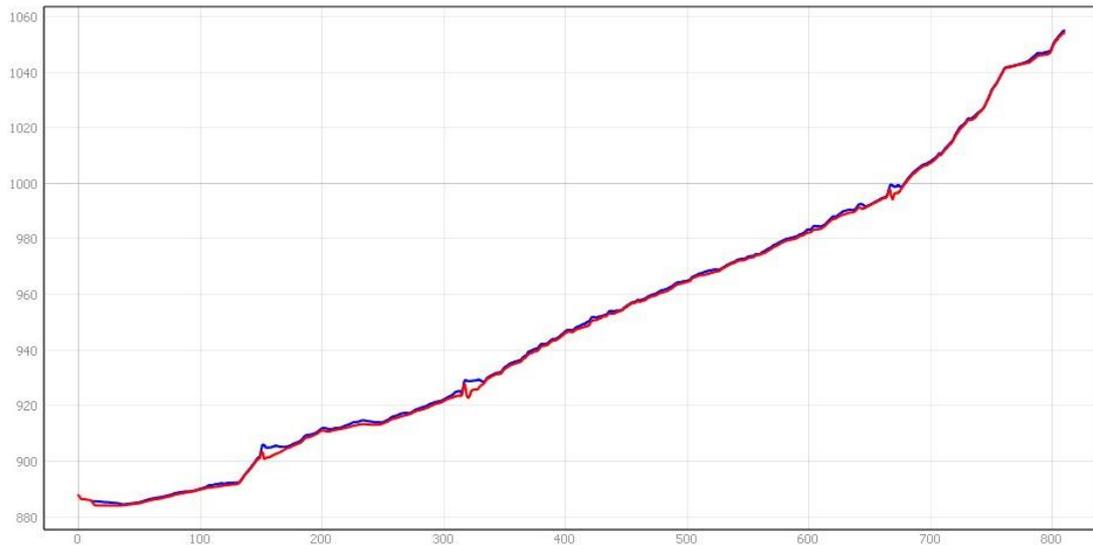


Figura 47: Perfil del terreno antes y después del evento con infraestructuras en la quebrada Corrales

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 29. Comparación de la profundidad de socavación del flujo detrítico de la quebrada Corrales

	Progresiva	Periodo de retorno: 50 años	
		Modelamiento hidráulico en condiciones naturales	Modelamiento hidráulico con infraestructuras
Profundidad de socavación (m)	0+649.554	-0.212	-3.437
	0+281.963	-0.094	-4.666
	0+112.850	-0.319	-2.764
	0+109.199	-0.234	0.022
	0+101.000	-0.290	-0.017
	0+086.617	-0.302	-0.054
	0+075.000	-0.450	-0.048

Fuente: Elaboración propia

Por consiguiente, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_1) señalando que la velocidad, tirante y profundidad de socavación del flujo detrítico si se alteran notablemente con la implementación de infraestructuras hidráulicas en la quebrada Corrales.

Contraste de hipótesis: Infraestructuras hidráulicas y área de inundación.

Para la contrastación se plantearon las siguientes hipótesis:

H₀: El área de inundación no reduce con la implementación de infraestructuras hidráulicas en la quebrada Corrales.

H₁: El área de inundación si reduce con la implementación de infraestructuras hidráulicas en la quebrada Corrales.

Área de inundación

El área de inundación de la zona urbana aledaña al cause se redujo de 4,347.00m² a 0.00m², debido a que la quebrada Corrales se modelo el flujo detrítico en la superficie con estructuras como 3 diques de (retención y dissipador de energía), 28ml de muros encauzamiento y una alcantarilla de 12 metros con cuatro aberturas, de 1.5x1.5m. Con este resultado se beneficiaron un aproximado de 100 viviendas con 5 personas por cada vivienda, dando un total de 500 habitantes.

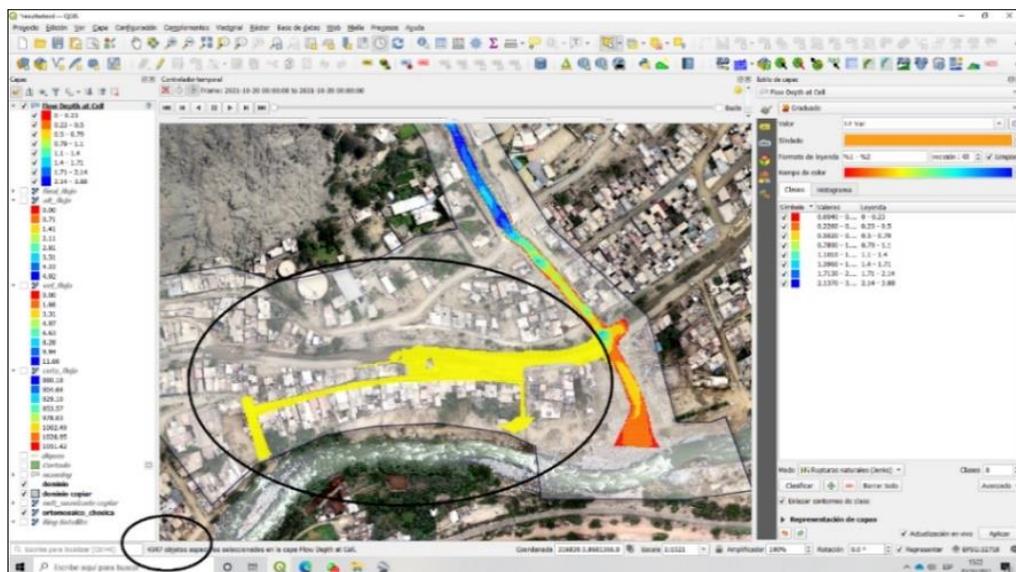


Figura 48: Área de inundación de las zonas urbanas en condiciones naturales en la quebrada Corrales
Fuente: Elaboración Propia

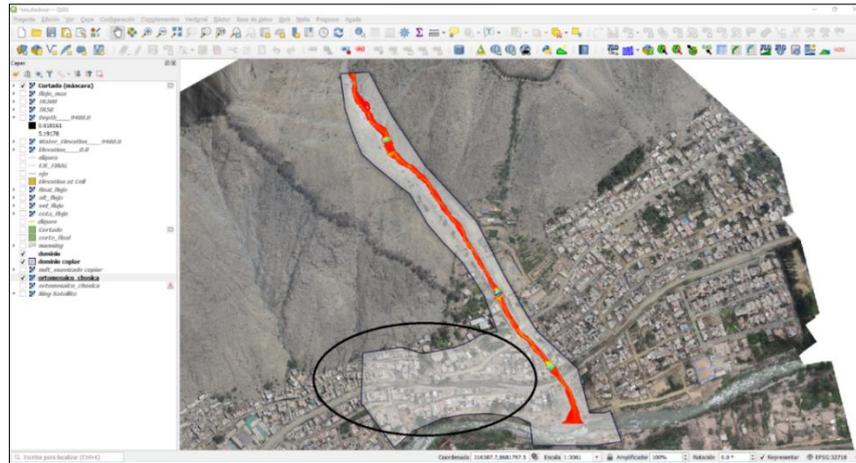


Figura 49: Área de inundación de las zonas urbanas con infraestructuras en la quebrada Corrales

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 30. Comparación de área de inundación en la quebrada Corrales

	Periodo de retorno: 50 años	
	Modelamiento hidráulico en condiciones naturales	Modelamiento hidráulico con infraestructuras
Área de inundación (m ²)	4,347.000	0.000

Fuente: Elaboración propia

Por ende, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_1) señalando que el área de inundación se reduce considerablemente con la implementación de infraestructuras hidráulicas en la quebrada Corrales.

Contraste de hipótesis: Infraestructuras hidráulicas y volumen retenido.

Para la contrastación se plantearon las siguientes hipótesis:

H_0 : El volumen retenido del flujo de detritos no aumenta con la implementación de infraestructuras hidráulicas en la quebrada Corrales Chosica.

H_1 : El volumen retenido del flujo de detritos si aumenta con la implementación de infraestructuras hidráulicas en la quebrada Corrales.

Volumen retenido

El volumen retenido aumentó en $2,473.570\text{m}^3$ a causa de que la simulación del flujo de detritos para un periodo de retorno de 50 años con una superficie con estructuras como tres diques de retención que sirvieron como un obstáculo para el flujo, provocando que se deposite material hasta sobrepasar la altura del dique efectivo.

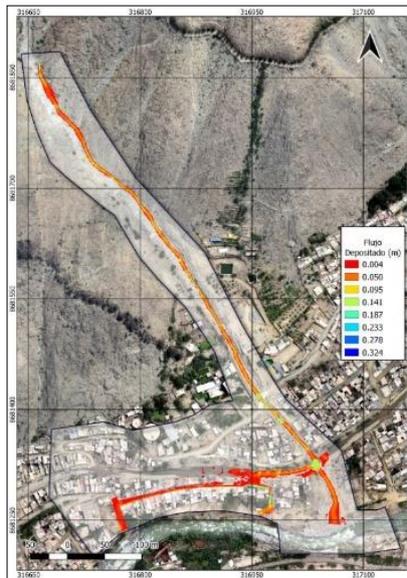


Figura 50: Altura del flujo detrítico en condiciones naturales en la quebrada Corrales
Fuente: Elaboración Propia

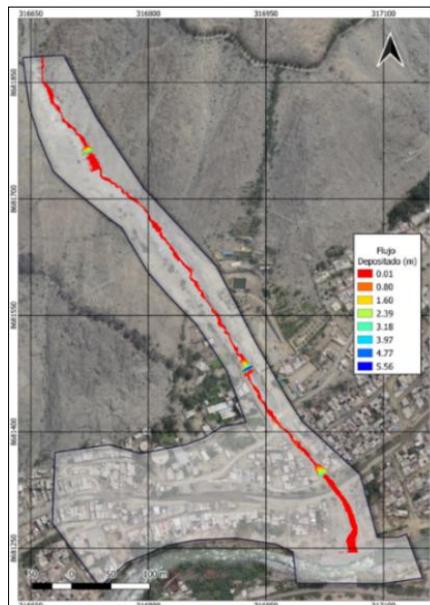


Figura 51: Altura del flujo detrítico depositado con infraestructuras en la quebrada Corrales
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 31. Comparación del volumen retenido del flujo de detritos de la quebrada Corrales

Periodo de retorno: 50 años		
	Modelamiento hidráulico en condiciones naturales	Modelamiento hidráulico con infraestructuras
Volumen retenido (m³)	855.140	3328.710

Fuente: Elaboración propia

En consecuencia, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_1) señalando que el volumen retenido del flujo de detritos si aumenta significativamente con la implementación de infraestructuras hidráulicas en la quebrada Corrales.

V. Discusión

Pivalica (2017), en su investigación “*Sistemas de contención de aluviones para la quebrada de Lo Cañas en la comuna de la florida*” en la cual indica que para la zona media de la quebrada se debería considerar la construcción estructuras de disipación de energía y pozas decantadoras, así evitar que el flujo llegue a las partes bajas y de esta forma el material de mayores dimensiones quede atrapados en las pozas. Para la zona baja es posible la construcción de estructuras gavionadas para el encauce de la quebrada y así evitar inundaciones en los sitios aledaños, de esta manera permitir al flujo llegar al canal Las Perdices de forma más segura. La investigación en mención guarda relación a la investigación presentada debido a que la implementación de las infraestructuras hidráulicas no genera desbordes a lo largo del cauce y con ello evitar que la población de las zonas urbanas no quede expuesta ante inundaciones y así puedan vivir de manera más segura. Con respecto a la investigación de Ochoa y Buitrago (2013) en su tesis “*Recomendaciones para la implementación de obras de protección y control de cauces*”, formuló recomendaciones que permitan el planteamiento de soluciones sencillas y técnicamente correctas para la implementación de obras de protección y control de cauces, debido a que las obras de protección de cauces, permiten optimizar el recorrido dinámico de estos, esta investigación es afín con la investigación presentada ya que la implementación de las infraestructuras hidráulicas optimizan el comportamiento del flujo de detritos, resultando así beneficioso para las zonas vulnerables.

Chapoñan (2019), en su tesis “*Modelamiento hidráulico para el diseño de defensa ribereña en el río Rímac, sector Batasol, distrito de Lurigancho-Chosica, Lima*”, calculó los parámetros hidráulicos para diseñar la defensa ribereña en el sector Batasol del río Rímac. En el cual se obtuvieron los siguientes resultados, la velocidad promedio para un periodo de retorno de 200 años es de 4.71 m/s, el tirante máximo de 3.89m, y la altura de socavación estimada es de 2.50m para un periodo de retorno de 500 años para un caudal máximo determinado. En comparación con la presente investigación, ambas investigaciones plantean calcular parámetros hidráulicos como la velocidad, tirante y profundidad de

socavación con la finalidad de diseñar las estructuras que ayuden a mitigar las inundaciones.

Aguilar y Mamani (2019) en su investigación "*Modelamiento hidráulico de la quebrada San Antonio de Pedregal para estimar zonas de inundación ante huaycos, Lurigancho Lima 2019*", incorporó de muros de contención en el cauce de San Antonio de Pedregal, gracias al apoyo del modelamiento hidráulico con el software GEO HEC RAS 2D. se obtuvieron los siguientes resultados, se obtuvo 4,204.00 m² de área, obteniendo como saldo 0.00 viviendas afectadas y 0.00 habitantes damnificados, en comparación con la presente investigaciones, ambas incorporaron estructuras de mitigación logrando reducir el área de inundación, además lograron eliminar el daño a las viviendas y habitantes.

Santujo y Zambrano (2019) en su tesis "*Alternativas de mitigación para el flujo de detritos en la zona de descarga de la quebrada Quirio-Chosica-Perú, 2019*", con la ayuda del programa RAMMS incorporó 5 barreras geodinámicas y realizó el modelamiento, el cual el permitió estimar un total de 7,568.81 m³ de material sólido del flujo de detritos, en comparación con la presente investigación, se realizó el modelamiento hidráulico con la implementación 3 diques de retención con el programa FLO-2D, que de igual manera ayudaron a retener 3,328.710m³ de volumen retenido del flujo detrítico. Asimismo, la investigación presentada por Ordoñez J. y Ruiz A, (2019) "*Propuesta de un modelo numérico y alternativas para el control del flujo de detritos quebrada el tingo - Pataz – Perú*", realizó un modelamiento en el programa FLO-2D, incorporando 9 diques de gaviones los cuales pudieron retener en conjunto 889, 717m³ el volumen de detritos. El antecedente en mención guarda relación con la investigación presentada ya que ambas investigaciones estimaron el volumen retenido el flujo de detritos y resultados obtenidos fueron semejantes.

VI. Conclusión

1. Luego de realizar el modelamiento con la implementación de infraestructuras hidráulicas en la quebrada corrales, se llega a la conclusión de que las estructuras incorporadas influyen notablemente en el comportamiento del flujo detrítico en comparación al modelamiento en condiciones naturales.
2. Se estimó los parámetros hidráulicos como la velocidad, tirante y profundidad de socavación del modelamiento de la quebrada corales en condiciones naturales, con la finalidad de diseñar los diques de retención y dissipador de energía, muro de encauzamiento y alcantarilla para después simular la superficie con las estructuras incorporadas. De acuerdo a los resultados del modelamiento se determinó que la velocidad, tirante y profundidad de socavación del flujo detrítico si se alteran notablemente con la implementación de infraestructuras hidráulicas en la quebrada Corrales.
3. Mediante el modelamiento hidráulico sin infraestructuras hidráulicas en el programa FLO-2D se estimó que el área de inundación es de $4,347\text{m}^2$ seguidamente se diseñaron los muros de encauzamiento y alcantarilla para realizar un nuevo modelamiento, en el cual se estimó que con la implementación de estas infraestructuras el área inundable es de 0.00m^2 en las zonas urbanas. Esto resulta beneficioso para la población, ya que en las últimas décadas se ha encontrado vulnerable frente a esta problemática. Por ende, se determinó que el área de inundación se reduce considerablemente con la implementación de infraestructuras hidráulicas en la quebrada Corrales.
4. En primera instancia se realizó un modelamiento hidráulico del flujo detrítico en condiciones naturales, en el cual se obtuvo un volumen retenido por la misma superficie de 855.140m^3 , debido a que no cuenta con infraestructuras de retención. Posterior a ello se diseñó 3 diques de retención, se simuló el flujo detrítico con la implementación de esta estructura en el programa FLO-2D, y se logró estimar que el volumen retenido del flujo de detritos es 3328.710m^3 . Demostrando que el volumen retenido del flujo de detritos si aumenta significativamente con la implementación de infraestructuras hidráulicas en la quebrada Corrales.

VII. Recomendación

- 1.** Se recomienda evaluar el comportamiento del flujo de detritos con la ayuda de distintos programas que se especialicen en el análisis del flujo detrítico para comparar los resultados de los modelamientos y guarden mayor relación.
- 2.** Se sugiere el modelamiento con distintas propuestas alternativas de mitigación como que los parámetros hidráulicos tomados en cuenta sean los máximos de cada sección, para obtener un diseño más acorde a la realidad. Además, se recomienda que cuando no existe profundidad de socavación se asuma por lo menos un metro de ello.
- 3.** Se recomienda realizar modelamiento del flujo detrítico en quebradas con obras de encauzamiento y conducción que ayuden a salvaguardar bienes, vidas, tránsito vehicular y peatonal como muros (concreto armado, ciclópeo, gaviones) para encausar y alcantarillas, pontones, puentes como obras de paso.
- 4.** Se sugiere implementar obras de retención de sedimento en quebradas para realizar el modelamiento del flujo detrítico como presa sabo, porque son más adecuadas para superficies con pendientes altas y abarcan mayores volúmenes por su gran dimensión, mallas geodinámicas ya que están trabajan a flexión, amortiguando el impacto del flujo detrítico, esta estructura es para zonas inaccesibles, además para superficies de baja pendiente es conveniente la forestación, debido a que sirven como obstáculo para el flujo de detritos.

REFERENCIAS

ABEL, P. *Transporte de sedimentos y morfodinámica de ríos aluviales* [en línea]. Argentina: Rosario, 2018. [fecha de consulta 15 mayo 2021]. ISBN 978-987-702-257-5. Disponible en: https://blogdelagua.com/wp-content/uploads/2019/09/TSyMRA_Pedro_A_Basile.pdf

AGUILAR, A Y MAMANI, G. *Modelamiento hidráulico de la quebrada San Antonio de Pedregal para estimar zonas de inundación ante huaycos, Lurigancho Lima 2019* [en línea]. Perú: Lima [fecha de consulta 19 abril 2021]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/55728>

BEVEN, KEITH. A history of the concept of time of concentration. *Hydrology and earth system sciences*. [en línea]. 2020. 2655-2670. [fecha de consulta 27 abril 2021]. <https://doi.org/10.5194/hess-24-2655-2020>. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/341635424_A_history_of_the_concept_of_time_of_concentration

BOMERS, ANOUK, SCHIELEN, R Y HULSCHER, SUZANNE. Consequences of dikes breaches and dike overflow in a bifurcating river system. *Natural Hazard*. [en línea]. 2020. 1633-1637. [fecha de consulta 29 abril 2021]. [https://DOI:10.1007/s11069-019-03643-y](https://doi.org/10.1007/s11069-019-03643-y). Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/333839974_Consequences_of_dike_breaches_and_dike_overflow_in_a_bifurcating_river_system

CARRASCO DIAZ, S. *Metodología de la investigación científica* [en línea]. Perú: Lima, 2005 [fecha de consulta 08 mayo 2021]. ISBN 9972-34-242-5. Disponible en: https://www.academia.edu/26909781/Metodologia_de_La_Investigacion_Cientifica_Carrasco_Diaz_1

CHAPOÑAM, J. *Modelamiento hidráulico para el diseño de defensa ribereña en el río Rímac, sector Batasol, distrito de Lurigancho-Chosica, Lima* [en línea]. Perú: Lima. [fecha de consulta 19 abril 2021]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/40730>

CHEN, W ET AL. Numerical modelling of wave overtopping at dikes using OpenFoam. *Costal engineering*. [en línea]. 2020. [fecha de consulta 27 abril 2021]. <https://doi.org/10.1016/j.coastaleng.2021.103890>. Disponible en: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0378383921000508?token=A75D3D0E772CE28CA066E3E7E6B4FE2B7A52100241E567208E65784B2C2908897500500C2EDBE422E09E5C01BF7D0259&originRegion=us-east-1&originCreation=20211204214347>

CHIARITO, E, ZIMMERMANN, E Y MENDEZ, S. Metodología para la estimación del coeficiente de escorrentía en áreas urbanizadas mediante teledetección: *Cuaderno del Curiham*. [en línea]. 2018. 25-36. [fecha de consulta 17 mayo 2021]. ISSN 1514-2906. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7260049>

CLAVIJO GARCIA, H Y ALZATE OSPINA, M. *Análisis del sector de infraestructura en Colombia* [en línea]. Colombia: Bogotá [fecha de consulta 08 mayo 2021]. Disponible en: <http://aprendiendo.colombialider.org/wp-content/uploads/2018/04/PMIBogota-Analisis-sobre-el-sector-de-infraestructura-en-Colombia.pdf>

CONESA GARCIA, C. Los diques de retención en cuencas de régimen torrencial: diseño, tipo y funciones. *Nimbus: revista de meteorología y paisaje*. [en línea]. 2004. 125-142. [fecha de consulta 28 abril 2021]. ISSN 1139-7136. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1173560>

DAVIE, TIM. *Fundamentals of hidrology* [en línea]. EE. UU: New York [fecha de consulta 18 mayo 2021]. ISBN 0-203-93366-4. Disponible en: http://www.geogr.msu.ru/cafedra/gydro/biblioteka/Fundamentals_Hydrology.pdf

DOMINGO, PABLO. *Huaycos en el distrito limeño de Lurigancho-Chosica: urbanización, vulnerabilidad social, cultural y resiliencia comunitaria*. Conciencia EPG. 2019. 78-91, [fecha de consulta 15 mayo 2021]. ISSN 2517-9896 <https://revistaconcienciaepg.edu.pe/ojs/index.php/55551/article/view/14/12>

DURAZO MONTAÑO, F. *Inundaciones* [en línea]. México: Ciudad de México, 2019. [fecha de consulta 15 mayo 2021]. ISBN 978-970-821-008-9 Disponible en:

https://www1.cenapred.unam.mx/DIR_SERVICIOS_TECNICOS/SANI/Entidades%20Federativas/Recursos/Inundaciones/190502_RI_Folleto%20de%20inundaci%C3%B3n_mod.pdf

HEATH, RALPH. *Basic ground-water hydrology*. [en línea]. Suiza: Ginebra [fecha de consulta 24 mayo 2021]. ISBN 978-92-63-10168-6. Disponible en: https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=10473

HERNANDEZ SAMPIERI, R, FERNANDEZ COLLADO, C Y BAPTISTA LUCIO, M. *Metodología de la investigación* [en línea]. México: Ciudad de México, 2014. [fecha de consulta 16 mayo 2021]. ISBN 978-607-15-029-9 Disponible en: <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

HIDALGO, G. *Diseño hidráulico de un embalse regulador de caudales en máximas avenidas con fines de control de inundaciones en la quebrada Apanguraico de la localidad de Alfonso Ugarte, distrito de Shamboyacu, provincia de Picota – San Martín 2018* [en línea]. Perú: San Martín. [fecha de consulta 19 abril 2021]. Disponible en: <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/3862>

LEONCIO, M. *Estudio comparativo de costos entre muros de contención por gravedad, en voladizo y suelo reforzado. 2015* [en línea]. Guatemala. [fecha de consulta 19 abril 2021]. Disponible en: <https://1library.co/document/zx28r1oq-estudio-comparativo-costos-muros-contencion-gravedad-voladizo-reforzado.html>

LOAYZA, C Y BENITES, J. *Modelamiento Hidráulico con Hec-ras para la prevención de Inundaciones desde el km 44+100 al km 49+100 en el Río Reque. 2019* [en línea]. Perú: Lambayeque. [fecha de consulta 19 abril 2021]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/37005>

MARTINEZ RUIZ, H. *Metodología de la investigación* [en línea]. Colombia: Cruz Manca [fecha de consulta 16 mayo 2021]. Disponible en: <https://docer.com.ar/doc/eev100>

MIRANDA, J. *Identificación y evaluación de la zona de riesgo de inundación en la cuenca baja Arroyo Xhosda, San Juan del Río, Querétaro* [en línea]. México:

Querétaro. [fecha de consulta 25 abril 2021]. Disponible en: <http://ri-ng.uaq.mx/handle/123456789/726>

MONSALVE, G. *Hidrología en la ingeniería*. 2da. Ed. México, 1999. ISBN 970-15-0404-6

MONTSERRAT, S. *Estudio experimental de obras de protección contra aluviones* [en línea]. Chile: Santiago de Chile. [fecha de consulta 19 abril 2021]. Disponible en: <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/102803>

MTC. *Manual de hidrología, hidráulica y drenaje* [en línea]. Perú: Lima. [fecha de consulta 14 mayo 2021]. Disponible en: http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_2950.pdf

ÑAUPAS, H et al. *Metodología de la investigación* [en línea]. 5ta ed. Colombia: Bogotá, 2013 [fecha de consulta 03 junio 2021]. ISBN 978-958-762-876-0. Disponible en: <https://corladancash.com/wp-content/uploads/2020/01/Metodologia-de-la-inv-cuanti-y-cuali-Humberto-Naupas-Paitan.pdf>

PALELLA, S Y MARTINS, F. *Metodología de la investigación cuantitativa* [en línea]. Venezuela: Caracas, 2012 [fecha de consulta 08 mayo 2021]. ISBN 980-273-445-4 Disponible en: <https://issuu.com/originaledy/docs/metodologc3ada-de-la-investigacic3b>

PANIAGUA, F Y CONDORI, P. *Investigación científica en educación* [en línea]. Puno: Juliaca, 2018. [fecha de consulta 03 junio 2021]. ISBN 978-612-00-3244-2. Disponible en: <https://www.academica.org/cporfirio/5>

PIVALICA, D. *Sistemas de contención de aluviones para la quebrada de Lo Cañas en la comuna de la florida* [en línea]. Chile: Santiago. [fecha de consulta 15 abril 2021]. Disponible en: http://repositorio.unab.cl/xmlui/bitstream/handle/ria/5017/a120169_Pivalica_D_Sistemas_de_contencion_de_aluviones_2017_Tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y

OCHOA, D Y BUITRAGO C. *Recomendaciones para la implementación de obras de protección y control de cauces* [en línea]. Colombia: Bogotá. [fecha de consulta 13 abril 2021]. Disponible en: https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/1006/2/Recomendaciones_implementation_obras_proteccion_control_cauces.pdf

ORDOÑEZ GALVEZ, J. *¿Qué es cuenca hidrológica?* [en línea]. Perú: Lima: Sociedad Geográfica de Lima. 2011. [fecha de consulta 15 mayo 2021]. ISBN 978-9972-602-76-4. Disponible en: https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam_files/publicaciones/varios/cuenca_hidrologica.pdf

ORDOÑEZ, J Y RUIZ, A. *Propuesta de un modelo numérico y alternativas para el control del flujo de detritos quebrada el tingo - Pataz – Perú* [en línea]. Perú: Lima. [fecha de consulta 19 abril 2021]. Disponible en: https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2717/CIV-T030_40399802_T%20%20%20RUIZ%20ZELADA%20ABEL%20BUENAVENTURA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ORTIZ CRUZ, H. *Datos básicos para proyectos de agua potable y alcantarillado* [en línea]. México: Coyoacán [fecha de consulta 10 mayo 2021]. ISBN 978-607-626-036-4. Disponible en: <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro4.pdf>

RAMEZAN, A et al. *Hydrological considerations in designing the dimensions of cross drainage culvert in forest road*. Scholar research library. 2012, [fecha de consulta 17 mayo 2021]. ISSN 0976-1233 <https://www.scholarsresearchlibrary.com/articles/hydrological-considerations-in-designing-the-dimensions-of-cross-drainage-culvert-in-forest-road.pdf>

RNE. *Norma CE.020 Estabilización de suelos* [en línea]. [fecha de consulta 20 mayo 2021]. Disponible en: http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Normalizacion/normas/NORMACE020.pdf

ROMERO, J Y PEREZ, C. *Características de un nuevo flujo de detritos en Lo Valdés, Cajón del Maipo, Chile*. Nadir. 2011, enero-mayo, [fecha de consulta 19 mayo 2021]. ISSN 0718-7130. Disponible en: <http://revistanadir.yolasite.com/resources/Genesis%20y%20caracteristicas%20de%20un%20nuevo%20flujo%20de%20detritos%20en%20Lo%20Valdes.pdf>

SANCHEZ DELGADO, M. *Hidráulica de canales abiertos – teorías y problemas* [en línea]. Perú: Lima, 2014 [fecha de consulta 14 mayo 2021]. ISBN 976-612-4147-25-8 Disponible en: <http://www.fondoeditorialunalm.com/wp-content/uploads/2020/09/Hidraulica-de-Canales-abiertos.pdf>

SANTUYO, R Y ZAMBRANO, C. *Alternativas de mitigación para el flujo de detritos en la zona de descarga de la quebrada Quirio-Chosica-Perú, 2019* [en línea]. Perú: Lima. [fecha de consulta 19 abril 2021]. Disponible en: <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/2610>

TAE, KIM, HONG, YUN Y JUNG, KWON A study on the debris flow hazard mapping method using SINMAP and FLO-2D. *Journal of the Korean society for geospatial information Sciencie*. [en línea]. 2016. 15-24. [fecha de consulta 20 abril 2021]. ISSN 2287-6693. Disponible en: <https://www.koreascience.or.kr/article/JAKO201631347990050.pdf>

VALDERRAMA, S. *Pasos para elaborar proyectos de investigación científica. Cuantitativa, cualitativa, mixta*. Perú: Lima, 2002. ISBN 978-612-302-878-7

VALENCIA TAMAYO, M. *Medición de caudal* [en línea]. Colombia: Medellín, 2014 [fecha de consulta 05 mayo 2021]. ISBN 978-958-57280-7-3. Disponible en: https://www.piraguacorantioquia.com.co/wp-content/uploads/2016/11/3.Manual_Medici%C3%B3n_de_Caudal.pdf

VAN DER KROGT, MARK, SCHWECKENDIEK, TIMO Y KOK MATTHIJS. Improving dike estimates by incorporating construction survival. *Engineering geology*. [en línea]. 2020. [fecha de consulta 22 abril 2021]. <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2020.105937> Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0013795220318342?via%3Dihub>

VAN GELDER et al. *Red River dike reliability analysis, from the past to the present*. [en línea]. Vietnam: Hanói [fecha de consulta 12 mayo 2021]. ISBN 978-981-07-4948-4. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/300381892_Red_River_Dike_Reliability_Analysis_From_The_Past_To_The_Present/link/5b0baf48aca2725783ea7048/download

VEN TE CHOW. *Hidráulica de canales abiertos* [en línea]. 1994. [fecha de consulta 12 mayo 2021]. ISBN 958-600-228-4 Disponible en: https://www.academia.edu/43519012/Ven_Te_Chow_HIDRAULICA_DE_CANALES_ABIERTOS

VEN TE CHOW, MAIDMENT, DAVID Y MAYS LARRY. *Applied hidrology*. [en línea]. EE. UU: New York [fecha de consulta 11 mayo 2021]. ISBN 0-07-010810-2. Disponible en: <https://wecivilengineers.files.wordpress.com/2017/10/applied-hydrology-ven-te-chow.pdf>

VILLON BEJAR, M. *Hidrología* [en línea]. 2da. ed, 2002. [fecha de consulta 16 mayo 2021]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/erickmainar/hidrologia-ingmximovilln-53473898>

WARNER BARBARA Y DAMM CHRISTIAN. *Relocation of dikes: governance challenges in the biosphere reserve "river landscape elbe-brandenburg"*. [en línea]. 2019. [fecha de consulta 29 abril 2021]. https://doi.org/10.1007/8978-3-030-23842-1_18. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/335361617_Relocation_of_Dikes_Governance_Challenges_in_the_Biosphere_Reserve_River_Landscape_Elbe-Brandenburg

YASUDA, SUSUMU, SHIMIZU, YOSHIHIKO Y DEGUCHI, KEISUKE. *Investigation of the mechanism of the 2015 failure of a dike on Kinu river. Soils and foundations* [en línea]. 2016. [fecha de consulta 30 abril 2021].

<https://doi.org/10.1016/j.sandf.2016.07.001>. Disponible en: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0038080616300439?token=21E486CAE9426521BEE867F9C9D512FD64278302D362A6437BC14161F6011448DB485F032CAECC9F08A2D2E5E87A8F49&originRegion=us-east-1&originCreation=20211204220521>

ÑAUPAS, H et al. *Metodología de la investigación* [en línea]. 5ta ed. Colombia: Bogotá, 2013 [fecha de consulta 03 junio 2021]. ISBN 978-958-762-876-0. Disponible en: <https://corladancash.com/wp-content/uploads/2020/01/Metodologia-de-la-inv-cuanti-y-cuali-Humberto-Naupas-Paitan.pdf>

PANIAGUA, F Y CONDORI, P. *Investigación científica en educación* [en línea]. Puno: Juliaca, 2018. [fecha de consulta 03 junio 2021]. ISBN 978-612-00-3244-2. Disponible en: <https://www.aacademica.org/cporfirio/5>

ÑAUPAS, H et al. *Metodología de la investigación* [en línea]. 5ta ed. Colombia: Bogotá, 2013 [fecha de consulta 03 junio 2021]. ISBN 978-958-762-876-0. Disponible en: <https://corladancash.com/wp-content/uploads/2020/01/Metodologia-de-la-inv-cuanti-y-cuali-Humberto-Naupas-Paitan.pdf>

CARRASCO DIAZ, S. *Metodología de la investigación científica* [en línea]. Perú: Lima, 2005 [fecha de consulta 08 mayo 2021]. ISBN 9972-34-242-5. Disponible en: https://www.academia.edu/26909781/Metodologia_de_La_Investigacion_Cientifica_Carrasco_Diaz_1

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de Operacionalización de variable independiente, dependiente e interviniente

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Metodología
VI: INFRAESTRUCTURAS HIDRAÚLICAS	Comprende obras que ayudan a mejorar la calidad de vida de los ciudadanos permitiéndoles disfrutar del agua potable, canalización y tratamiento de sus aguas residuales contribuyendo al mejoramiento de sus condiciones ambientales y de salubridad. (CLAVIJO, H, ALZATE, M Y MANTILLA, L, 2015)	Son estructuras para encauzamiento, regulación, control, conducción y defensa contra avenidas. Con la implementación de obras longitudinales (muros de contención y alcantarillas) y obras transversales (diques y mallas geodinámicas) mediante el programa FLO-2D se simulara el flujo de detritos y se evaluara su comportamiento para un periodo de retorno de 50 años..	Diques	Altura de pantalla	Intervalo	Nivel de investigación: Correlacional
			Muro de encauzamiento	Altura de pantalla	Intervalo	Tipo de investigación: Aplicada
			Alcantarilla	Área de tipo cajón	Intervalo	Enfoque de investigación: Cuantitativo
VD: COMPORTAMIENTO DEL FLUJO DETRITICO	Los flujos de detritos son comunes y se producen principalmente durante el período estival o asociados a fenómenos meteorológicos que permiten su formación, ya sea la lluvia en altura o el derretimiento de nieves y glaciares. De esta forma el suelo inestable y seco de la alta montaña se vuelve vulnerable a la sobrehidratación, y sumándose a las fuertes pendientes y escasa vegetación produce movimientos en masa. (ROMERO Y PEREZ, 2011)	Es una masa compuesta por agua y sedimentos que se desplaza de acuerdo a la gravedad y tiene una gran capacidad destructiva, este flujo sera sometido a un modelamiento hidraulico con la implemnetacion de infraestructuras hidraulicas de la quebrada Corrales para asi estimar los parametros hidraulicos, areas de inundacion y la cantidad de volumen retenido, con estas obras permitiran mejorar la calidad de vida de los pobladores de las zonas urbanas.	Parámetros hidráulicos	Velocidad	Razón	Diseño de investigación: Experimental
				Tirante	Intervalo	Tipo: Cuasiexperimental
				Profundidad de socavación	Razón	Población: Alto Huampani, Chacrasana, Yanacoto, California, Quirio, Pedregal, Libertad, Carossio, Corrales (Rayos de Sol), Pedregal del distrito de Lurigancho Chosica
			Zonas urbanas	Area de inundación	Razón	Muesto probabilistico Muestra: Quebrada Corrales
VI: FACTORES GENERADORES DEL FLUJO DETRITICO	Los factores intervinientes son aquellos condicionantes que afectan en la remoción de masas en las quebradas, activando el proceso de movimientos de los sedimentos en conjunto con el agua. Estos agentes pueden ser tipo meteorológico, litológico, geotécnico, geomorfológico, cobertura vegetal, hidrológico, hidrogeológico, históricos y antrópicos.	Los factores intervinientes como la precipitación, la simicidad, la pendiente topográfica y las propiedades del suelo son los principales agentes que influyen en la generación del flujo de dedritos en la quebrada Corrales de forma activa y pasiva, alterando de esta manera el comportamiento de flujo.	Precipitación	Precipitaciones máximas diarias	Intervalo	Técnica: Observación Directa
			Pendiente del cauce	Pendiente media	Intervalo	Instrumento: Ficha de Recolección de datos

Anexo 2: Matriz de Consistencia

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumento
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variable independiente INFRAESTRUCTURAS HIDRAÚLICAS	Diques	Altura de panatlla	Ficha de recolección de datos
¿Cuál es el comportamiento del flujo detrítico con la implementación de infraestructuras hidráulicas en la quebrada Corrales Chosica - Lima, 2021?.	Evaluar el comportamiento del flujo detrítico con la implementación de infraestructuras hidráulicas en la quebrada Corrales Chosica - Lima, 2021.	Las infraestructuras hidráulicas influyen el comportamiento del flujo detrítico en la quebrada Corrales Chosica - Lima, 2021.		Muro de encauzamiento	Altura de panatlla	Ficha de recolección de datos
				Alcantarilla	Área tipo cajón	Ficha de recolección de datos
¿Cuánto es la velocidad, tirante y profundidad de socavación del flujo detrítico para la implementación de infraestructuras hidráulicas?	Estimar la velocidad, tirante y profundidad de socavación del flujo detrítico para la implementación de infraestructuras hidráulicas.	La velocidad, tirante, caudal y profundidad de socavación del flujo detrítico se alteran con la implementación de infraestructuras hidráulicas.	Variable dependiente: COMPORTAMIENTO DEL FLUJO DETRITICO	Parámetros hidráulicos	Velocidad	Ficha de recolección de datos
					Tirante	Ficha de recolección de datos
					Profundidad de socavación	Ficha de recolección de datos
¿En cuánto se modifica el área de inundación de las zonas urbanas con la implementación de infraestructuras hidráulicas?	Estimar el área de inundación de las zonas urbanas con la implementación de infraestructuras hidráulicas.	El área de inundación se reduce con la implementación de infraestructuras hidráulicas.	Variable dependiente: COMPORTAMIENTO DEL FLUJO DETRITICO	Zonas urbanas	Área de inundación	Ficha de recolección de datos
						Ficha de recolección de datos
						Ficha de recolección de datos
¿Cuál es volumen retenido del flujo de detritos con la implementación de infraestructuras hidráulicas?	Estimar el volumen retenido del flujo de detritos con la implementación de infraestructuras hidráulicas.	El volumen retenido del flujo de detritos aumenta con la implementación de infraestructuras hidráulicas.	Variable dependiente: COMPORTAMIENTO DEL FLUJO DETRITICO	Flujo de detritos	Volumen retenido	Ficha de recolección de datos
						Ficha de recolección de datos
						Ficha de recolección de datos

Anexo 3

L1: Instrumento de recolección de datos de la variable independiente

Título de la investigación		: Análisis de infraestructuras hidráulicas en el comportamiento de flujo de detritos de la quebrada Corrales-Chosica - Lima, 2021							
Apellidos y nombres de los investigadores		: Huaraca Sanchez, Aldo Porfirio Vela Cañari, Juan Carlos							
Apellidos y nombres del experto		: ROSALES VALVERDE, IRVIN MAX							
ASPECTO POR EVALUAR					OPINION DEL EXPERTO				
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	Período de retorno (Tr) de la quebrada con estructuras				SI CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACIONES/SUGERENCIAS
			Tr = 10 años	Tr = 50 años	Tr = 100 años	Tr = 200 años			
Variable Independiente: INFRAESTRUCTURAS HIDRAÚLICAS	MUROS DE CONTENCIÓN	ALTURA DE PANTALLA					X		
	DIQUES	ALTURA DE PANTALLA					X		
	ALCANTARILLA	SECCIÓN CIRCULAR					X		
		SECCIÓN RECTÁNGULAR					X		
	BARRERAS DINÁMICAS	DIÁMETRO DE APERTURA					X		
Fecha: 17/06/2021					Firma del experto:  IRVIN MAX ROSALES VALVERDE INGENIERO CIVIL Reg. CIP. N° 227146				

Título de la investigación		: Análisis de infraestructuras hidráulicas en el comportamiento de flujo de detritos de la quebrada Corrales-Chosica - Lima, 2021							
Apellidos y nombres de los investigadores		: Huaraca Sanchez, Aldo Porfirio Vela Cañari, Juan Carlos							
Apellidos y nombres del experto		: VILLANUEVO ROJAS, Marco Andres							
ASPECTO POR EVALUAR					OPINION DEL EXPERTO				
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	Periodo de retorno (Tr) de la quebrada con estructuras				SI CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACIONES/SUGERENCIAS
			Tr = 10 años	Tr = 50 años	Tr = 100 años	Tr = 200 años			
Variable Independiente: INFRAESTRUCTURAS HIDRAÚLICAS	MUROS DE CONTENCIÓN	ALTURA DE PANTALLA					X		
	DIQUES	ALTURA DE PANTALLA					X		
	ALCANTARILLA	SECCIÓN CIRCULAR					X		
		SECCIÓN RECTÁNGULAR					X		
	BARRERAS DINÁMICAS	DIÁMETRO DE APERTURA					X		
Fecha: 15/06/2021						Firma del experto:  MARCO ANDRES VILLANUEVA ROJAS INGENIERO CIVIL CIP N° 242364			

Título de la investigación		: Análisis de infraestructuras hidráulicas en el comportamiento de flujo de detritos de la quebrada Corrales-Chosica - Lima, 2021							
Apellidos y nombres de los investigadores		: Huaraca Sanchez, Aldo Porfirio Vela Cañari, Juan Carlos							
Apellidos y nombres del experto		: MIRANDO TORRES, RAUL ALEXIS							
ASPECTO POR EVALUAR					OPINION DEL EXPERTO				
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	Periodo de retorno (Tr) de la quebrada con estructuras				SI CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACIONES/SUGERENCIAS
			Tr = 10 años	Tr = 50 años	Tr = 100 años	Tr = 200 años			
Variable Independiente: INFRAESTRUCTURAS HIDRAULICAS	MUROS DE CONTENCIÓN	ALTURA DE PANTALLA					X		
	DIQUES	ALTURA DE PANTALLA					X		
	ALCANTARILLA	SECCIÓN CIRCULAR					X		
		SECCIÓN RECTÁNGULAR					X		
	BARRERAS DINÁMICAS	DIÁMETRO DE APERTURA					X		
Fecha: 17/06/2021						Firma del experto:			


 RAUL ALEXIS MIRANDA TORRES
 Ingeniero Civil
 CIP N° 219762

L2: Instrumento de recolección de datos de la variable dependiente

Título de la investigación		: Análisis de infraestructuras hidráulicas en el comportamiento de flujo de detritos de la quebrada Corrales-Chosica - Lima, 2021													
Apellidos y nombres de los investigadores		: Huaraca Sanchez, Aldo Porfirio Vela Cañari, Juan Carlos													
Apellidos y nombres del experto		: ROSALES VALVERDE, IRVIN MAX													
ASPECTO POR EVALUAR										OPINION DEL EXPERTO					
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	Periodo de retorno (Tr) de la quebrada sin estructuras				Periodo de retorno (Tr) de la quebrada con estructuras				SI CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACIONES/SUGERENCIAS		
			Tr = 10 años	Tr = 50 años	Tr = 100 años	Tr = 200 años	Tr = 10 años	Tr = 50 años	Tr = 100 años	Tr = 200 años					
Variable dependiente: COMPORTAMIENTO DEL FLUJO DE DETRITOS	PARÁMETROS HIDROLÓGICOS	CAUDAL										X			
		TIRANTE											X		
		PROFUNDIDAD DE SOCAVACIÓN											X		
		COEFICIENTE DE RUGOSIDAD											X		
		VELOCIDAD											X		
	ZONAS URBANAS	ÁREA DE INUNDACIÓN											X		
	MATERIAL SÓLIDO RETENIDO	VOLUMEN											X		
Fecha: 17/06/2021										Firma del experto:  IRVIN MAX ROSALES VALVERDE INGENIERO CIVIL Reg. OIT. N° 227148					

Título de la Investigación		: Análisis de infraestructuras hidráulicas en el comportamiento de flujo de detritos de la quebrada Corrales-Chosica - Lima, 2021													
Apellidos y nombres de los investigadores		: Huaraca Sanchez, Aldo Porfirio Vela Cañari, Juan Carlos													
Apellidos y nombres del experto		: VILLANUEVA ROJAS, MARCO ANTONIO													
ASPECTO POR EVALUAR										OPINION DEL EXPERTO					
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	Periodo de retorno (Tr) de la quebrada sin estructuras				Periodo de retorno (Tr) de la quebrada con estructuras				SI CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACIONES/SUGERENCIAS		
			Tr = 10 años	Tr = 50 años	Tr = 100 años	Tr = 200 años	Tr = 10 años	Tr = 50 años	Tr = 100 años	Tr = 200 años					
Variable dependiente: COMPORTAMIENTO DEL FLUJO DE DETRITOS	PARÁMETROS HIDROLÓGICOS	CAUDAL										X			
		TIRANTE											X		
		PROFUNDIDAD DE SOCACAVIÓN											X		
		COEFICIENTE DE RUGOSIDAD											X		
		VELOCIDAD											X		
	ZONAS URBANAS	ÁREA DE INUNDACIÓN											X		
	MATERIAL SÓLIDO RETENIDO	VOLUMEN											X		
Fecha: 15/06/2021										Firma del experto:  MARCO ANTONIO VILLANUEVA ROJAS INGENIERO CIVIL CIP N° 242364					

Título de la investigación		: Análisis de infraestructuras hidráulicas en el comportamiento de flujo de detritos de la quebrada Corrales-Chosica - Lima, 2021											
Apellidos y nombres de los investigadores		: Huaraca Sanchez, Aldo Porfirio Vela Cañari, Juan Carlos											
Apellidos y nombres del experto		: <u>MILONOO TORRES, RAUL ALEXIS</u>											
ASPECTO POR EVALUAR										OPINION DEL EXPERTO			
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	Periodo de retorno (Tr) de la quebrada sin estructuras				Periodo de retorno (Tr) de la quebrada con estructuras				SI CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACIONES/SUGERENCIAS
			Tr = 10 años	Tr = 50 años	Tr = 100 años	Tr = 200 años	Tr = 10 años	Tr = 50 años	Tr = 100 años	Tr = 200 años			
Variable dependiente: COMPORTAMIENTO DEL FLUJO DE DETRITOS	PARÁMETROS HIDROLÓGICOS	CAUDAL									X		
		TIRANTE									X		
		PROFUNDIDAD DE SOCAVACIÓN									X		
		COEFICIENTE DE RUGOSIDAD									X		
		VELOCIDAD									X		
	ZONAS URBANAS	ÁREA DE INUNDACIÓN									X		
	MATERIAL SÓLIDO RETENIDO	VOLUMEN									X		
Fecha: <u>17/06/2021</u>										Firma del experto:			



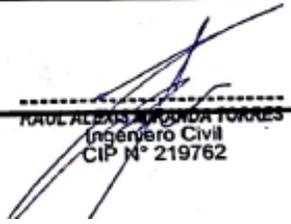
RAÚL ALEXIS MIRANDA TORRES
 Ingeniero Civil
 CIP N° 219762

L3: Instrumento de recolección de datos de la variable interviniente

Titulo de la investigación		: Análisis de Infraestructuras hidráulicas en el comportamiento de flujo de detritos de la quebrada Corrales-Chosica - Lima, 2021				
Apellidos y nombres de los investigadores		: Huaraca Sanchez, Aldo Porfirio Vela Cañari, Juan Carlos				
Apellidos y nombres del experto		: ROSALES VALVERDE, IRVIN MAX				
ASPECTO POR EVALUAR				OPINION DEL EXPERTO		
VARIABLES Variable interviniente: FACTORES GENERADORES DE FLUJOS DE DETRITOS	DIMENSIONES	INDICADORES	DATOS EN CONDICIONES NORMALES	SI CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACIONES/SUGERENCIAS
	Precipitación	Precipitaciones máximas diarias		X		
		Precipitaciones máximas anuales		X		
	Sismicidad	Coefficiente sísmico		X		
	Pendiente topográfica	Pendiente media		X		
	Propiedades del suelo	Permeable		X		
		Impermeable		X		
Fecha: 17/06/2021				Firma del experto:  IRVIN MAX ROSALES VALVERDE INGENIERO CIVIL Eleg. CIR. N° 227146		

Titulo de la investigación		: Análisis de infraestructuras hidráulicas en el comportamiento de flujo de detritos de la quebrada Corrales-Chosica - Lima, 2021					
Apellidos y nombres de los investigadores		: Huaraca Sanchez, Aldo Porfirio Vela Cañari, Juan Carlos					
Apellidos y nombres del experto		: VILLONUEVA ROJAS, MARCO ANTONIO					
ASPECTO POR EVALUAR				OPINION DEL EXPERTO			
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	DATOS EN CONDICIONES NORMALES	SI CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACIONES/SUGERENCIAS	
Variable interviniente: FACTORES GENERADORES DE FLUJOS DE DETRITOS	Precipitación	Precipitaciones maximas diarias		X			
		Precipitaciones maximas anuales		X			
	Sismicida	Coefficiente sismico		X			
	Pendiente topografica	Pendiente media		X			
	Propiedades del suelo	Permeable			X		
		Impermeable			X		
Fecha: 15/06/2021				Firma del experto:  MARCO ANTONIO VILLONUEVA ROJAS INGENIERO CIVIL CIP N° 242364			

Título de la investigación		: Análisis de infraestructuras hidráulicas en el comportamiento de flujo de detritos de la quebrada Corrales-Chosica - Lima, 2021					
Apellidos y nombres de los investigadores		: Huaraca Sanchez, Aldo Porfirio Vela Cañari, Juan Carlos					
Apellidos y nombres del experto		: MIRANDA TORRES, RAUL ALEXIS					
ASPECTO POR EVALUAR				OPINION DEL EXPERTO			
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	DATOS EN CONDICIONES NORMALES	SI CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACIONES/SUGERENCIAS	
Variable interviniente: FACTORES GENERADORES DE FLUJOS DE DETRITOS	Precipitacion	Precipitaciones maximas diarias		X			
		Precipitaciones maximas anuales		X			
	Sismicida	Coficiente sismico		X			
	Pendiente topografica	Pendiente media		X			
	Propiedades del suelo	Permeable			X		
		Impermeable			X		
Fecha: 17/06/2021				Firma del experto:			



 RAUL ALEXIS MIRANDA TORRES
 Ingeniero Civil
 CIP N° 219762

L4: Instrumento de datos con resultados del modelamiento hidráulico de la variable independiente

Titulo de la investigación			: Evaluación del flujo detrítico con la implementación de infraestructuras hidráulicas en la quebrada Corrales Chosica – Lima, 2021.									
Apellidos y nombres de los investigadores			: Huaraca Sanchez, Aldo Porfirio y Vela Cañari Juan Carlos									
Apellidos y nombres del experto			: Rosales Valverde, Irvin Max									
ASPECTO POR EVALUAR										OPINION DEL EXPERTO		
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	Periodo de retorno de 50 años(Tr) de la quebrada con estructuras							SI CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACIONES /SUGERENCIAS
			Progresiva 0+075.000	Progresiva 0+086.617	Progresiva 0+101.000	Progresiva 0+109.199	Progresiva 0+112.850	Progresiva 0+281.963	Progresiva 0+649.554			
Variable Independiente: INFRAESTRUCTURAS HIDRAÚLICAS	DIQUES	ALTURA DE PANTALLA	-	-	-	-	5.20 m	6.50 m	5.15 m	X		
	MUROS DE ENCAUZAMIENTO	ALTURA DE PANTALLA	9.00 m	-	9.00 m	9.00 m	9.00 m	-	-	X		
	ALCANTARILLA	AREA DE TIPO CAJON	-	9.00 m ²	-	-	-	-	-	X		
Firma del experto:										Fecha: 7/11/2021		

IRVIN MAX
ROSALLES VALVERDE
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 227146

Titulo de la investigacion			: Evaluación del flujo detrítico con la implementación de infraestructuras hidráulicas en la quebrada Corrales Chosica – Lima, 2021.									
Apellidos y nombres de los investigadores			: Huaraca Sanchez, Aldo Porfirio y Vela Cañari Juan Carlos									
Apellidos y nombres del experto			: Villanueva Rojas, Marcos Andres									
ASPECTO POR EVALUAR										OPINION DEL EXPERTO		
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	Periodo de retorno de 50 años(Tr) de la quebrada con estructuras							SI CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACIONES /SUGERENCIAS
			Progresiva 0+075.000	Progresiva 0+086.617	Progresiva 0+101.000	Progresiva 0+109.199	Progresiva 0+112.850	Progresiva 0+281.963	Progresiva 0+649.554			
Variable Independiente: INFRAESTRUCTURAS HIDRAÚLICAS	DIQUES	ALTURA DE PANTALLA	-	-	-	-	5.20 m	6.50 m	5.15 m	X		
	MUROS DE ENCAUZAMIENTO	ALTURA DE PANTALLA	9.00 m	-	9.00 m	9.00 m	9.00 m	-	-	X		
	ALCANTARILLA	AREA DE TIPO CAJON	-	9.00 m ²	-	-	-	-	-	X		
Firma del experto:										Fecha: 17/11/2021		
 MARCO ANDRES VILLANUEVA ROJAS INGENIERO CIVIL CIP N° 242364												

Titulo de la investigacion		: Evaluación del flujo detrítico con la implementación de infraestructuras hidráulicas en la quebrada Corrales Chosica – Lima, 2021.										
Apellidos y nombres de los investigadores		: Huaraca Sanchez, Aldo Porfirio y Vela Cañari Juan Carlos										
Apellidos y nombres del experto		: Miranda Torres, Raul Alexis										
ASPECTO POR EVALUAR										OPINION DEL EXPERTO		
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	Periodo de retorno de 50 años(Tr) de la quebrada con estructuras							SI CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACIONES /SUGERENCIAS
			Progresiva 0+075.000	Progresiva 0+086.617	Progresiva 0+101.000	Progresiva 0+109.199	Progresiva 0+112.850	Progresiva 0+281.963	Progresiva 0+649.554			
Variable Independiente: INFRAESTRUCTURAS HIDRAÚLICAS	DIQUES	ALTURA DE PANTALLA	-	-	-	-	5.20 m	6.50 m	5.15 m	X		-
	MUROS DE ENCAUZAMIENTO	ALTURA DE PANTALLA	9.00 m	-	9.00 m	9.00 m	9.00 m	-	-	X		-
	ALCANTARILLA	AREA DE TIPO CAJON	-	9.00 m ²	-	-	-	-	-	X		-
Firma del experto:										Fecha: 17/11/2021		



 RAUL ALEXIS MIRANDA TORRES
 Ingeniero Civil
 CIP N° 219762

L5: Instrumento de datos con resultados del modelamiento hidráulico de la variable dependiente

Título de la investigación : Evaluación del flujo detrítico con la implementación de infraestructuras hidráulicas en la quebrada Corrales Chosica - Lima, 2021																			
Apellidos y nombres de los investigadores : Huaraca Sanchez, Aldo Porfirio y Vela Cañari Juan Carlos																			
Apellidos y nombres del experto : Rosales Valverde, Irvin Max																			
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ASPECTO POR EVALUAR														OPINION DEL EXPERTO		
			Periodo de retorno de 50 años (Tr) de la quebrada sin estructuras							Periodo de retorno de 50 años (Tr) de la quebrada con estructuras							SI CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACIONES/ SUGERENCIAS
			Progresiva 0+075.000	Progresiva 0+086.617	Progresiva 0+101.000	Progresiva 0+109.199	Progresiva 0+112.850	Progresiva 0+281.963	Progresiva 0+649.554	Progresiva 0+075.000	Progresiva 0+086.617	Progresiva 0+101.000	Progresiva 0+109.199	Progresiva 0+112.850	Progresiva 0+281.963	Progresiva 0+649.554			
Variable dependiente: COMPORTAMIENTO DEL FLUJO DETRITICO	PARAMETROS HIDRAULICOS	VELOCIDAD	3.779 m/s	2.302 m/s	8.59 m/s	8.126 m/s	5.957 m/s	6.725 m/s	7.921 m/s	9.26 m/s	9.521 m/s	11.086 m/s	7.836 m/s	4.836 m/s	3.472 m/s	5.209 m/s	X		
		TIRANTE	0.389 m	1.262 m	1.032 m	1.032 m	1.084 m	2.696 m	2.055 m	0.69 m	1.227 m	0.253 m	0.528 m	4.978 m	5.678 m	4.889 m	X		
		PROFUNDIDAD DE SOCAVACIÓN	-0.038 m	-0.302 m	-0.290 m	-0.234 m	-0.319 m	-0.094 m	-0.212 m	-0.048 m	-0.054 m	-0.017 m	-0.022 m	-2.764 m	-4.666 m	-3.437 m	X		
	ZONAS URBANAS	ÁREA DE INUNDACIÓN	4347.000							0.000							X		
	FLUJO DE DETRITOS	VOLUMEN RETENIDO	855.140							3328.710							X		
Firma del experto:															Fecha: 17/11/2021				



 IRVIN MAX
 ROSALES VALVERDE
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CP. N° 227146

Título de la investigación		: Evaluación del flujo detrítico con la implementación de infraestructuras hidráulicas en la quebrada Corrales Chosica - Lima, 2021																	
Apellidos y nombres de los investigadores		: Huaraca Sanchez, Aldo Porfirio y Vela Cañari Juan Carlos																	
Apellidos y nombres del experto		: Villanueva Rojas, Marcos Andres																	
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ASPECTO POR EVALUAR														OPINION DEL EXPERTO		
			Periodo de retorno de 50 años(Tr) de la quebrada sin estructuras							Periodo de retorno de 50 años(Tr) de la quebrada con estructuras							SI CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACIONES/ SUGERENCIAS
			Progresiva 0+075.000	Progresiva 0+086.617	Progresiva 0+101.000	Progresiva 0+109.199	Progresiva 0+112.850	Progresiva 0+281.963	Progresiva 0+649.554	Progresiva 0+075.000	Progresiva 0+086.617	Progresiva 0+101.000	Progresiva 0+109.199	Progresiva 0+112.850	Progresiva 0+281.963	Progresiva 0+649.554			
Variable dependiente: COMPORTAMIENTO DEL FLUJO DETRITICO	PARAMETROS HIDRAULICOS	VELOCIDAD	3.779 m/s	2.302 m/s	8.59 m/s	8.126 m/s	5.957 m/s	6.725 m/s	7.921 m/s	9.26 m/s	9.521 m/s	11.086 m/s	7.836 m/s	4.836 m/s	3.472 m/s	5.209 m/s	X		
		TIRANTE	0.389 m	1.262 m	1.032 m	1.032 m	1.084 m	2.696 m	2.055 m	0.69 m	1.227 m	0.253 m	0.528 m	4.978 m	5.678 m	4.889 m	X		
		PROFUNDIDAD DE SOCAVACIÓN	-0.038 m	-0.302 m	-0.290 m	-0.234 m	-0.319 m	-0.094 m	-0.212 m	-0.048 m	-0.054 m	-0.017 m	-0.022 m	-2.764 m	-4.656 m	-3.437 m	X		
	ZONAS URBANAS	ÁREA DE INUNDACIÓN	4347.000							0.000							X		
	FLUJO DE DETRITOS	VOLUMEN RETENIDO	855.140							3328.710							X		
Firma del experto:		 MARCO ANDRES VILLANUEVA ROJAS INGENIERO CIVIL CIP N° 242364														Fecha: 17/11/2021			

Titulo de la investigación		: Evaluación del flujo detrítico con la implementación de infraestructuras hidráulicas en la quebrada Corrales Chosica – Lima, 2021																	
Apellidos y nombres de los investigadores		: Huaraca Sanchez, Aldo Porfirio y Vela Cañari Juan Carlos																	
Apellidos y nombres del experto		: Miranda Torres, Raul Alexis																	
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ASPECTO POR EVALUAR														OPINION DEL EXPERTO		
			Periodo de retorno de 50 años(Tr) de la quebrada sin estructuras							Periodo de retorno de 50 años(Tr) de la quebrada con estructuras							SI CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACIONES/ SUGERENCIAS
			Progresiva 0+075.000	Progresiva 0+086.617	Progresiva 0+101.000	Progresiva 0+109.199	Progresiva 0+112.850	Progresiva 0+281.963	Progresiva 0+649.554	Progresiva 0+075.000	Progresiva 0+086.617	Progresiva 0+101.000	Progresiva 0+109.199	Progresiva 0+112.850	Progresiva 0+281.963	Progresiva 0+649.554			
Variable dependiente: COMPORTAMIENTO DEL FLUJO DETRITICO	PARAMETROS HIDRAULICOS	VELOCIDAD	3.779 m/s	2.302 m/s	8.59 m/s	8.126 m/s	5.957 m/s	6.725 m/s	7.921 m/s	9.26 m/s	9.521 m/s	11.086 m/s	7.836 m/s	4.836 m/s	3.472 m/s	5.209 m/s	X		
		TIRANTE	0.389 m	1.262 m	1.032 m	1.032 m	1.084 m	2.696 m	2.055 m	0.69 m	1.227 m	0.253 m	0.528 m	4.978 m	5.678 m	4.889 m	X		
		PROFUNDIDAD DE SOCAVACIÓN	-0.038 m	-0.302 m	-0.290 m	-0.234 m	-0.319 m	-0.094 m	-0.212 m	-0.048 m	-0.054 m	-0.017 m	-0.022 m	-2.764 m	-4.666 m	-3.437 m	X		
	ZONAS URBANAS	ÁREA DE INUNDACIÓN	4347.000							0.000									
	FLUJO DE DETRITOS	VOLUMEN RETENIDO	855.140							3328.710									
Firma del experto:																Fecha: 17/11/2021			



 RAUL ALEXIS MIRANDA TORRES
 Ingeniero Civil
 CIP N° 219762

L6: Instrumento de datos con resultados de la variable interviniente

Titulo de la investigación		: Evaluación del flujo detrítico con la implementación de infraestructuras hidráulicas en la quebrada Corrales Chosica – Lima, 2021				
Apellidos y nombres de los investigadores		: Huaraca Sanchez, Aldo Porfirio y Vela Cañari Juan Carlos				
Apellidos y nombres del experto		: Rosales Valverde, Irvin Max				
ASPECTO POR EVALUAR				OPINIÓN DEL EXPERTO		
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	DATOS CONDICIONANTES	SI CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACIONES/SUGERENCIAS
			Periodo de retorno de 50 años(Tr) de la quebrada sin estructuras			
Variable interviniente: FACTORES GENERADORES DE FLUJOS DE DETRITOS	Precipitación	Precipitaciones máximas diarias	87.98 mm	X		
	Pendiente topográfica	Pendiente media	37.11%	X		
Firma del experto:				Fecha: 17/11/2021		
 ----- IRVIN MAX ROSALES VALVERDE INGENIERO CIVIL Reg. CIP. N° 227146						

Título de la investigación		: Evaluación del flujo detrítico con la implementación de infraestructuras hidráulicas en la quebrada Corrales Chosica – Lima, 2021				
Apellidos y nombres de los investigadores		: Huaraca Sanchez, Aldo Porfirio y Vela Cañari Juan Carlos				
Apellidos y nombres del experto		: Villanueva Rojas, Marcos Andres				
ASPECTO POR EVALUAR				OPINIÓN DEL EXPERTO		
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	DATOS CONDICIONANTES	SI CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACIONES/ UGERENCIAS
			Periodo de retorno de 50 años(Tr) de la quebrada sin estructuras			
Variable interviniente: FACTORES GENERADORES DE FLUJOS DE DETRITOS	Precipitación	Precipitaciones máximas diarias	87.98 mm	X		
	Pendiente topográfica	Pendiente media	37.11%	X		
Firma del experto:				Fecha: 17/11/2021		
 MARCO ANDRÉS VILLANUEVA ROJAS INGENIERO CIVIL CIP N° 242364						

Titulo de la investigacion		: Evaluación del flujo detrítico con la implementación de infraestructuras hidráulicas en la quebrada Corrales Chosica – Lima, 2021				
Apellidos y nombres de los investigadores		: Huaraca Sanchez, Aldo Porfirio y Vela Cañari Juan Carlos				
Apellidos y nombres del experto		: Miranda Torres, Raul Alexis				
ASPECTO POR EVALUAR				OPINIÓN DEL EXPERTO		
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	DATOS CONDICIONANTES	SI CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACIONES/SUGERENCIAS
			Periodo de retorno de 50 años(Tr) de la quebrada sin estructuras			
Variable interviniente: FACTORES GENERADORES DE FLUJOS DE DETRITOS	Precipitación	Precipitaciones máximas diarias	87.98 mm	X		
	Pendiente topográfica	Pendiente media	37.11%	X		
Firma del experto:				Fecha: 17/11/2021		

RAUL ALEXIS MIRANDA TORRES

Ingeniero Civil
CIP N° 219762

Anexo 4
L1: Validez de juicio de expertos 1

Validez	Pregunta	Puntuación		Observaciones
		0	1	
De contenido	1 ¿El instrumento persigue el fin del objetivo general?		X	
	2 ¿El instrumento persigue los fines de los objetivos específicos?		X	
	3 ¿EL número de dimensiones es adecuado?		X	
	4 ¿Hay claridad en la estructura de los instrumentos?		X	
	5 ¿Las hipótesis planteadas se contrastarán con la información recolectada en los instrumentos?		X	
De constructo	6 ¿El número de indicadores es adecuado?		X	
	7 No existe ambigüedad en los indicadores		X	
	8 ¿Los indicadores considerados son acorde al nivel de información necesitada?		X	
	9 ¿Los indicadores miden lo que se busca investigar?		X	
	10 ¿Las dimensiones consideradas bastan para evaluar la variable?		X	
	11 ¿Los indicadores son medibles?		X	
De criterio	12 ¿Los instrumentos se comprenden con facilidad?		X	
	13 ¿Las opciones del instrumento se presentan en orden lógico?		X	
	14 ¿La secuencia planteada es adecuada?		X	
	15 No es necesario considerar otros campos		X	
Total			15	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: ROSALES VALVERDE, IRVIN MAX

Especialista: Metodólogo [] Temático []

Grado: Maestro [] Doctor []

Título profesional: INGENIERO CIVIL

N° de registro CIP: 227146

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

IRVIN MAX
ROSALES VALVERDE
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 227146

Firma y Sello

L2: Validez de juicio de expertos 2

Validez	Pregunta	Puntuación		Observaciones
		0	1	
De contenido	1		X	
	2		X	
	3		X	
	4		X	
	5		X	
De constructo	6		X	
	7		X	
	8		X	
	9		X	
	10		X	
	11		X	
De criterio	12		X	
	13		X	
	14		X	
	15	X		
Total		4	14	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir No aplicable

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: VILLANUEVA ROJAS, MARCO ANDRÉS

Especialista: Metodólogo Temático

Grado: Maestro Doctor

Título profesional: INGENIERO CIVIL

N° de registro CIP: 242364

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión


MARCO ANDRÉS VILLANUEVA ROJAS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 242364

Firma y Sello

L3: Validez de juicio de expertos 3

Validez	Pregunta	Puntuación		Observaciones
		0	1	
De contenido	1		x	
	2		x	
	3		x	
	4		x	
	5		x	
De constructo	6		x	
	7		x	
	8		x	
	9		x	
	10		x	
	11		x	
De criterio	12		x	
	13		x	
	14		x	
	15		x	
Total			15	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: MIRANDA TORRES, RAUL ALEXIS

Especialista: Metodólogo [] Temático []

Grado: Maestro [] Doctor []

Título profesional: INGENIERO CIVIL

N° de registro CIP: 219762

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

RAUL ALEXIS MIRANDA TORRES
Ingeniero Civil
CIP N° 219762
Firma y Sello

L4: Cálculo de coeficiente de Kappa

ASPECTOS A CONSIDERAR		OBSERVADORES				
		1	2	3		
OBSERVACIONES	1 ¿El instrumento persigue el fin del objetivo general?	1	1	1		
	2 ¿El instrumento persigue los fines de los objetivos específicos?	1	1	1		
	3 ¿El número de dimensiones es adecuado?	1	1	1		
	4 ¿Hay claridad en la estructura de los instrumentos?	1	1	1		
	5 ¿Las hipótesis planteadas se contrastaran con la información recolectada en los instrumentos?	1	1	1		
	6 ¿El número de indicadores es adecuado?	1	1	1		
	7 No existe ambigüedad en los indicadores	1	1	1		
	8 ¿Los indicadores considerados son acorde al nivel de información necesitada?	1	1	1		
	9 ¿Los indicadores miden lo que se busca investigar?	1	1	1		
	10 ¿Las dimensiones consideradas bastan para evaluar la variable?	1	1	1		
	11 ¿Los indicadores son medibles?	1	1	1		
	12 ¿Los instrumentos se comprenden con facilidad?	1	1	1		
	13 ¿Las opciones del instrumento se presentan en orden lógico?	1	1	1		
	14 ¿La secuencia planteada es adecuada?	1	1	1		
	15 No es necesario considerar otros campos	1	0	1		

44

CATEGORIAS:	
DE ACUERDO	1
EN DESACUERDO	0

Para determinar el valor esperado:

Reemplazando los valores de $P_j(k)$ en la formula:
$$P_e = \frac{1}{N_c} \sum_{i=1}^{N_c} \frac{2}{J_i(J_i - 1)} \frac{2}{J(J - 1)} \sum_{m=1}^J \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K P_j(k) P_m(k)$$

$$\sum_{m=1}^J \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K P_j(k) P_m(k) = 4 \quad 0.323076923$$

$P_1(1)$	$P_2(1)$	$P_3(1)$	$P_4(1)$	$P_5(1)$
1	0.933333333	1	0	0.000000000
$P_1(2)$	$P_2(2)$	$P_3(2)$	$P_4(2)$	$P_5(2)$
0	0.066666667	0	1	1

$$P_e = \frac{1}{N_c} \sum_{i=1}^{N_c} \frac{2}{J_i(J_i - 1)} \sum_{m=1}^J \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K P_j(k) P_m(k) = 0.323076923$$

$$P_e = 0.64459$$

$$K = \frac{P_o - P_e}{1 - P_e} = 0.874948807$$

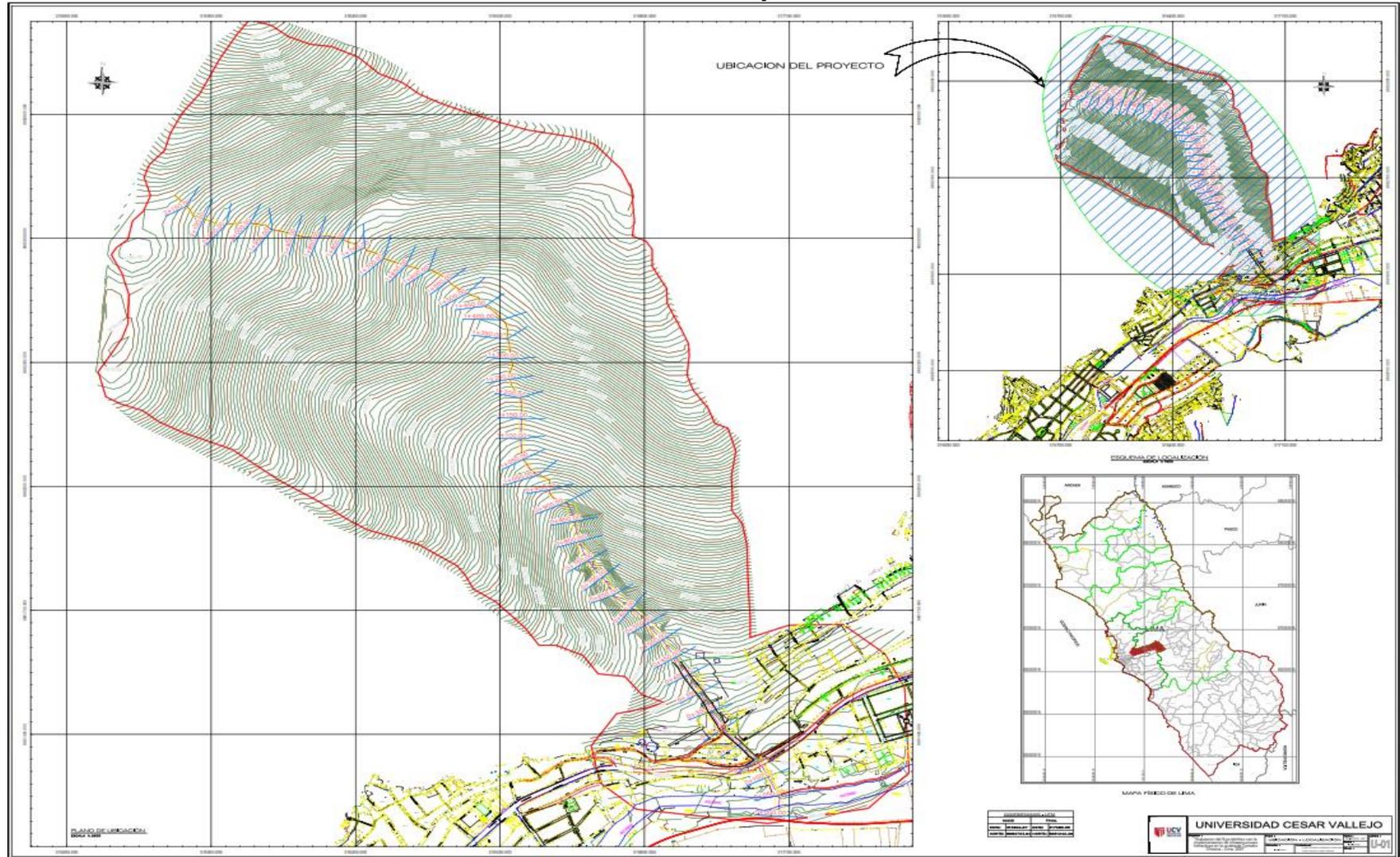
Anexo 5: Normativa

- Método de ensayo para el análisis granulométrico de suelos ASTM D422 / NTP 339.128
- Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo ASTM D 2216 / NTP 339.
- Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos ASTM D 4318 / NTP 339.129
- Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo ASTM D 854 / NTP 339.131
- Método de ensayo normalizado para el ensayo de corte directo en suelos bajo condiciones consolidadas drenadas ASTM D 3080 / NTP 339.171

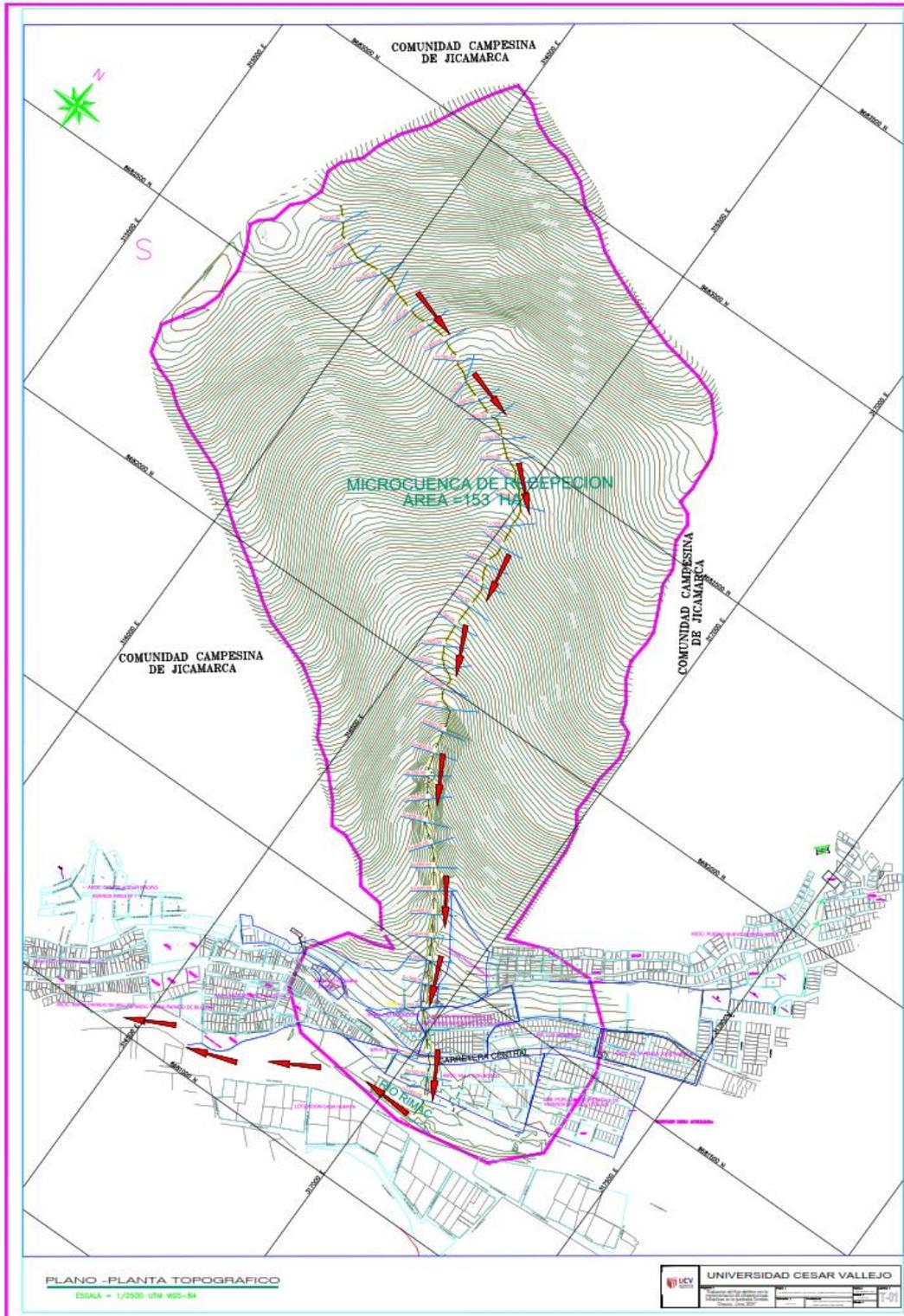
Capítulo III - Manual de hidrología y drenaje

- 3.7 Análisis estadístico de datos hidrológicos
- 3.7.2 b) Prueba Kolmorov - Smirnov
- 3.8.1 Curva de Intensidad – Duración – Frecuencia
- 3.9 Tiempo de concentración: Fórmula de California
- 3.12.2 Método racional para el cálculo del caudal

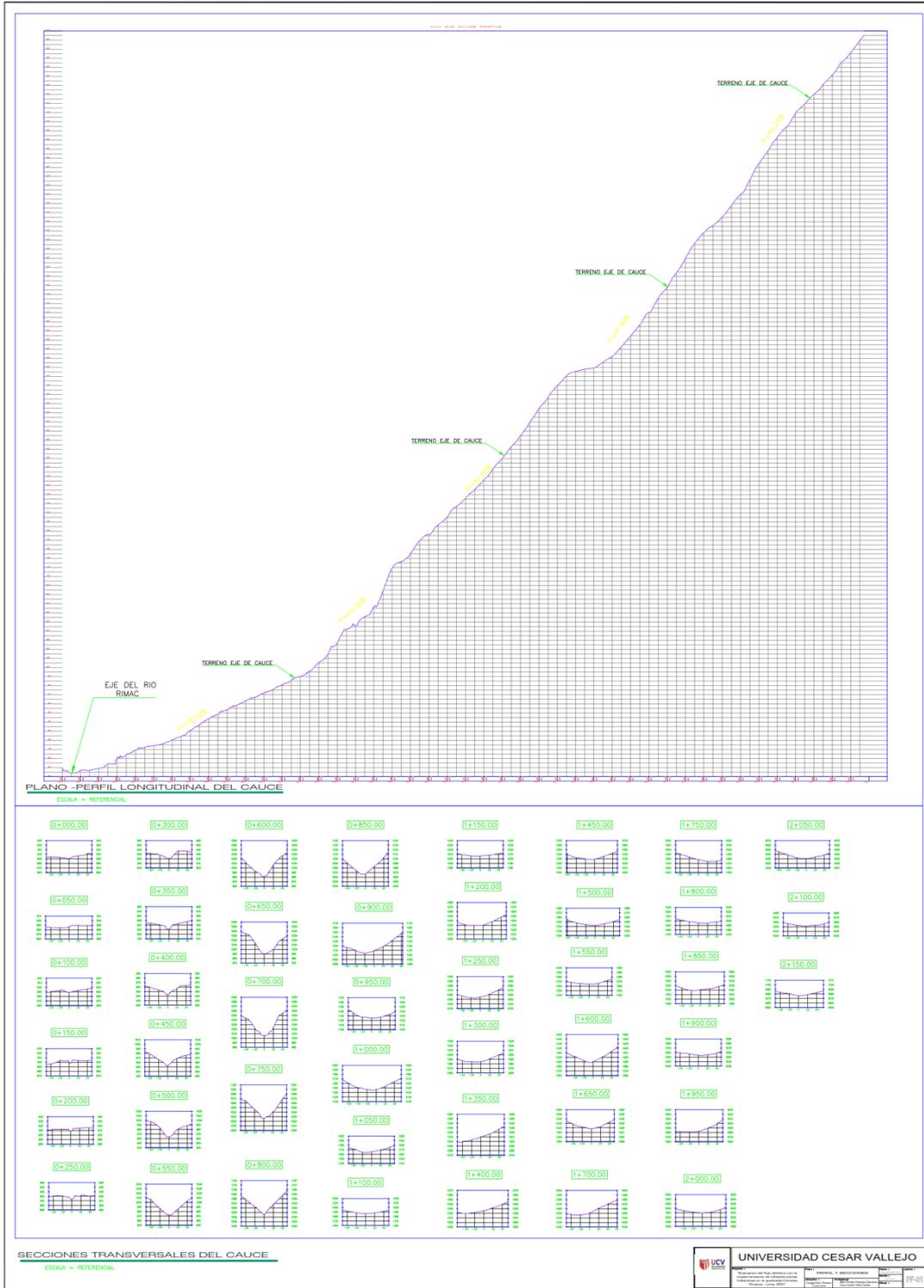
Anexo 6:
L1: Plano de Ubicación y Localización



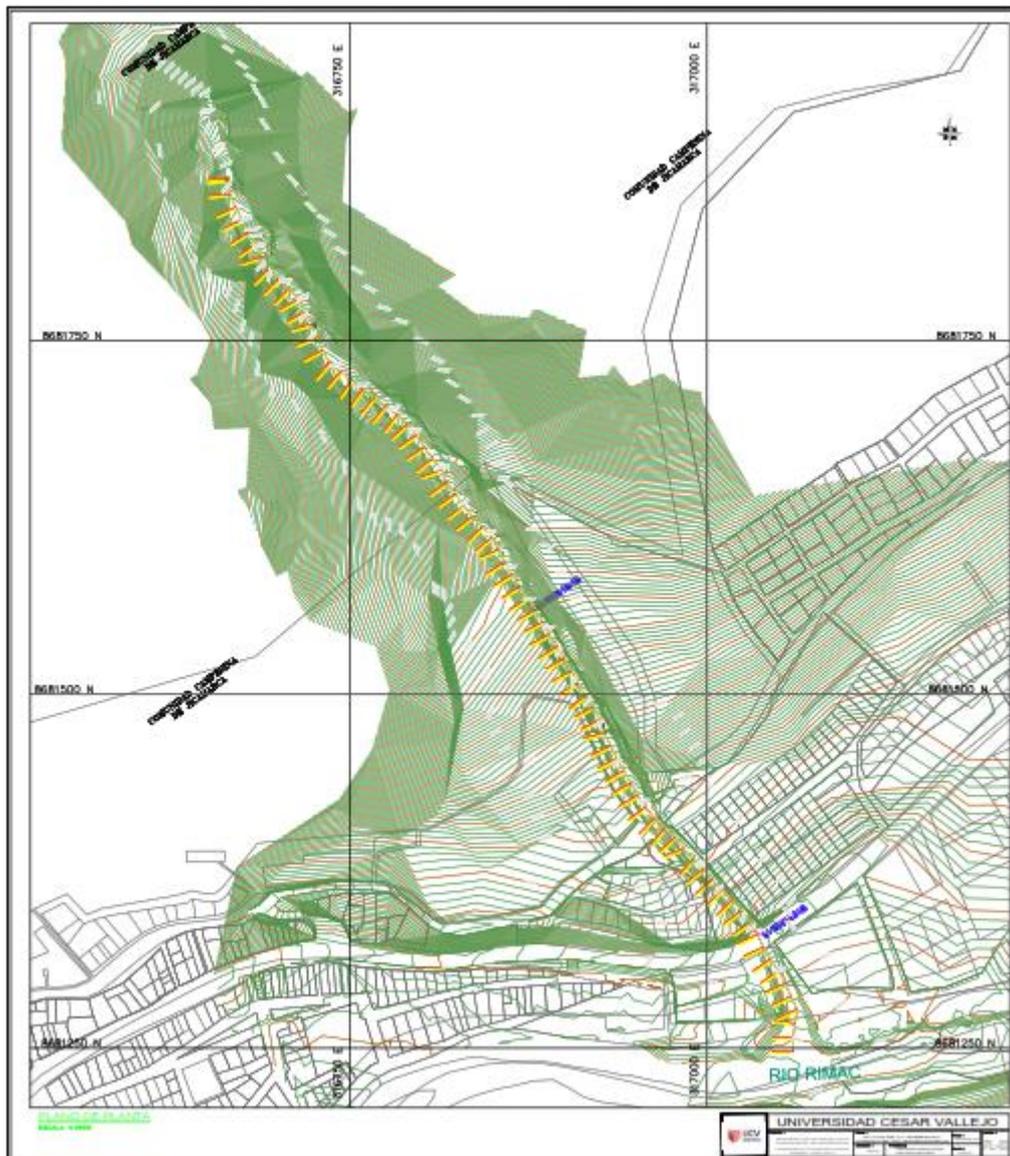
L2: Plano de cono de deyección



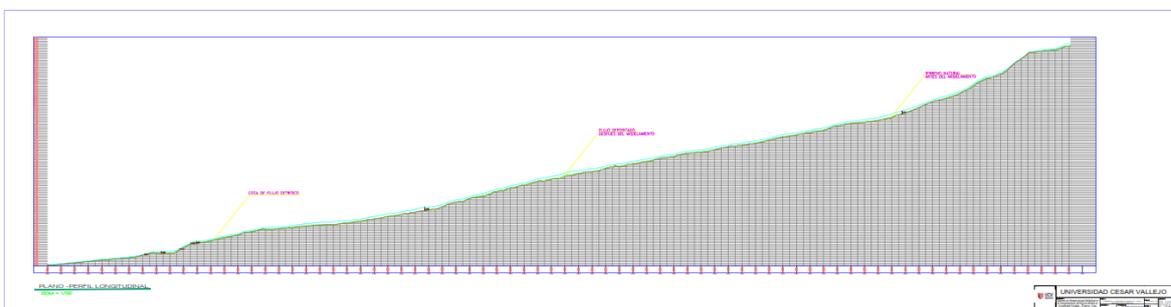
L3: Plano perfil y secciones



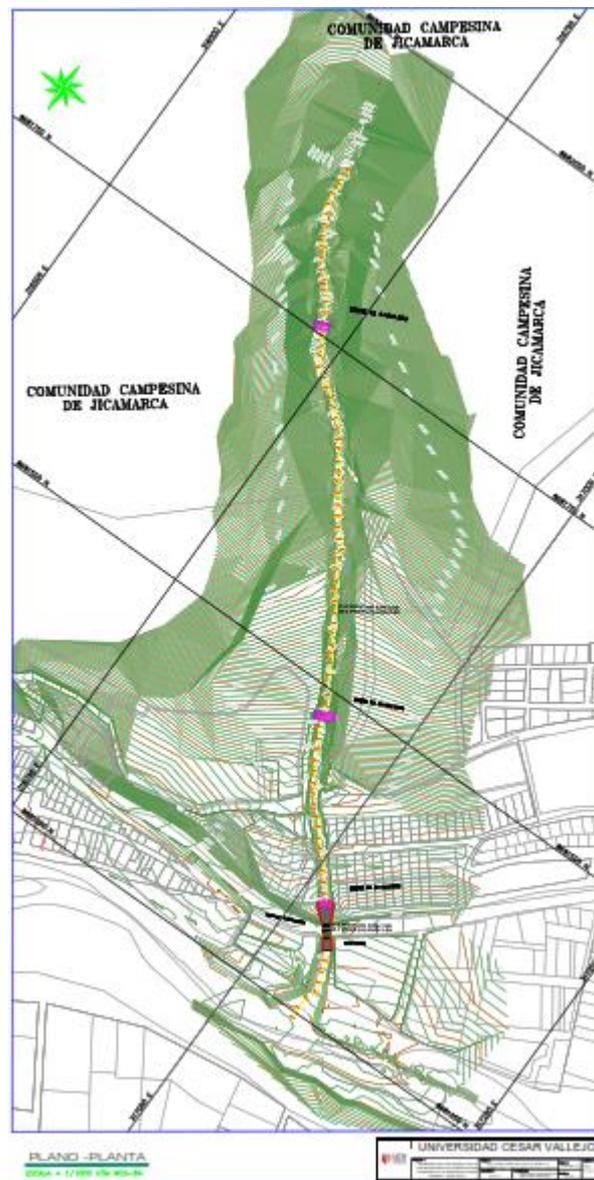
L4: Plano en planta de la quebrada de Corrales en condiciones naturales



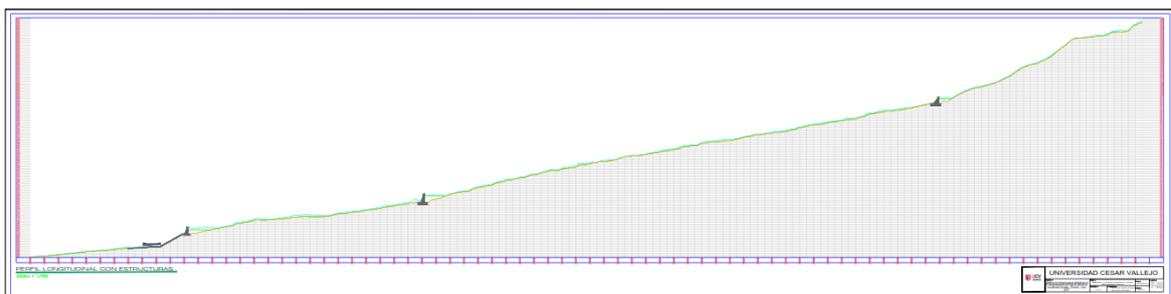
L5: Perfil longitudinal de la quebrada de Corrales en condiciones naturales



L6: Plano en planta de la quebrada de Corrales con infraestructuras



L7: Perfil longitudinal de la quebrada de Corrales con infraestructuras



Anexo 7: Panel fotográfico
L1: Levantamiento topográfico



Progresiva. 0km+850 del cauce



Progresiva. 1km+000 del cauce



Estación 5 - Progresiva 0km+400



Estación 15 – Progresiva 1km + 025 del cauce



Estación 10 – 0km+768 del cauce

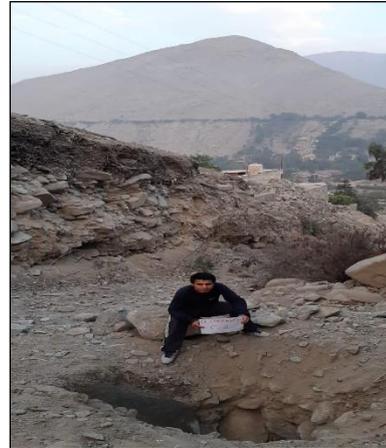


Estación 4 – 0km+325 del cauce

L2: Extracción de muestras



C - 01 / Progresiva 0km+142
Profundidad 1.5m



C - 02 / Progresiva 0km+425
Profundidad 2.0m



Extracción de C-01



Extracción de C-02

L3: Ensayo estándar de la Calicata 01



Preparación de la muestra



Ensayo de humedad



Análisis granulométrico



Lavado por tamiz N°200

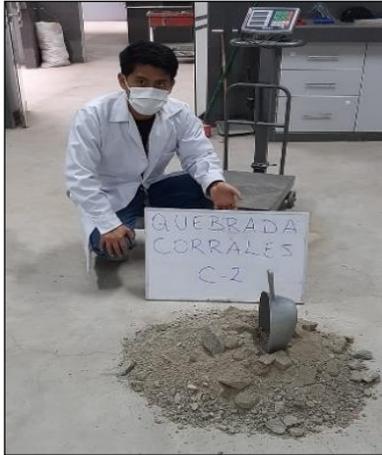


Límites de Consistencia



Ensayo de Peso Específico de Sólidos de suelos

L4: Ensayo estándar de la Calicata 02



Preparación de la muestra



Ensayo de humedad



Análisis granulométrico



Lavado por tamiz N°200



Límites de Consistencia



Ensayo de Peso Específico de Sólido de suelos

L5: Ensayo de Corte Directo de la Calicata: 01



C - 02 / Progresiva 0km+425
Profundidad 2.0m



C - 02 / Progresiva 0km+425
Profundidad 2.0m



C - 02 / Progresiva 0km+425
Profundidad 2.0m



C - 02 / Progresiva 0km+425
Profundidad 2.0m



C - 02 / Progresiva 0km+425
Profundidad 2.0m



C - 02 / Progresiva 0km+425
Profundidad 2.0m

L6: Ensayo de Corte Directo de la Calicata: 02



C - 02 / Progresiva 0km+425
Profundidad 2.0m



C - 02 / Progresiva 0km+425
Profundidad 2.0m



C - 02 / Progresiva 0km+425
Profundidad 2.0m



C - 02 / Progresiva 0km+425
Profundidad 2.0m



C - 02 / Progresiva 0km+425
Profundidad 2.0m



C - 02 / Progresiva 0km+425
Profundidad 2.0m

Anexo 8: Coordinaciones institucionales



Los Olivos, 15 de septiembre del 2021

CARTA N°555-2021/EP-ING-CIV-UCV

Señores
SENAMHI
Presente

De mi consideración:

Por medio de la presente, es grato dirigirme a usted a fin de saludarlo muy cordialmente y a la vez presentar al estudiante VELA CAÑARI, JUAN CARLOS, con DNI 47331946, quien en el 2021-I se encuentra matriculado en el X ciclo de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, quien necesita calcular parámetros hidrológicos y para ello requiere de las precipitaciones máximas diarias mm (meses) de los últimos 50 años de la Estación de Chosica y Santa Eulalia, el cual, servirá para el desarrollo de su trabajo de investigación titulada "Análisis de infraestructuras hidráulicas en el comportamiento del flujo de detritos en la quebrada Corrales - Chosica - Lima, 2021"

En tal sentido, mucho agradeceré si fuera posible de remitir la información al correo electrónico, icarlos23set@gmail.com

Segura de contar con su apoyo, aprovecho la oportunidad para expresarle las muestras de mi especial consideración y estima.

Cordialmente,

The image shows a circular official stamp of the Universidad César Vallejo (UCV) on the left, containing the university's name and logo. To the right of the stamp is a handwritten signature in black ink, which appears to be 'Doris Lina Huamán Baldeón'.

Mg. Doris Lina Huamán Baldeón
Coordinadora
EP de Ingeniería Civil

Yanet

Los Olivos, 15 de septiembre del 2021

CARTA N°554-2021/EP-ING-CIV-UCV

Señores
SENAMHI
Presente

De mi consideración:

Por medio de la presente, es grato dirigirme a usted a fin de saludarlo muy cordialmente y a la vez presentar al estudiante **HUARACA SANCHEZ, ALDO PORFIRIO**, con DNI 6500057198, quien en el 2021-I se encuentra matriculado en el X ciclo de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, quien necesita calcular parámetros hidrológicos y para ello requiere de las precipitaciones máximas diarias mm (meses) de los últimos 50 años de la Estación de Chosica y Santa Eulalia, el cual, servirá para el desarrollo de su trabajo de investigación titulada "**Análisis de infraestructuras hidráulicas en el comportamiento del flujo de detritos en la quebrada Corrales - Chosica - Lima, 2021**".

En tal sentido, mucho agradeceré si fuera posible de remitir la información al correo electrónico, h.s.aldo2017@gmail.com / aldo_huaraca@hotmail.com

Segura de contar con su apoyo, aprovecho la oportunidad para expresarle las muestras de mi especial consideración y estima.

Cordialmente,



Mg. Doris Lina Huamán Baldeón
Coordinadora
EP de Ingeniería Civil

Yanet

Anexo 9:
L1: Certificado de calibración de estación Total

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

OTORGADO A:

N° 14202T/20

**MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LURIGANCHO
(CHOSICA)**

Equipo	Marca	Modelo	Serie
ESTACION TOTAL	TOPCON	OS-105	CU1633

MEDICION DE SISTEMA ANGULAR

VALOR DE PATRON DE MEDICION		
GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS
360	00	00

VALOR LEIDO EN EL INSTRUMENTO			
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS
VERT.	360	02	16
HORL.	360	00	05

VALOR A CORREGIR			
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS
VERT.	00	02	16
HORIZ.	00	00	05

RANGO DE TOLERANCIA			
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS
+	360	00	05
-	359	59	55

SISTEMA DE MEDICION DE DISTANCIA

PATRON DE MEDICION	15.000mts	30.000mts	60.000mts	90.000mts	209.000mts
VALOR LEIDO EN EL INSTRUMENTO	15.000	30.000	60.000	90.000	209.000
ERROR A CORREGIR	00mm	00mm	00mm	00mm	00mm

COMPENSADORES - TILT	HORIZONTAL	VERTICAL
VALOR LEIDO	00 seg.	00 seg.
VALOR A CORREGIR	00 seg.	00 seg.

PRECISION DEL INSTRUMENTO:

* Sistema Angular según normas DIN 18723 la precisión angular es de 5", lectura mínima en Display 1" ó 0.5".

* Sistema de Medición de Distancia $\pm(2mm+2ppmXD)$ m.s.e.

PATRON UTILIZADO:

Colimador Modelo ITC-509, indicado por el Fabricante Topcon en su manual de mantenimiento y reparación. Se hace una línea al horizonte enfocando al Infinito con un grosor de 1.5" del trazo del retículo; este colimador es patronado periódicamente con un teodolito Kern Modelo DKM-2A, desviación estándar 1" y estima al décimo del segundo con lectura directa 90° 00' 00" e invertido 270° 00' 00".

GEINCOR SAC mediante su Laboratorio de Servicio Técnico Autorizado por la Marca Topcon certifica que los Equipos en mención se encuentran totalmente revisados, controlados, calibrados y 100% operativos; se sugiere efectuar una recalibración en un periodo máximo de 06 meses, se estima que sea el 01 de Septiembre del 2020.

Se expide el presente certificado a solicitud de la parte interesada, para los fines que estime conveniente.

Santiago de Surco, 02 de Marzo del 2020.



NELSON MENESES P.
SERVIDOR GENERAL A.S.



Nota: Tener en cuenta que la forma de transporte del Equipo es muy importante cuando se trasladado, ya que el mal uso y el abuso hacen que se descabren los mismos.

Equipos para Geomatica, Estaciones totales
GNSS, Software de Aplicaciones 3D
Escaner 3D, Machine Control



CERTIFICADO DE FUNCIONAMIENTO Y OPERATIVIDAD

N°13637T/19

OTORGADO A:

MUNICIPALIDAD DE LURIGANCHO

Equipos	Marca	Modelo	Serie
RECEPTOR GPS	TOPCON	GRS 1	596-20246

CUADRO DE PRECISIONES INDICADAS POR EL FABRICANTE: (1 sigma)

Equipos	POST PROCESO		RTK	
	* Horizontal	* Vertical	* Horizontal	* Vertical
RECEPTOR GPS BASE L1/L2,CA, RTK	3mm+0.5ppm	5mm+0.5ppm	10mm+1ppm	15mm+1ppm
RECEPTOR GPS ROVER L1/L2,CA, RTK	3mm+0.5ppm	5mm+0.5ppm	10mm+1ppm	15mm+1ppm

* Por línea base

GEOMATIC INSTRUMENTS CORPORATION SAC "GEINCOR SAC" en su calidad de Único Distribuidor Autorizado de la Marca TOPCON, mediante su Laboratorio de Servicio Técnico certificado y autorizado por su proveedor Topcon Positioning Systems, certifica que habiendo efectuado las pruebas y regulaciones a los instrumentos anteriormente mencionados se encuentran dentro de las especificaciones técnicas de fábrica en lo referente a la precisión obtenida en postproceso y tiempo real.

PATRON UTILIZADO:

Receptor Master GPS Hiper L1/L2, RTK, Software Pinnacle Post Proceso, patronados por el Fabricante Topcon.

NOTA:

Los receptores GPS antes mencionados son de fabricación Año 2012 y cuentan con las últimas tecnologías aplicadas a los sistemas GPS, los cuales son reconocidos en el Perú por su alta precisión y eficiencia en los trabajos efectuados.

Se expide el presente certificado a solicitud de la parte interesada, para los fines que estime conveniente.

Se sugiere efectuar una recalibración en el período máximo de 06 meses antes del 22 de Marzo del 2020.

Santiago de Surco, 23 de Septiembre del 2019.

CRISTHIAN MENESES F.
GERENTE SERV. TECNICO



Nota: Tener en cuenta que la forma de transporte del Equipo es muy importante cuando se traslada, ya que el mal uso y el abuso hacen que se descalibren los mismos.

SOKKIA FARO Geomagic BDSYSTEMS Arttec 3D TOPCON

Av. Paseo De La Castellana N° 567 - Surco
(01) 448 1889 / (01) 448 1891 / (01) 273 8230
946 206 342 981 044 863 981 044 865



ventas@geincor.com / geincor@geincor.com

www.geincor.com

Síguenos en:



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 334-036-2021

Página 1 de 3

Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2021/03/31

Solicitante MANEJO DE PROYECTOS DE INGENIERIA PARA EL DESARROLLO S.A.C.

Dirección CAL. 4 MZ. C LOTE 24 URB. LOS PORTALES DE NARANJAL LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

Instrumento de medición **BALANZA**

Identificación 334-036-2021

Intervalo de indicación 6200 g

División de escala 0.1 g

Resolución

División de verificación (e) 0.1 g

Tipo de indicación Digital

Marca / Fabricante OHAUS

Modelo SIX6201/E

N° de serie B732517714

Procedencia USA

Lugar de calibración Laboratorio de MANEJO DE PROYECTOS DE INGENIERIA PARA EL DESARROLLO S.A.C.

Fecha de calibración 2021/03/30

Método/Procedimiento de calibración

"Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII" (PC-001) del SNM-INDECOPI, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metrológica Peruana "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (NMP 003:2009)

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Espinoza
METROLOGÍA



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 334-036-2021

Página 2 de 3

Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de INACAL	Juego de Pesas de 1g a 2kg	0828-LM-2019
Patrones de referencia de INACAL	Pesa de 5 kg	0826-LM-2019
Patrones de referencia de INACAL	Pesa de 10 kg	0827-LM-2019
Patrones de referencia de INACAL	Pesa de 25 kg	0170-CLM-2019

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 21,5 °C	Final: 21,9 °C
Humedad Relativa	Inicial: 68 %hr	Final: 69 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 3100 g			Carga L1= 6200 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	3100.0	0.05	-0.09	6200	0.05	-0.1
2	3100.0	0.04	-0.1	6200	0.07	-0.06
3	3100.0	0.04	-0.05	6200	0.05	-0.08
4	3100.0	0.05	-0.09	6200	0.03	-0.1
5	3100.0	0.06	-0.04	6200	0.06	-0.11
6	3100.0	0.04	-0.06	6200	0.07	-0.12
7	3100.0	0.04	-0.09	6200	0.05	-0.11
8	3100.0	0.05	-0.08	6200	0.05	-0.1
9	3100.0	0.04	-0.08	6200	0.05	-0.11
10	3100.0	0.05	-0.1	6200	0.04	-0.1

Carga (g)	Diferencia Máxima Encontrada (g)	Error Máximo Permitido (g)
3100	0	1
6200	0	2

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Arso Group

Laboratorio de Metrología

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación de E ₀				
	Carga Mín ⁽¹⁾ (g)	I (kg)	ΔL (g)	E ₀ (g)	Carga L (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	1	1	0.04	-0.01	500	500	0.06	-0.01	0.01
2		1	0.06	-0.02		500	0.04	-0.01	0
3		1	0.04	0		500	0.05	-0.02	-0.02
4		1	0.03	0.01		500	0.04	0.04	0.03
5		1	0.05	-0.02		500	0.04	0.03	0.02

⁽¹⁾ Valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				EMP ⁽²⁾ (±g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
1.0	1.0	0.05	-0.01						1
5.0	5.0	0.06	0.03	0.03	5.0	0.06	0.01	0.01	1
10.0	10.0	0.04	-0.04	0.04	10.0	0.05	-0.04	-0.04	1
50.0	50.0	0.03	0	0.04	50.0	0.05	-0.04	-0.03	1
100.0	100.0	0.05	0.01	0.03	100.0	0.06	-0.02	0.02	1
500.0	499.9	0.04	0.04	0.02	499.9	0.04	-0.01	0.03	1
1000.0	999.9	0.03	0.05	0.02	999.9	0.03	0	0.01	1
2000.0	1999.9	0.05	0.08	0.03	1999.9	0.05	-0.1	-0.07	2
3000.0	2999.8	0.05	0.04	0.02	2999.8	0.06	-0.06	-0.03	2
6000.0	6000.0	0.08	0.09	0.02	6000.0	0.05	-0.14	-0.04	2
6200.0	6200.0	0.08	0.05	0.05	6200.0	0.04	-0.18	-0.18	2

Leyenda

I: Indicación de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado
E₀: Error en cero E_c: Error corregido EMP: Error máximo permitido

INCERTIDUMBRE EXPANDIDA Y LECTURA CORREGIDA

$$\text{Incertidumbre expandida de medición} \quad U_R = 2 \cdot \sqrt{0.00206 \text{ g}^2 + 0.000000087042 \text{ R}^2}$$

$$\text{Lectura Corregida} \quad R_{\text{corregida}} = R + 6.809422144 \text{ R}$$

R: Indicación de lectura de balanza (g)

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. Los EMP para esta balanza, corresponden para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II según la Norma Metrológica Peruana NMP 003:2009
3. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura k=2 .
4. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
5. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 342-036-2021

Página 1 de 5

Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2021/03/31

Solicitante MANEJO DE PROYECTOS DE INGENIERIA PARA EL DESARROLLO S.A.C.

Dirección CAL. 4 MZ. C LOTE 24 URB. LOS PORTALES DE NARANJAL LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

Instrumento de medición HORNO DE LABORATORIO

Identificación 342-036-2021

Marca MEMMERT

Modelo MS-H1

Serie 886

Cámara 750 Litros

Ventilación NATURAL

Pirómetro DIGITAL

Procedencia PERÚ

Lugar de calibración Laboratorio de MANEJO DE PROYECTOS DE INGENIERIA PARA EL DESARROLLO S.A.C.

Fecha de calibración 2021/03/30

Método/Procedimiento de calibración
- SNM – PC-018 2da Ed. 2009 – Procedimiento para la calibración de medios isotermos con aire como medio termostático. INACAL.
- ASTM D 2216, MTC E 108 – Método de ensayo para determinar el contenido de humedad del suelo.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

Product Certification

This is to Certify

that the material herein identified has been inspected and calibrated (when applicable) in accordance with standard procedures set forth and is found to be within the prescribed tolerances.

PRODUCT MANUFACTURE: FORNEY, LLC

PRODUCT ITEM NUMBER: LA-3700

MANUFACTURING SPECIFICATIONS: ASTM D4318, AASHTO T89

PRODUCT DESCRIPTION: LIQUID LIMIT MACHINE

MODELO: LA-3700

SERIE: 1008

FORNEY REPRESENTATIVE

This Certificate is issued as a statement of the fact that on this date the above instrument(s) had an accuracy as indicated. It should not be construed or regarded as a Guarantee or Warranty of any kind (in favor of the client, the client's customers, or the public at large) that the instrument(s) will continue to retain the same percentage (%) of accuracy or efficiency as determined on the date, when the calibration, and adjustments if required was performed and reported by "FORNEY INCORPORATED", since the calibrator has absolutely no control over the future operation, damage, maintenance repairs and overall condition of the instrument(s) and hereby expressly disclaims any and all liability for damage or loss sustained by all parties arising or resulting from deterioration, obsolescence, malfunction, or sub-standard performance of said instrument(s); which shall be deemed to be and which shall remain the sole responsibility of the machines regular custodian, owner and/or manufacturer.



FORNEY

WORLD EXPERTS IN MATERIAL TESTING
1565 Broadway Ave., Hermitage, PA 16148
Phone 724-346-7400 Fax: 724-346-7408
email - sales@forneyonline.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 342-036-2021

Arsou Group
Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Termómetro con sonda MARCA: EZODO	0545-CLT-2019 - LABORATORIO ACREDITADO CON REGISTRO N° LC-005

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 20,1 °C	Final: 20,5 °C
Humedad Relativa	Inicial: 65 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TEMPERATURA

Tiempo (hh:mm)	Pirómetro °C	INDICACIONES CORREGIDAS DE CADA TERMOCUPLA ° C										T° Prom. °C	Tmax - Tmin °C
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00:00	150	150.3	150.1	150.3	150.1	150.9	150.9	150.6	150.2	151.0	150.7	150.5	0.9
00:02	150	150.2	151.0	150.6	150.1	150.1	150.4	150.1	150.6	150.0	150.9	150.4	1.0
00:04	150	150.2	150.6	150.2	150.9	150.2	150.6	150.9	150.6	150.3	150.2	150.5	0.7
00:06	150	150.3	150.8	150.8	150.7	150.5	150.6	150.6	150.5	150.2	150.7	150.6	0.6
00:08	150	150.6	150.0	150.7	150.7	150.2	150.3	150.2	150.8	150.2	150.1	150.4	0.8
00:10	150	150.6	151.0	150.1	150.6	151.0	150.1	150.9	150.7	151.0	150.7	150.7	0.9
00:12	150	150.7	150.8	150.6	150.8	151.0	150.3	150.8	150.9	150.5	150.0	150.6	1.0
00:14	150	150.5	150.2	150.8	150.8	150.6	150.1	150.3	150.3	150.4	150.5	150.5	0.7
00:16	150	150.5	150.0	150.1	150.2	150.6	150.6	151.0	150.0	150.1	150.3	150.3	1.0
00:18	150	150.8	150.6	150.9	150.9	150.5	150.8	150.2	150.1	150.7	150.3	150.6	0.8
00:20	150	150.7	150.1	150.5	150.9	150.2	150.4	150.1	150.9	150.5	150.8	150.5	0.8
00:22	150	150.6	150.9	150.4	150.8	150.7	150.0	150.7	150.5	150.0	150.7	150.5	0.9
00:24	150	150.6	151.0	150.2	150.6	150.2	150.5	150.7	150.6	150.4	150.8	150.6	0.8
00:26	150	150.2	150.8	150.1	150.3	150.5	150.9	150.9	150.2	151.0	150.6	150.6	0.9
00:28	150	150.9	150.9	150.9	150.4	150.8	150.9	150.2	150.2	150.1	150.9	150.6	0.8
00:30	150	150.1	150.6	150.3	150.3	150.8	150.9	150.9	150.0	150.9	151.0	150.6	1.0
00:32	150	150.8	150.2	150.6	150.8	150.3	150.3	151.0	150.1	150.9	150.4	150.5	0.9
00:34	150	150.9	150.1	150.7	150.8	150.2	150.4	150.8	150.1	150.7	150.6	150.5	0.8
00:36	150	150.6	150.3	150.7	150.4	150.5	150.4	150.9	150.9	151.0	150.9	150.7	0.7
00:38	150	150.8	150.3	150.0	151.0	150.6	150.0	150.0	150.5	150.5	150.2	150.4	1.0
00:40	150	150.5	150.4	150.3	150.4	150.8	150.3	150.4	150.9	150.8	150.6	150.5	0.6
00:42	150	150.1	150.8	150.6	150.9	150.1	150.1	150.7	150.4	150.4	150.9	150.5	0.8
00:44	150	150.2	150.5	150.4	150.6	150.8	150.5	150.8	150.4	150.1	150.4	150.5	0.7
00:46	150	150.4	150.6	150.5	150.4	150.8	150.6	150.3	150.4	150.2	150.3	150.5	0.6
00:48	150	150.7	150.7	151.0	150.5	150.4	150.4	150.8	150.5	150.0	150.2	150.5	1.0
00:50	150	150.7	150.7	150.7	150.2	150.5	150.9	150.5	150.9	150.6	150.2	150.6	0.7
T. PROM.	150	150.5	150.5	150.5	150.6	150.5	150.5	150.6	150.5	150.5	150.5	150.5	
T. MAX.	150	150.9	151.0	151.0	151.0	151.0	150.9	151.0	150.9	151.0	151.0		
T. MIN.	150	150.1	150.0	150.0	150.1	150.1	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0		

Nomenclatura:

- T. P Promedio de indicaciones corregidas de los termopares para un instante de tiempo.
- Tma Diferencia entre máxima y mínima temperatura para un instante de tiempo.
- T. P Promedio de indicaciones corregidas para a cada termocupla durante el tiempo total.
- T. M La Máxima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.
- T. M La Mínima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martin de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

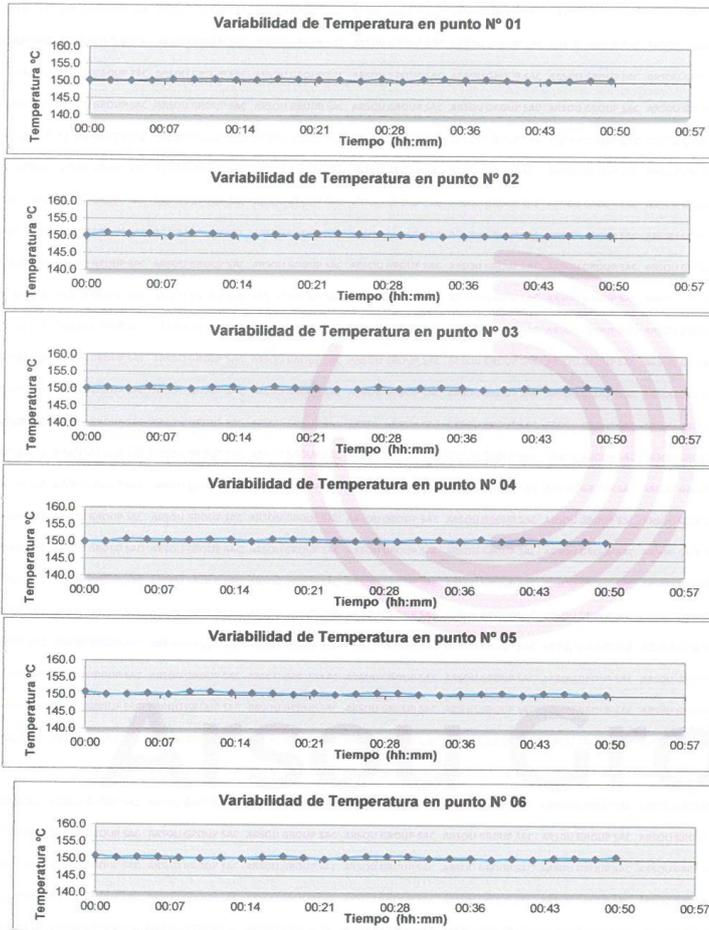


ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA



GRÁFICO



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA

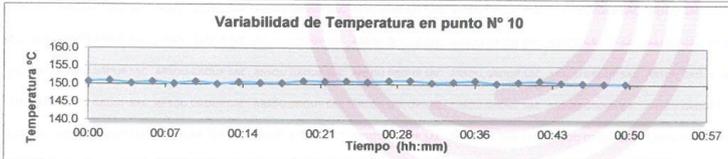
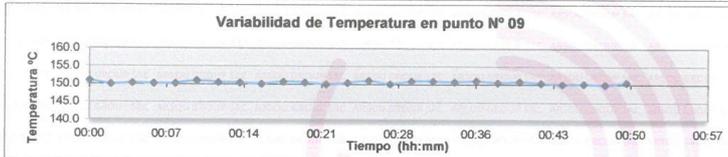
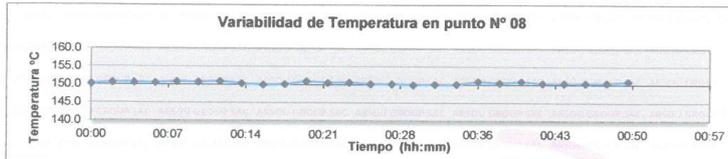
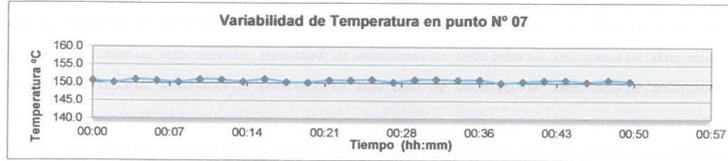


ARSOU GROUP S.A.C.

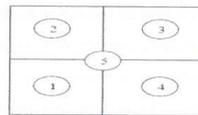
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



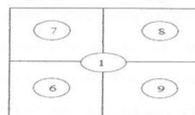
Arso Group
Laboratorio de Metrología



DISTRIBUCIÓN DE LA TEMPERATURA EN EL ESPACIO



NIVEL SUPERIOR



NIVEL INFERIOR

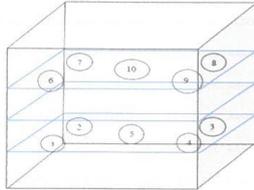
ARSOU GROUP S.A.C
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA



ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN DE SENSORES DE TEMPERATURA



PANEL FRONTAL DEL EQUIPO

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura $k=2$.
3. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA



Arsou Group

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

L6: Certificado de calibración máquina de corte directo

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 372-CFP-2021

Página 1 de 2

FECHA DE EMISION : 2021-08-14
EXPEDIENTE : 202
1. SOLICITANTE : FORNAX PROYECTOS Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.
2. EQUIPO DE MEDICIÓN : MÁQUINA DE CORTE DIRECTO
MARCA : TECNICAS CP
MODELO : LA-3732 / CELDA DE CARGA TIPO S
SERIE : 918
ALCANCE : 300kg
RESOLUCIÓN : 0,00kg
INDICADOR : Digital
FECHA DE CALIBRACIÓN : 2021-06-13

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

GRUPO MEDICIONES PERÚ S.A.C. no se responsabiliza de lo perjuicio que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN
La calibración se efectuó de acuerdo a la norma ISO 7500-1/ISO 376.
4. LUGAR DE CALIBRACIÓN
En el Laboratorio de Grupo Mediciones Perú S.A.C.



Este documento puede ser reproducido totalmente con autorización de GRUPO MEDICIONES PERU S.A.C.

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura °C	19.2	19.4
Humedad Relativa %	80	80

6. TRAZABILIDAD

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrón de Referencia	Celda de Carga	020-CFP-2021

7. OBSERVACIONES

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO".

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

Indicación del Equipo (kg)	Temp. (°C)			PROMEDIO (kg)	CÁLCULO DE ERRORES		Incertidumbre
	Lectura del Patrón				Exactitud	Error	
	F. 1 (kg)	F. 2 (kg)	F. 3 (kg)				
27.21	27.26	27.26	27.26	27.26	-0.05	0.00	2.40
54.42	54.30	54.32	54.30	54.31	-0.09	0.02	2.67
81.63	81.91	81.92	81.91	81.91	-1.11	0.01	1.78
108.84	108.84	108.85	108.85	108.78	-0.72	0.00	1.36
136.05	136.69	136.51	136.52	136.51	-1.10	0.01	1.00
163.27	163.80	163.81	163.80	163.80	-1.10	0.00	0.91
190.48	190.91	190.91	190.91	190.91	-1.00	0.00	0.79
217.69	218.10	217.10	217.10	217.43	-0.66	0.21	0.77
244.93	250.11	250.11	250.11	250.11	-1.04	0.00	0.63
269.32	269.72	269.81	269.81	269.76	-0.93	0.01	0.54

Los Errores entre el 20% y el 100 % del rango nominal considerado, no superan los valores máximos permitidos en la norma ISO 7500-1.

Fin del Documento



Este documento puede ser reproducido totalmente con autorización de GRUPO MEDICIONES PERU S.A.C.

L3: Análisis de consistencia de las estaciones Santa Eulalia, Canchacalla, Chosica, Autisha y Santiago de Tuna

Año	Est. Santa Eulalia (A)		Est. Canchacalla (B)		Est. Chosica (C)		Est. Autisha (D)		Est. Santiago de Tuna (E)		Est. Prom acum B, C, D, E	
	Pp(mm)	Pp(mm) acum	Pp(mm)	Pp(mm) acum	Pp(mm)	Pp(mm) acum	Pp(mm)	Pp(mm) acum	Pp(mm)	Pp(mm) acum	Pppro(mm)	Ppprom(mm) acum
1990	13.5	13.5	23.1	23.1	10.3	10.3	39.5	39.5	70.0	70.0	35.7	35.7
1991	4.5	18.0	33.1	56.2	8.4	18.7	52.6	92.1	75.0	145.0	78.0	113.7
1992	0.5	18.5	21.7	77.9	5.7	24.4	13.6	105.7	18.2	163.2	92.8	206.5
1993	4.1	22.6	52.3	130.2	7.6	32.0	74.5	180.2	78.9	242.1	146.1	352.7
1994	21.3	43.9	48.4	178.6	26.6	58.6	49.9	230.1	58.3	300.4	191.9	544.6
1995	9.4	53.3	34.1	212.7	11.6	70.2	46.8	276.9	51.6	352.0	228.0	772.5
1996	12.2	65.5	42.2	254.9	16.2	86.4	55.0	331.9	54.0	406.0	269.8	1042.3
1997	11.5	77.0	41.5	296.4	6.2	92.6	37.5	369.4	64.6	470.6	307.3	1349.6
1998	18.7	95.7	108.8	405.2	15.7	108.4	67.2	436.6	84.8	555.4	376.4	1726.0
1999	20.3	116.0	85.5	490.7	10.0	118.4	68.8	505.4	64.5	619.9	433.6	2159.6
2000	12.2	128.2	63.7	554.4	14.1	132.5	42.0	547.4	63.2	683.1	479.3	2638.9
2001	21.7	149.9	81.3	635.7	14.8	147.3	45.2	592.6	53.4	736.5	528.0	3166.9
2002	28.9	178.8	79.5	715.2	33.8	181.1	42.2	634.8	65.2	801.7	583.2	3750.1
2003	12.8	191.6	70.8	786.0	8.6	189.7	64.4	699.2	40.8	842.5	629.3	4379.4
2004	9.3	200.9	85.7	871.7	4.1	193.8	50.1	749.3	42.6	885.1	675.0	5054.4
2005	3.8	204.7	48.6	920.3	3.1	196.9	45.7	795.0	39.4	924.5	709.2	5763.6
2006	22.7	227.4	92.3	1012.6	16.8	213.7	70.5	865.5	61.5	986.0	769.5	6533.0
2007	14	241.4	69.9	1082.5	14.7	228.4	76.4	941.9	52.8	1038.8	822.9	7355.9
2008	13.3	254.7	94.9	1177.4	9.1	237.5	50.6	992.5	87.4	1126.2	883.4	8239.3
2009	23.5	278.2	60.0	1237.4	19.2	256.7	68.8	1061.3	118.7	1244.9	950.1	9189.4
2010	11	289.2	46.8	1284.2	1.1	257.8	38.2	1099.5	45.7	1290.6	983.0	10172.4
2011	21.4	310.6	54.1	1338.3	20.1	277.9	48.8	1148.3	50.8	1341.4	1026.5	11198.9
2012	27.3	337.9	60.2	1398.5	58.1	336.0	54.1	1202.4	109.1	1450.5	1096.8	12295.7
2013	14.2	352.1	85.6	1484.1	5.0	341.0	19.5	1221.9	62.1	1512.6	1139.9	13435.6
2014	3.5	355.6	9.2	1493.3	2.1	343.1	5.5	1227.3	6.7	1519.3	1145.8	14581.4

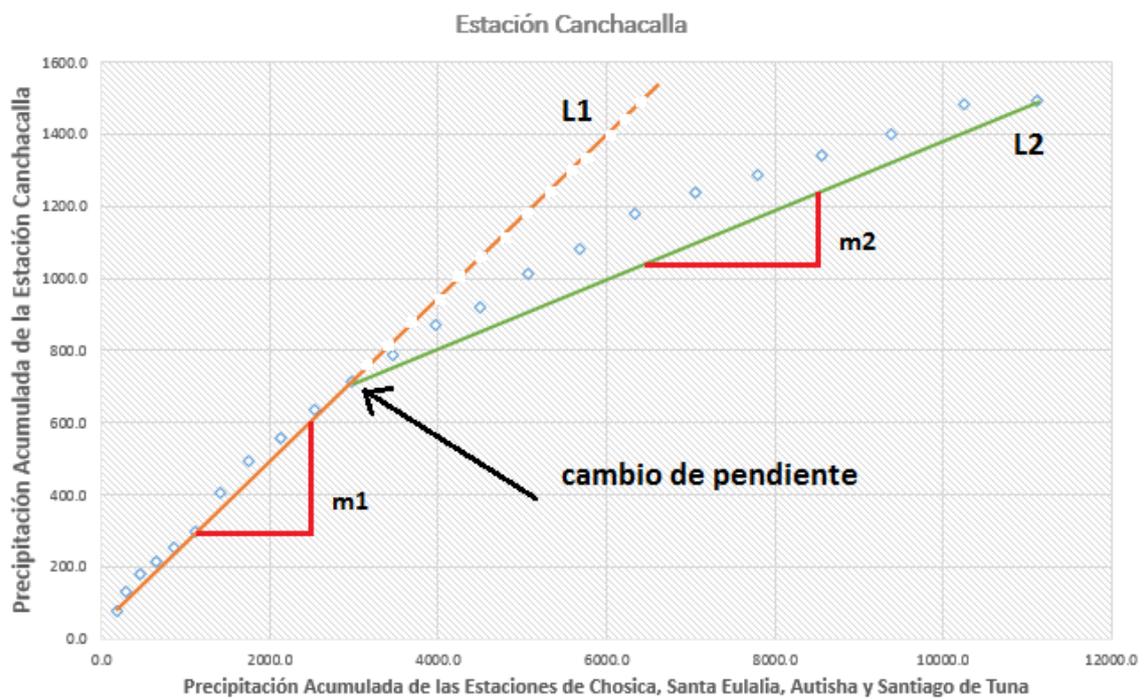
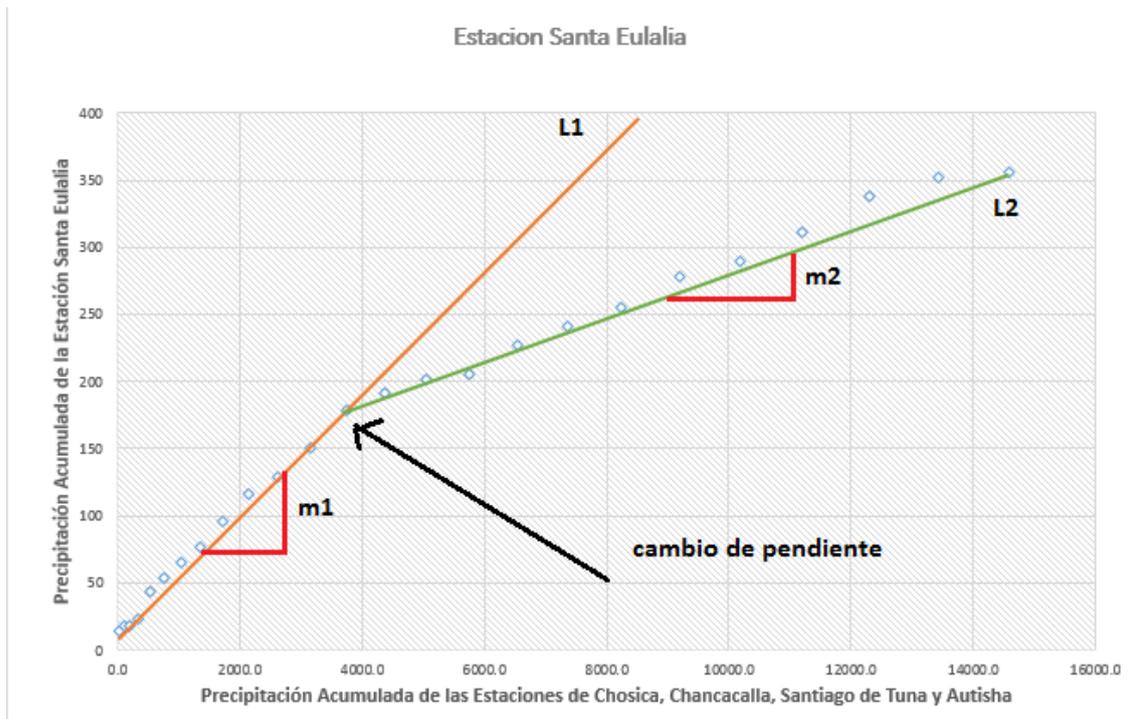
Año	Est. Santa Eulalia (A)		Est. Canchacalla (B)		Est. Chosica (C)		Est. Autisha (D)		Est. Santiago de Tuna (E)		Est. Prom acum A, C, D, E	
	Pp(mm)	Pp(mm) acum	Pp(mm)	Pp(mm) acum	Pp(mm)	Pp(mm) acum	Pp(mm)	Pp(mm) acum	Pp(mm)	Pp(mm) acum	Pppro(mm)	Ppprom(mm) acum
1990	13.5	13.5	23.1	23.1	10.3	10.3	39.5	39.5	70.0	70.0	33.3	33.3
1991	4.5	18.0	33.1	56.2	8.4	18.7	52.6	92.1	75.0	145.0	68.5	101.8
1992	0.5	18.5	21.7	77.9	5.7	24.4	13.6	105.7	18.2	163.2	78.0	179.7
1993	4.1	22.6	52.3	130.2	7.6	32.0	74.5	180.2	78.9	242.1	119.2	299.0
1994	21.3	43.9	48.4	178.6	26.6	58.6	49.9	230.1	58.3	300.4	158.3	457.2
1995	9.4	53.3	34.1	212.7	11.6	70.2	46.8	276.9	51.6	352.0	188.1	645.3
1996	12.2	65.5	42.2	254.9	16.2	86.4	55.0	331.9	54.0	406.0	222.5	867.8
1997	11.5	77.0	41.5	296.4	6.2	92.6	37.5	369.4	64.6	470.6	252.4	1120.2
1998	18.7	95.7	108.8	405.2	15.7	108.4	67.2	436.6	84.8	555.4	299.0	1419.2
1999	20.3	116.0	85.5	490.7	10.0	118.4	68.8	505.4	64.5	619.9	339.9	1759.1
2000	12.2	128.2	63.7	554.4	14.1	132.5	42.0	547.4	63.2	683.1	372.8	2131.9
2001	21.7	149.9	81.3	635.7	14.8	147.3	45.2	592.6	53.4	736.5	406.6	2538.4
2002	28.9	178.8	79.5	715.2	33.8	181.1	42.2	634.8	65.2	801.7	449.1	2987.5
2003	12.8	191.6	70.8	786.0	8.6	189.7	64.4	699.2	40.8	842.5	480.7	3468.3
2004	9.3	200.9	85.7	871.7	4.1	193.8	50.1	749.3	42.6	885.1	507.3	3975.5
2005	3.8	204.7	48.6	920.3	3.1	196.9	45.7	795.0	39.4	924.5	530.3	4505.8
2006	22.7	227.4	92.3	1012.6	16.8	213.7	70.5	865.5	61.5	986.0	573.2	5079.0
2007	14.0	241.4	69.9	1082.5	14.7	228.4	76.4	941.9	52.8	1038.8	612.6	5691.6
2008	13.3	254.7	94.9	1177.4	9.1	237.5	50.6	992.5	87.4	1126.2	652.7	6344.3
2009	23.5	278.2	60.0	1237.4	19.2	256.7	68.8	1061.3	118.7	1244.9	710.3	7054.6
2010	11.0	289.2	46.8	1284.2	1.1	257.8	38.2	1099.5	45.7	1290.6	734.3	7788.9
2011	21.4	310.6	54.1	1338.3	20.1	277.9	48.8	1148.3	50.8	1341.4	769.5	8558.4
2012	27.3	337.9	60.2	1398.5	58.1	336.0	54.1	1202.4	109.1	1450.5	831.7	9390.1
2013	14.2	352.1	85.6	1484.1	5.0	341.0	19.5	1221.9	62.1	1512.6	856.9	10247.0
2014	3.5	355.6	9.2	1493.3	2.1	343.1	5.5	1227.3	6.7	1519.3	861.3	11108.4

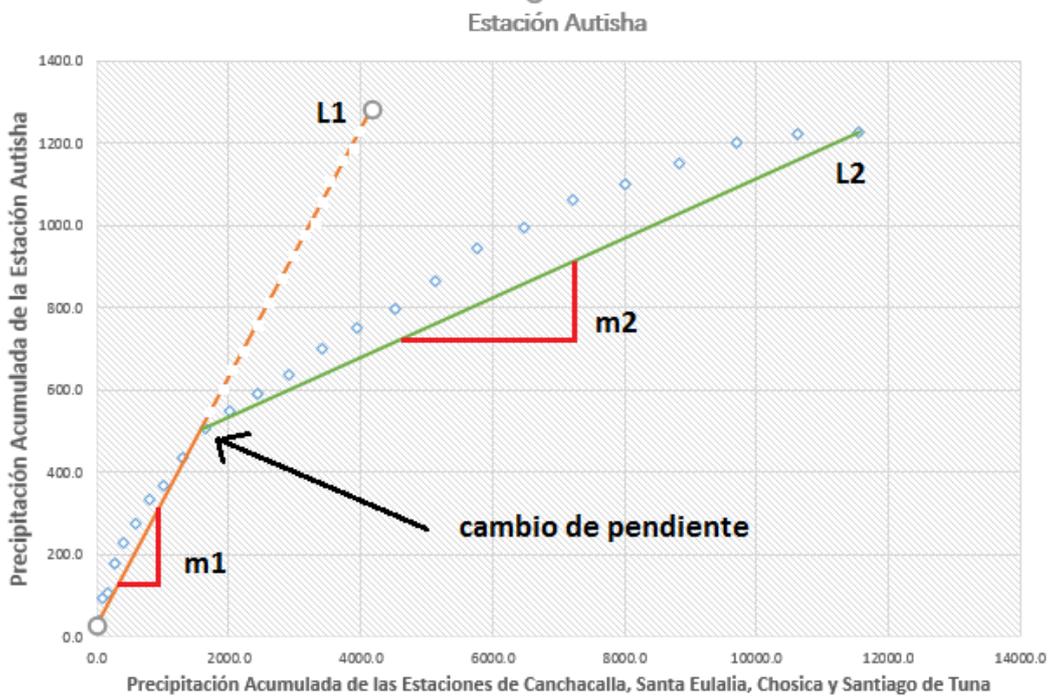
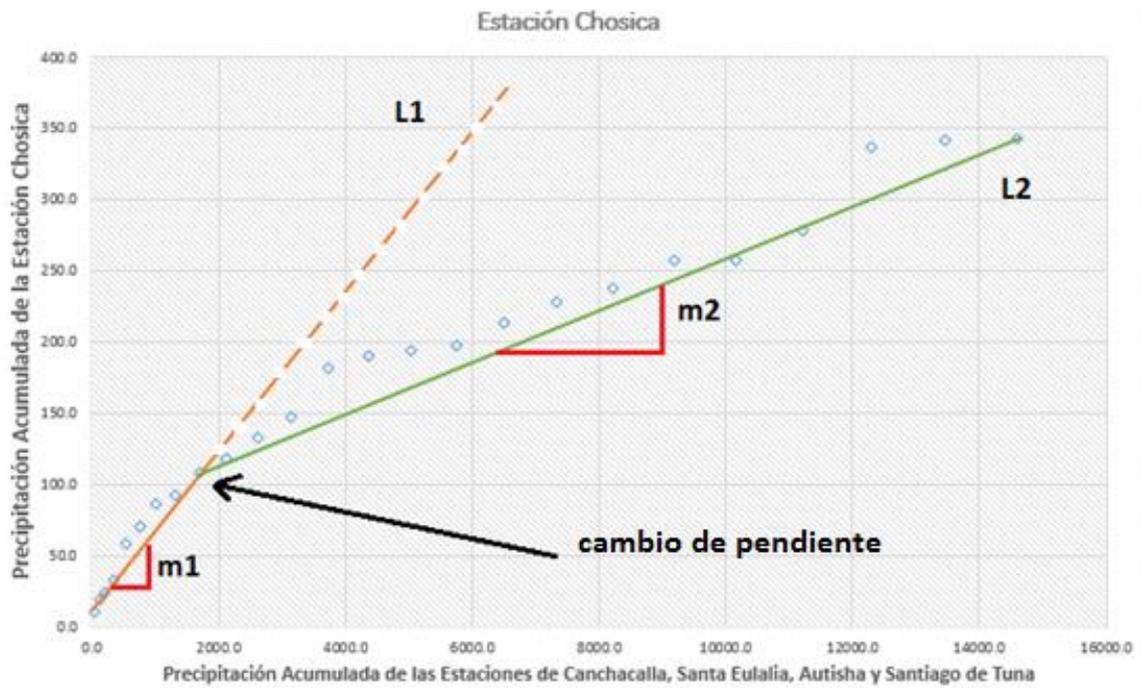
Año	Est. Santa Eulalia (A)		Est. Canchacalla (B)		Est. Chosica (C)		Est. Autisha (D)		Est. Santiago de Tuna (E)		Est. Prom acum A, B, D, E	
	Pp(mm)	Pp(mm) acum	Pp(mm)	Pp(mm) acum	Pp(mm)	Pp(mm) acum	Pp(mm)	Pp(mm) acum	Pp(mm)	Pp(mm) acum	Pppro(mm)	Ppprom(mm) acum
1990	13.5	13.5	23.1	23.1	10.3	10.3	39.5	39.5	70.0	70.0	36.5	36.5
1991	4.5	18.0	33.1	56.2	8.4	18.7	52.6	92.1	75.0	145.0	77.8	114.4
1992	0.5	18.5	21.7	77.9	5.7	24.4	13.6	105.7	18.2	163.2	91.3	205.7
1993	4.1	22.6	52.3	130.2	7.6	32.0	74.5	180.2	78.9	242.1	143.8	349.5
1994	21.3	43.9	48.4	178.6	26.6	58.6	49.9	230.1	58.3	300.4	188.3	537.7
1995	9.4	53.3	34.1	212.7	11.6	70.2	46.8	276.9	51.6	352.0	223.7	761.4
1996	12.2	65.5	42.2	254.9	16.2	86.4	55.0	331.9	54.0	406.0	264.6	1026.0
1997	11.5	77.0	41.5	296.4	6.2	92.6	37.5	369.4	64.6	470.6	303.4	1329.4
1998	18.7	95.7	108.8	405.2	15.7	108.4	67.2	436.6	84.8	555.4	373.2	1702.6
1999	20.3	116.0	85.5	490.7	10.0	118.4	68.8	505.4	64.5	619.9	433.0	2135.6
2000	12.2	128.2	63.7	554.4	14.1	132.5	42.0	547.4	63.2	683.1	478.3	2613.9
2001	21.7	149.9	81.3	635.7	14.8	147.3	45.2	592.6	53.4	736.5	528.7	3142.5
2002	28.9	178.8	79.5	715.2	33.8	181.1	42.2	634.8	65.2	801.7	582.6	3725.2
2003	12.8	191.6	70.8	786.0	8.6	189.7	64.4	699.2	40.8	842.5	629.8	4355.0
2004	9.3	200.9	85.7	871.7	4.1	193.8	50.1	749.3	42.6	885.1	676.8	5031.7
2005	3.8	204.7	48.6	920.3	3.1	196.9	45.7	795.0	39.4	924.5	711.1	5742.9
2006	22.7	227.4	92.3	1012.6	16.8	213.7	70.5	865.5	61.5	986.0	772.9	6515.8
2007	14.0	241.4	69.9	1082.5	14.7	228.4	76.4	941.9	52.8	1038.8	826.2	7342.0
2008	13.3	254.7	94.9	1177.4	9.1	237.5	50.6	992.5	87.4	1126.2	887.7	8229.7
2009	23.5	278.2	60.0	1237.4	19.2	256.7	68.8	1061.3	118.7	1244.9	955.5	9185.1
2010	11.0	289.2	46.8	1284.2	1.1	257.8	38.2	1099.5	45.7	1290.6	990.9	10176.0
2011	21.4	310.6	54.1	1338.3	20.1	277.9	48.8	1148.3	50.8	1341.4	1034.7	11210.7
2012	27.3	337.9	60.2	1398.5	58.1	336.0	54.1	1202.4	109.1	1450.5	1097.3	12308.0
2013	14.2	352.1	85.6	1484.1	5.0	341.0	19.5	1221.9	62.1	1512.6	1142.7	13450.7
2014	3.5	355.6	9.2	1493.3	2.1	343.1	5.5	1227.3	6.7	1519.3	1148.9	14599.6

Año	Est. Santa Eulalia (A)		Est. Canchacalla (B)		Est. Chosica (C)		Est. Autisha (D)		Est. Santiago de Tuna (E)		Est. Prom acum A, B, C, E	
	Pp(mm)	Pp(mm) acum	Pp(mm)	Pp(mm) acum	Pp(mm)	Pp(mm) acum	Pp(mm)	Pp(mm) acum	Pp(mm)	Pp(mm) acum	Pppro(mm)	Ppprom(mm) acum
1990	13.5	13.5	23.1	23.1	10.3	10.3	39.5	39.5	70.0	70.0	29.2	29.2
1991	4.5	18.0	33.1	56.2	8.4	18.7	52.6	92.1	75.0	145.0	59.5	88.7
1992	0.5	18.5	21.7	77.9	5.7	24.4	13.6	105.7	18.2	163.2	71.0	159.7
1993	4.1	22.6	52.3	130.2	7.6	32.0	74.5	180.2	78.9	242.1	106.7	266.4
1994	21.3	43.9	48.4	178.6	26.6	58.6	49.9	230.1	58.3	300.4	145.4	411.8
1995	9.4	53.3	34.1	212.7	11.6	70.2	46.8	276.9	51.6	352.0	172.1	583.9
1996	12.2	65.5	42.2	254.9	16.2	86.4	55.0	331.9	54.0	406.0	203.2	787.1
1997	11.5	77.0	41.5	296.4	6.2	92.6	37.5	369.4	64.6	470.6	234.2	1021.2
1998	18.7	95.7	108.8	405.2	15.7	108.4	67.2	436.6	84.8	555.4	291.2	1312.4
1999	20.3	116.0	85.5	490.7	10.0	118.4	68.8	505.4	64.5	619.9	336.2	1648.6
2000	12.2	128.2	63.7	554.4	14.1	132.5	42.0	547.4	63.2	683.1	374.5	2023.1
2001	21.7	149.9	81.3	635.7	14.8	147.3	45.2	592.6	53.4	736.5	417.3	2440.5
2002	28.9	178.8	79.5	715.2	33.8	181.1	42.2	634.8	65.2	801.7	469.2	2909.7
2003	12.8	191.6	70.8	786.0	8.6	189.7	64.4	699.2	40.8	842.5	502.4	3412.1
2004	9.3	200.9	85.7	871.7	4.1	193.8	50.1	749.3	42.6	885.1	537.9	3950.0
2005	3.8	204.7	48.6	920.3	3.1	196.9	45.7	795.0	39.4	924.5	561.6	4511.6
2006	22.7	227.4	92.3	1012.6	16.8	213.7	70.5	865.5	61.5	986.0	609.9	5121.5
2007	14.0	241.4	69.9	1082.5	14.7	228.4	76.4	941.9	52.8	1038.8	647.8	5769.3
2008	13.3	254.7	94.9	1177.4	9.1	237.5	50.6	992.5	87.4	1126.2	699.0	6468.3
2009	23.5	278.2	60.0	1237.4	19.2	256.7	68.8	1061.3	118.7	1244.9	754.3	7222.6
2010	11.0	289.2	46.8	1284.2	1.1	257.8	38.2	1099.5	45.7	1290.6	780.5	8003.0
2011	21.4	310.6	54.1	1338.3	20.1	277.9	48.8	1148.3	50.8	1341.4	817.1	8820.1
2012	27.3	337.9	60.2	1398.5	58.1	336.0	54.1	1202.4	109.1	1450.5	880.7	9700.8
2013	14.2	352.1	85.6	1484.1	5.0	341.0	19.5	1221.9	62.1	1512.6	922.5	10623.3
2014	3.5	355.6	9.2	1493.3	2.1	343.1	5.5	1227.3	6.7	1519.3	927.8	11551.1

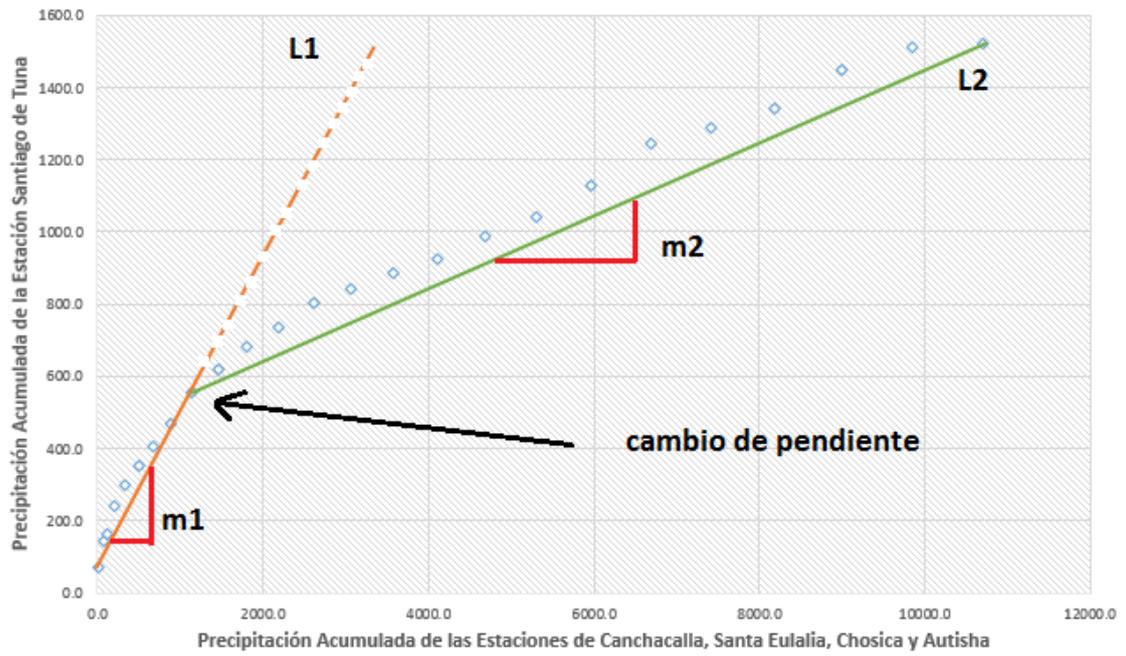
Año	Est. Santa Eulalia (A)		Est. Canchacalla (B)		Est. Chosica (C)		Est. Autisha (D)		Est. Santiago de Tuna (E)		Est. Prom acum A, B, C, D	
	Pp(mm)	Pp(mm) acum	Pp(mm)	Pp(mm) acum	Pp(mm)	Pp(mm) acum	Pp(mm)	Pp(mm) acum	Pp(mm)	Pp(mm) acum	Ppro(mm)	Ppprom(mm) acum
1990	13.5	13.5	23.1	23.1	10.3	10.3	39.5	39.5	70.0	70.0	21.6	21.6
1991	4.5	18.0	33.1	56.2	8.4	18.7	52.6	92.1	75.0	145.0	46.3	67.9
1992	0.5	18.5	21.7	77.9	5.7	24.4	13.6	105.7	18.2	163.2	56.6	124.5
1993	4.1	22.6	52.3	130.2	7.6	32.0	74.5	180.2	78.9	242.1	91.3	215.7
1994	21.3	43.9	48.4	178.6	26.6	58.6	49.9	230.1	58.3	300.4	127.8	343.5
1995	9.4	53.3	34.1	212.7	11.6	70.2	46.8	276.9	51.6	352.0	153.3	496.8
1996	12.2	65.5	42.2	254.9	16.2	86.4	55.0	331.9	54.0	406.0	184.7	681.5
1997	11.5	77.0	41.5	296.4	6.2	92.6	37.5	369.4	64.6	470.6	208.9	890.3
1998	18.7	95.7	108.8	405.2	15.7	108.4	67.2	436.6	84.8	555.4	261.5	1151.8
1999	20.3	116.0	85.5	490.7	10.0	118.4	68.8	505.4	64.5	619.9	307.6	1459.4
2000	12.2	128.2	63.7	554.4	14.1	132.5	42.0	547.4	63.2	683.1	340.6	1800.0
2001	21.7	149.9	81.3	635.7	14.8	147.3	45.2	592.6	53.4	736.5	381.4	2181.4
2002	28.9	178.8	79.5	715.2	33.8	181.1	42.2	634.8	65.2	801.7	427.5	2608.8
2003	12.8	191.6	70.8	786.0	8.6	189.7	64.4	699.2	40.8	842.5	466.6	3075.5
2004	9.3	200.9	85.7	871.7	4.1	193.8	50.1	749.3	42.6	885.1	503.9	3579.4
2005	3.8	204.7	48.6	920.3	3.1	196.9	45.7	795.0	39.4	924.5	529.2	4108.6
2006	22.7	227.4	92.3	1012.6	16.8	213.7	70.5	865.5	61.5	986.0	579.8	4688.4
2007	14.0	241.4	69.9	1082.5	14.7	228.4	76.4	941.9	52.8	1038.8	623.6	5312.0
2008	13.3	254.7	94.9	1177.4	9.1	237.5	50.6	992.5	87.4	1126.2	665.5	5977.5
2009	23.5	278.2	60.0	1237.4	19.2	256.7	68.8	1061.3	118.7	1244.9	708.4	6685.9
2010	11.0	289.2	46.8	1284.2	1.1	257.8	38.2	1099.5	45.7	1290.6	732.7	7418.6
2011	21.4	310.6	54.1	1338.3	20.1	277.9	48.8	1148.3	50.8	1341.4	768.8	8187.4
2012	27.3	337.9	60.2	1398.5	58.1	336.0	54.1	1202.4	109.1	1450.5	818.7	9006.1
2013	14.2	352.1	85.6	1484.1	5.0	341.0	19.5	1221.9	62.1	1512.6	849.8	9855.8
2014	3.5	355.6	9.2	1493.3	2.1	343.1	5.5	1227.3	6.7	1519.3	854.8	10710.7

L4: Método de doble masa de las estaciones en estudio





Estación Santiago de Tuna



L5: Análisis de consistencia

Año	Est. Santa Eulalia (A)		Est. Prom acum B, C, D, E		Cálculo del coeficiente	K	Valores Ajustados A*K	Nuevo Acumulado de A
	Pp(mm)	Pp(mm) acum	Pppro(mm)	Ppprom(mm) acum				
1990	13.5	13.5	35.7	35.7	$m1 = \frac{y2-y1}{x2-x1}$	$K = m1/m2$ 2.73	13.5	13.5
1991	4.5	18.0	78.0	113.7			4.5	18
1992	0.5	18.5	92.8	206.5			0.5	18.5
1993	4.1	22.6	146.1	352.7			4.1	22.6
1994	21.3	43.9	191.9	544.6			21.3	43.9
1995	9.4	53.3	228.0	772.5			9.4	53.3
1996	12.2	65.5	269.8	1042.3			12.2	65.5
1997	11.5	77.0	307.3	1349.6			11.5	77
1998	18.7	95.7	376.4	1726.0			18.7	95.7
1999	20.3	116.0	433.6	2159.6			20.3	116
2000	12.2	128.2	479.3	2638.9	$m2 = \frac{Y2-Y1}{X2-X1}$	12.2	128.2	
2001	21.7	149.9	528.0	3166.9		21.7	149.9	
2002	28.9	178.8	583.2	3750.1		28.9	178.8	
2003	12.8	191.6	629.3	4379.4		12.8	191.6	
2004	9.3	200.9	675.0	5054.4		9.3	200.9	
2005	3.8	204.7	709.2	5763.6		3.8	204.7	
2006	22.7	227.4	769.5	6533.0		22.7	227.4	
2007	14	241.4	822.9	7355.9		14	241.4	
2008	13.3	254.7	883.4	8239.3		13.3	254.7	
2009	23.5	278.2	950.1	9189.4		23.5	278.2	
2010	11	289.2	983.0	10172.4	11	289.2		
2011	21.4	310.6	1026.5	11198.9	21.4	310.6		
2012	27.3	337.9	1096.8	12295.7	27.3	337.9		
2013	14.2	352.1	1139.9	13435.6	14.2	352.1		
2014	3.5	355.6	1145.8	14581.4	3.5	355.6		

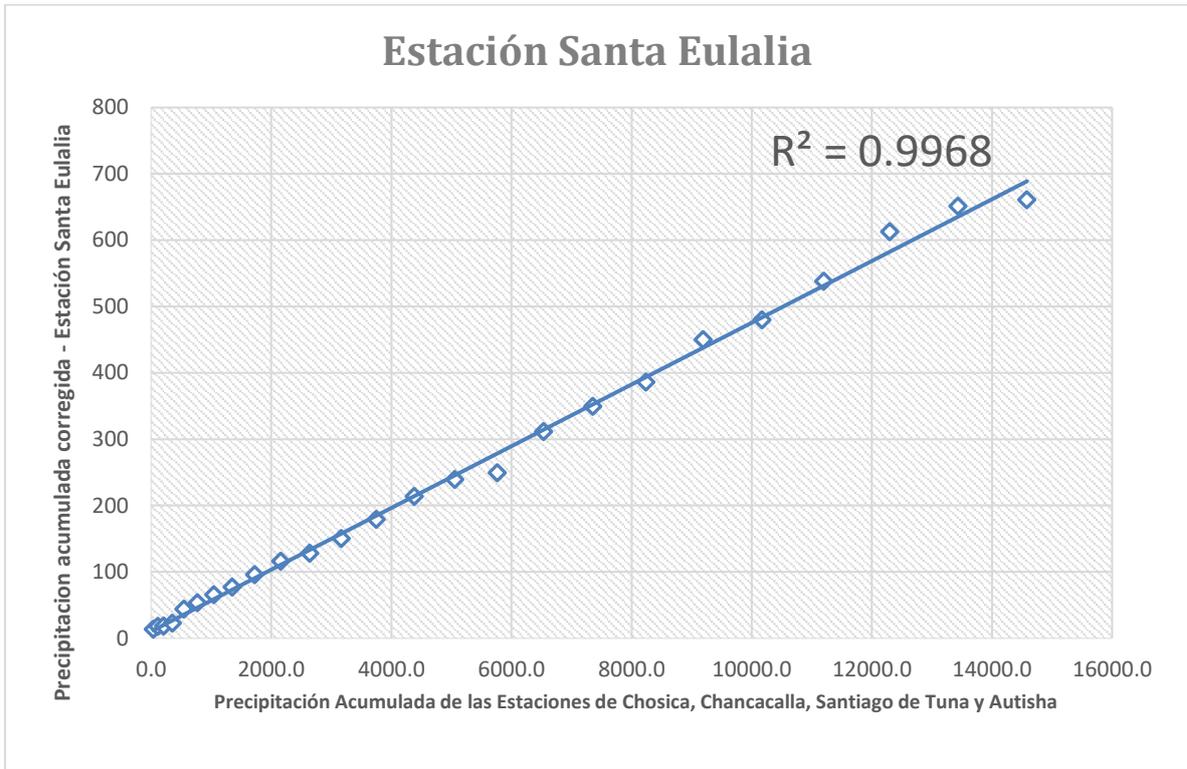
Año	Est. Canchacalla (B)		Est. Prom acum A, C, D, E		Cálculo del coeficiente	K	Valores Ajustados B*K	Nuevo Acumulado de B	
	Pp(mm)	Pp(mm) acum	Ppro(mm)	Ppprom(mm) acum					
1990	23.1	23.1	33.3	33.3	m1= $\frac{y_2-y_1}{x_2-x_1}$	K=m1/m2 2.45	23.1	23.1	
1991	33.1	56.2	68.5	101.8			33.1	56.2	
1992	21.7	77.9	78.0	179.7			21.7	77.9	
1993	52.3	130.2	119.2	299.0			52.3	130.2	
1994	48.4	178.6	158.3	457.2			48.4	178.6	
1995	34.1	212.7	188.1	645.3			34.1	212.7	
1996	42.2	254.9	222.5	867.8			m1= $\frac{692.1}{2954.2}$	42.2	254.9
1997	41.5	296.4	252.4	1120.2			41.5	296.4	
1998	108.8	405.2	299.0	1419.2			108.8	405.2	
1999	85.5	490.7	339.9	1759.1			m1= 0.23	85.5	490.7
2000	63.7	554.4	372.8	2131.9	m2= $\frac{Y_2-Y_1}{X_2-X_1}$	63.7	554.4		
2001	81.3	635.7	406.6	2538.4		81.3	635.7		
2002	79.5	715.2	449.1	2987.5		79.5	715.2		
2003	70.8	786.0	480.7	3468.3		194.4	909.6		
2004	85.7	871.7	507.3	3975.5		173.1	1082.7		
2005	48.6	920.3	530.3	4505.8		209.5	1292.2		
2006	92.3	1012.6	573.2	5079.0		118.9	1411.1		
2007	69.9	1082.5	612.6	5691.6		225.7	1636.8		
2008	94.9	1177.4	652.7	6344.3		m2= $\frac{778.1}{8120.9}$	170.9	1807.7	
2009	60.0	1237.4	710.3	7054.6		232.0	2039.7		
2010	46.8	1284.2	734.3	7788.9	m2= 0.096	146.7	2186.4		
2011	54.1	1338.3	769.5	8558.4		114.4	2300.8		
2012	60.2	1398.5	831.7	9390.1		132.3	2433.1		
2013	85.6	1484.1	856.9	10247.0		147.2	2580.3		
2014	9.2	1493.3	861.3	11108.4		209.3	2789.6		

Año	Est. Chosica (C)		Est. Prom acum A, B, D, E		Cálculo del coeficiente	K	Valores Ajustados B*K	Nuevo Acumulado de C
	Pp(mm)	Pp(mm) acum	Pppro(mm)	Ppprom(mm) acum				
1990	10.3	10.3	36.5	36.5	m1= $\frac{y2-y1}{x2-x1}$	K=m1/m2 3.23	10.3	10.3
1991	8.4	18.7	77.8	114.4			8.4	18.7
1992	5.7	24.4	91.3	205.7			5.7	24.4
1993	7.6	32.0	143.8	349.5			7.6	32.0
1994	26.6	58.6	188.3	537.7	m1= 98.1		26.6	58.6
1995	11.6	70.2	223.7	761.4	1666.1		11.6	70.2
1996	16.2	86.4	264.6	1026.0	m1= 0.06		16.2	86.4
1997	6.2	92.6	303.4	1329.4			6.2	92.6
1998	15.7	108.4	373.2	1702.6			15.7	108.4
1999	10.0	118.4	433.0	2135.6			10.0	118.4
2000	14.1	132.5	478.3	2613.9	m2= $\frac{Y2-Y1}{X2-X1}$		32.3	140.7
2001	14.8	147.3	528.7	3142.5			45.6	186.3
2002	33.8	181.1	582.6	3725.2			47.9	234.1
2003	8.6	189.7	629.8	4355.0			109.3	343.4
2004	4.1	193.8	676.8	5031.7			27.8	371.2
2005	3.1	196.9	711.1	5742.9			13.3	384.5
2006	16.8	213.7	772.9	6515.8			10.0	394.5
2007	14.7	228.4	826.2	7342.0			54.3	448.8
2008	9.1	237.5	887.7	8229.7			47.5	496.4
2009	19.2	256.7	955.5	9185.1			m2= 234.7	29.4
2010	1.1	257.8	990.9	10176.0		12897.0	62.1	587.9
2011	20.1	277.9	1034.7	11210.7		m2= 0.018	3.6	591.4
2012	58.1	336.0	1097.3	12308.0			65.0	656.4
2013	5.0	341.0	1142.7	13450.7			188.0	844.4
2014	2.1	343.1	1148.9	14599.6			16.2	860.6
							6.8	867.4

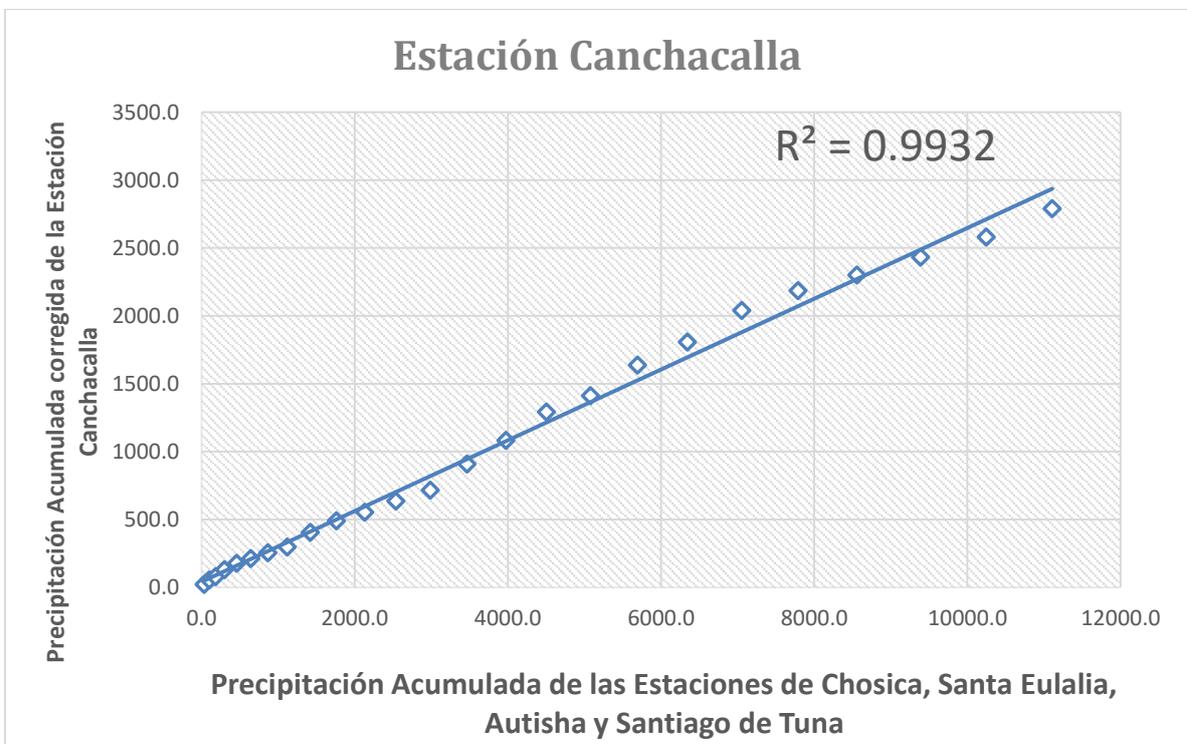
Año	Est. Autisha (D)		Est. Prom acum A, B, C, E		Cálculo del coeficiente	K	Valores Ajustados B*K	Nuevo Acumulado de D
	Pp(mm)	Pp(mm) acum	Ppro(mm)	Ppprom(mm) acum				
1990	39.5	39.5	29.2	29.2	m1= $\frac{y2-y1}{x2-x1}$	K=m1/m2 4.01	39.5	39.5
1991	52.6	92.1	59.5	88.7			52.6	92.1
1992	13.6	105.7	71.0	159.7			13.6	105.7
1993	74.5	180.2	106.7	266.4	m1= $\frac{397.1}{1283.1}$		74.5	180.2
1994	49.9	230.1	145.4	411.8			49.9	230.1
1995	46.8	276.9	172.1	583.9			46.8	276.9
1996	55.0	331.9	203.2	787.1	m1= 0.31		55.0	331.9
1997	37.5	369.4	234.2	1021.2			37.5	369.4
1998	67.2	436.6	291.2	1312.4			67.2	436.6
1999	68.8	505.4	336.2	1648.6	m2= $\frac{Y2-Y1}{X2-X1}$		275.7	712.3
2000	42.0	547.4	374.5	2023.1		168.3	880.6	
2001	45.2	592.6	417.3	2440.5		181.1	1061.7	
2002	42.2	634.8	469.2	2909.7		169.1	1230.8	
2003	64.4	699.2	502.4	3412.1		258.1	1488.9	
2004	50.1	749.3	537.9	3950.0		200.8	1689.7	
2005	45.7	795.0	561.6	4511.6		183.1	1872.8	
2006	70.5	865.5	609.9	5121.5		282.5	2155.3	
2007	76.4	941.9	647.8	5769.3		306.2	2461.5	
2008	50.6	992.5	699.0	6468.3		202.8	2664.2	
2009	68.8	1061.3	754.3	7222.6	m2= 0.077	275.7	2939.9	
2010	38.2	1099.5	780.5	8003.0		153.1	3093.0	
2011	48.8	1148.3	817.1	8820.1		195.6	3288.6	
2012	54.1	1202.4	880.7	9700.8	216.6	3505.2		
2013	19.5	1221.9	922.5	10623.3	78.1	3583.3		
2014	5.5	1227.3	927.8	11551.1	21.9	3605.2		

Año	Est. Santiago de Tuna (E)		Est. Prom acum A, B, C, D		Cálculo del coeficiente	K	Valores Ajustados B*K	Nuevo Acumulado de E
	Pp(mm)	Pp(mm) acum	Pppro(mm)	Ppprom(mm) acum				
1990	70.0	70.0	21.6	21.6	m1= $\frac{y_2-y_1}{x_2-x_1}$	K=m1/m2 4.26	70.0	70.0
1991	75.0	145.0	46.3	67.9			75.0	145.0
1992	18.2	163.2	56.6	124.5			18.2	163.2
1993	78.9	242.1	91.3	215.7	m1= $\frac{485.4}{1130.2}$		78.9	242.1
1994	58.3	300.4	127.8	343.5			58.3	300.4
1995	51.6	352.0	153.3	496.8			51.6	352.0
1996	54.0	406.0	184.7	681.5	m1= 0.43		54.0	406.0
1997	64.6	470.6	208.9	890.3			64.6	470.6
1998	84.8	555.4	261.5	1151.8			84.8	555.4
1999	64.5	619.9	307.6	1459.4	m2= $\frac{Y_2-Y_1}{X_2-X_1}$		274.7	830.1
2000	63.2	683.1	340.6	1800.0			269.2	1099.3
2001	53.4	736.5	381.4	2181.4			227.4	1326.7
2002	65.2	801.7	427.5	2608.8			277.7	1604.4
2003	40.8	842.5	466.6	3075.5			173.8	1778.2
2004	42.6	885.1	503.9	3579.4			181.4	1959.6
2005	39.4	924.5	529.2	4108.6			167.8	2127.5
2006	61.5	986.0	579.8	4688.4			262.1	2389.6
2007	52.8	1038.8	623.6	5312.0			224.9	2614.5
2008	87.4	1126.2	665.5	5977.5		372.0	2986.5	
2009	118.7	1244.9	708.4	6685.9		505.6	3492.1	
2010	45.7	1290.6	732.7	7418.6		194.6	3686.7	
2011	50.8	1341.4	768.8	8187.4	216.4	3903.1		
2012	109.1	1450.5	818.7	9006.1	464.7	4367.8		
2013	62.1	1512.6	849.8	9855.8	264.5	4632.3		
2014	6.7	1519.3	854.8	10710.7	28.5	4660.8		

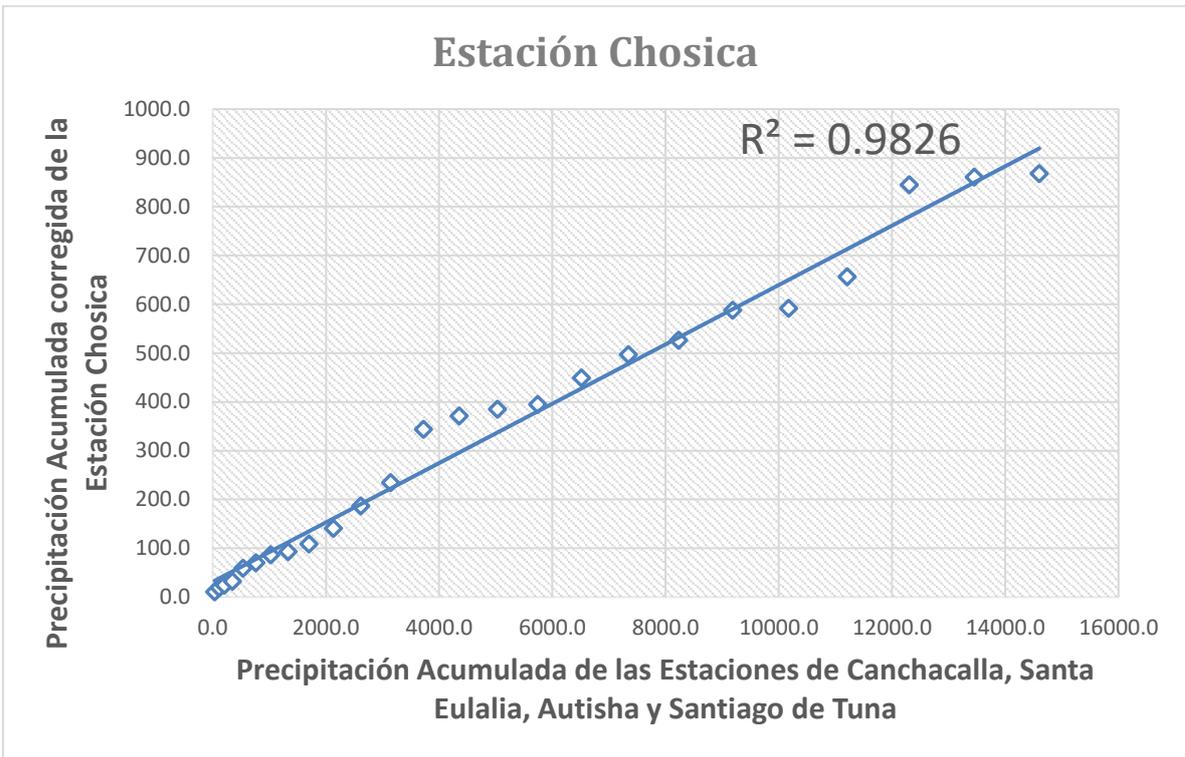
L6: Índice de determinación y correlación



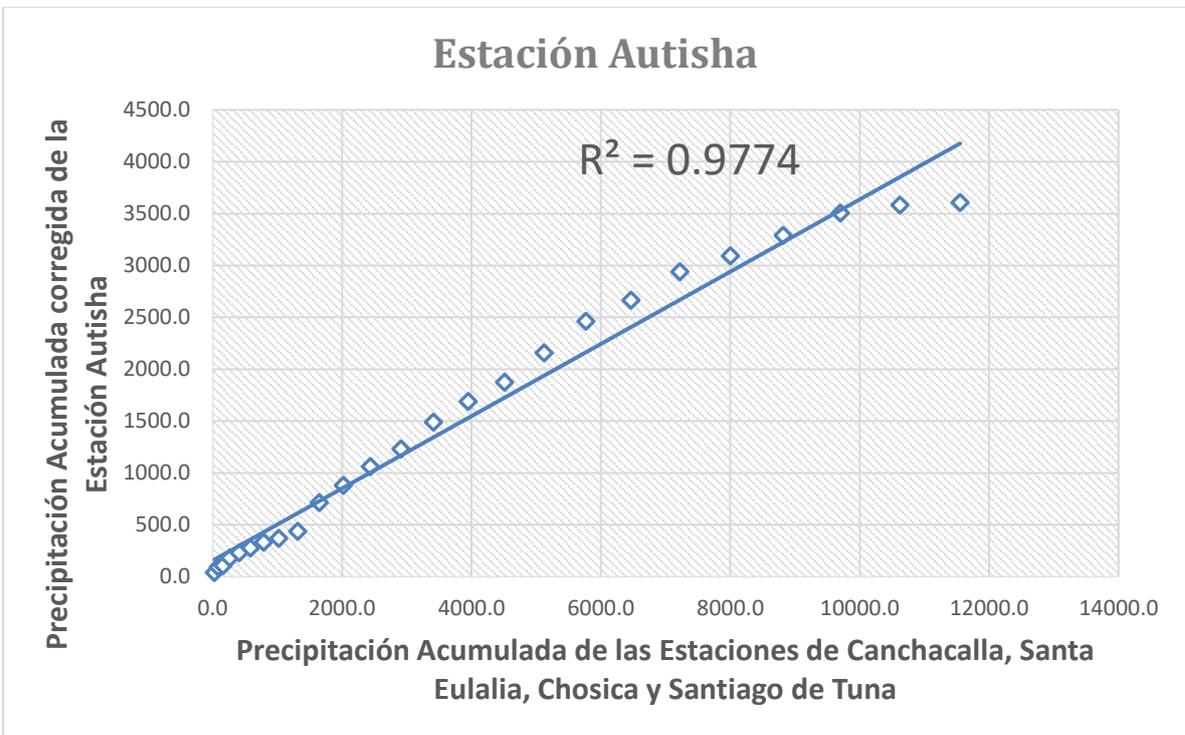
Índice de correlación: 0.9968



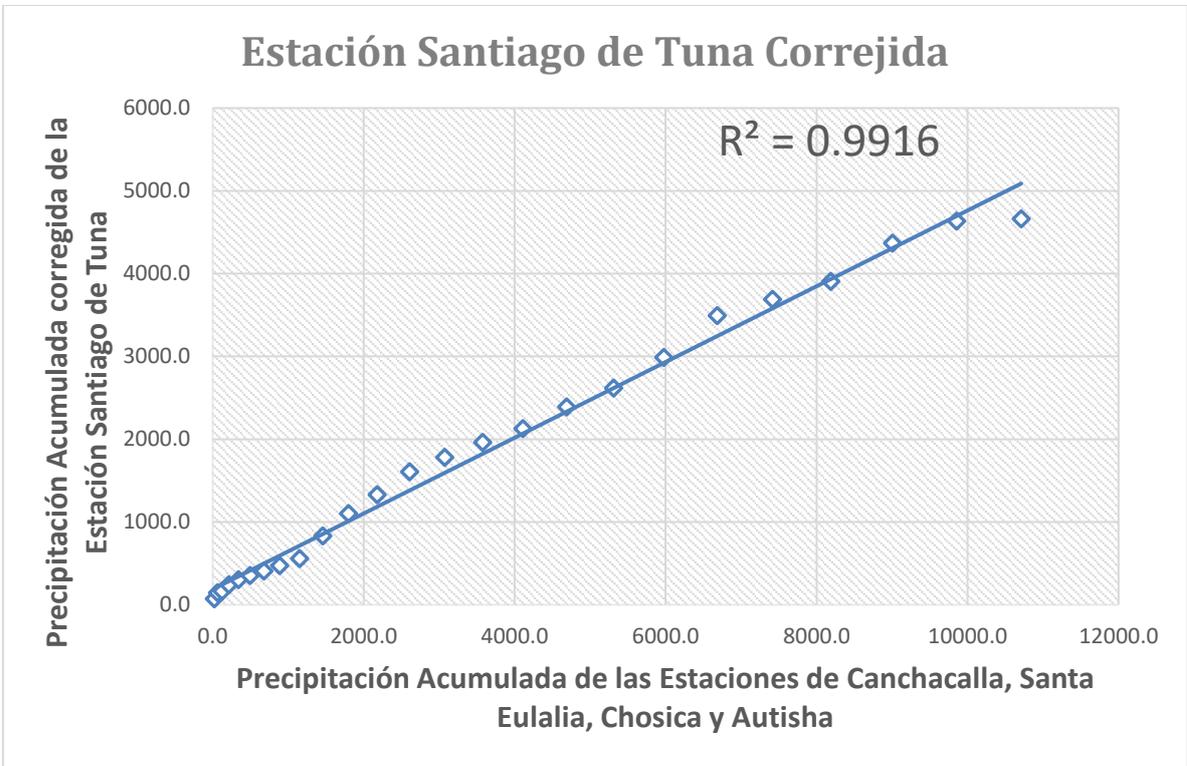
Índice de correlación: 0.9932



Índice de correlación:0.9826



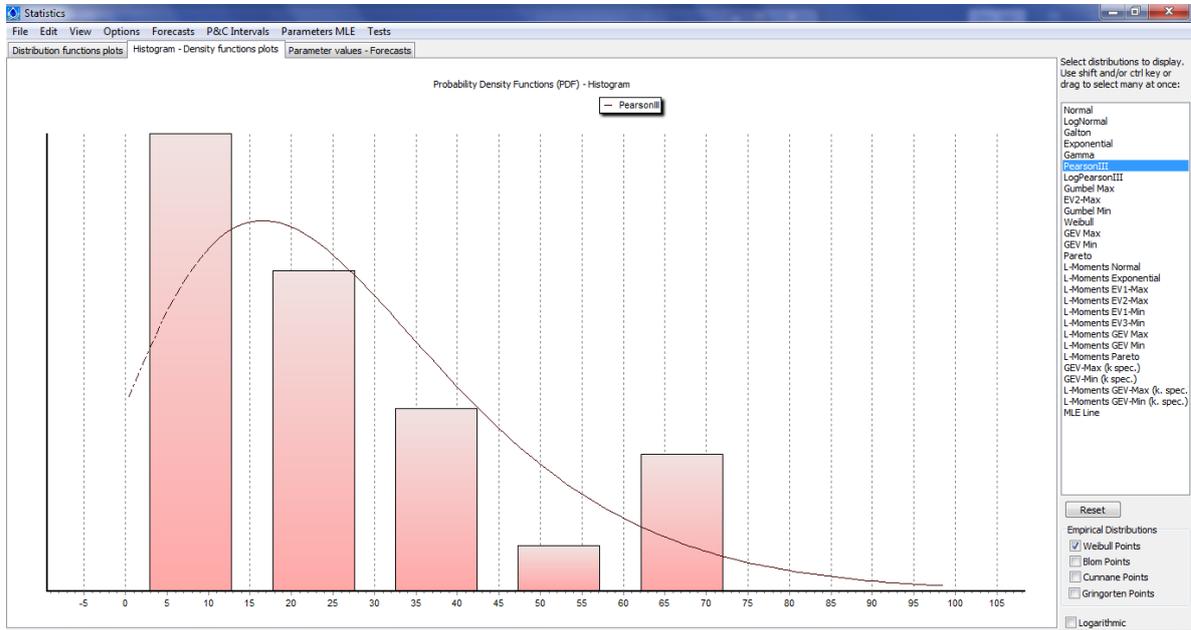
Índice de correlación:0.9774



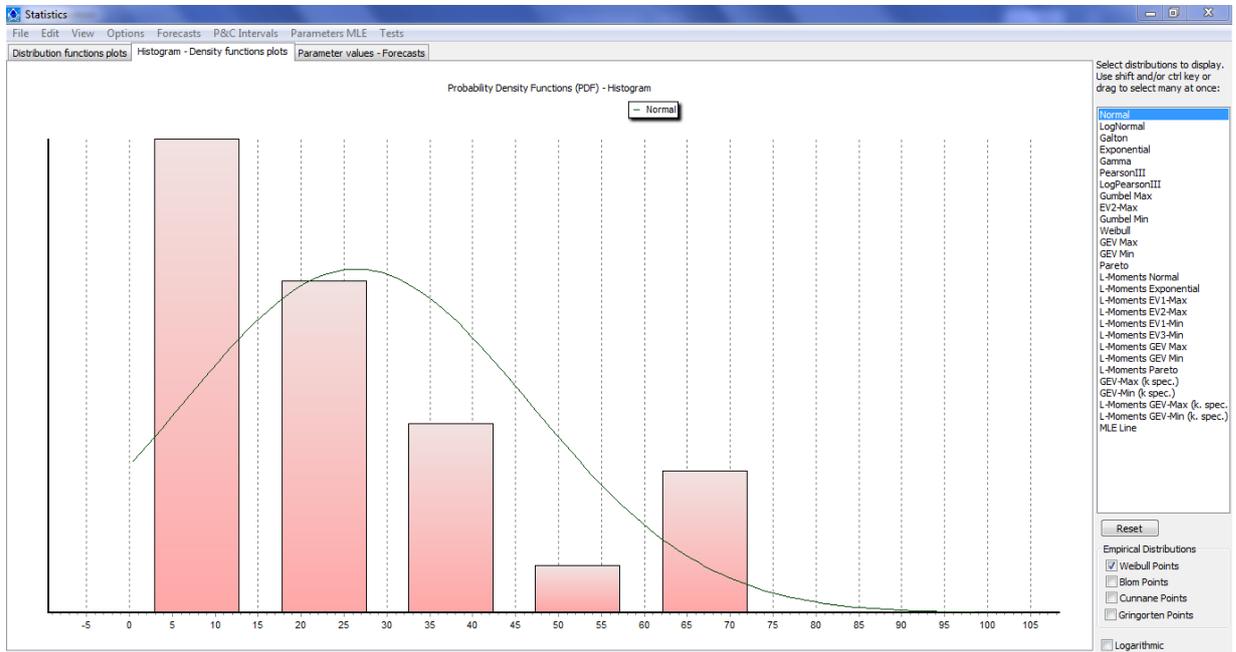
Índice de correlación:0.9916

L7: Hidrogramas

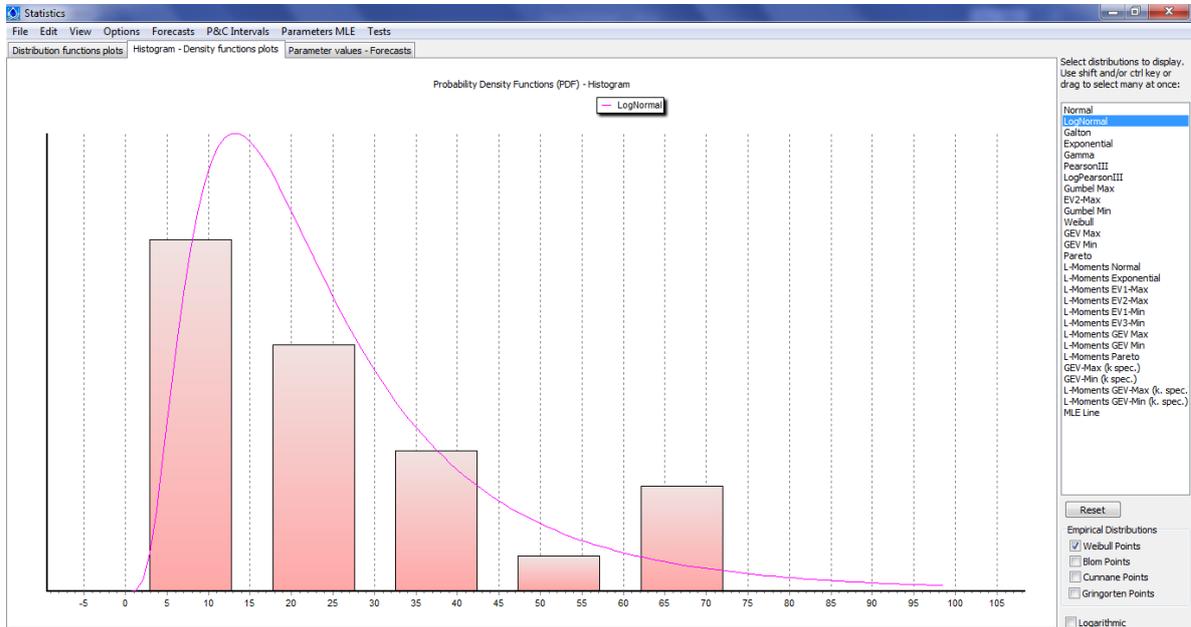
Hidrograma de PearsonIII



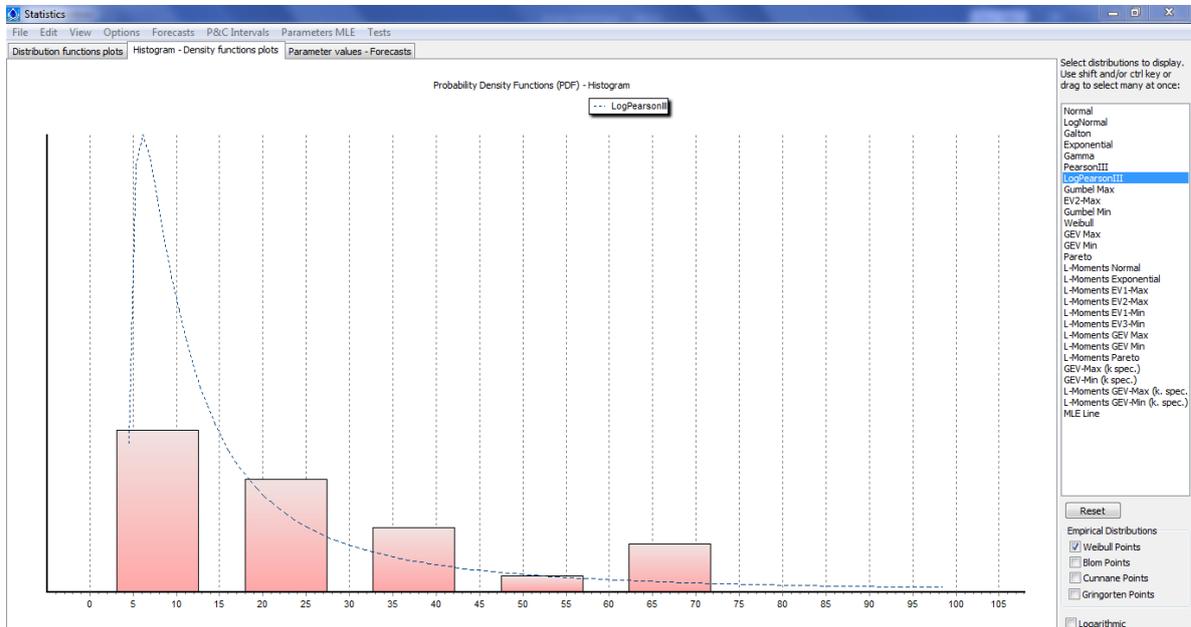
Histograma de Normal



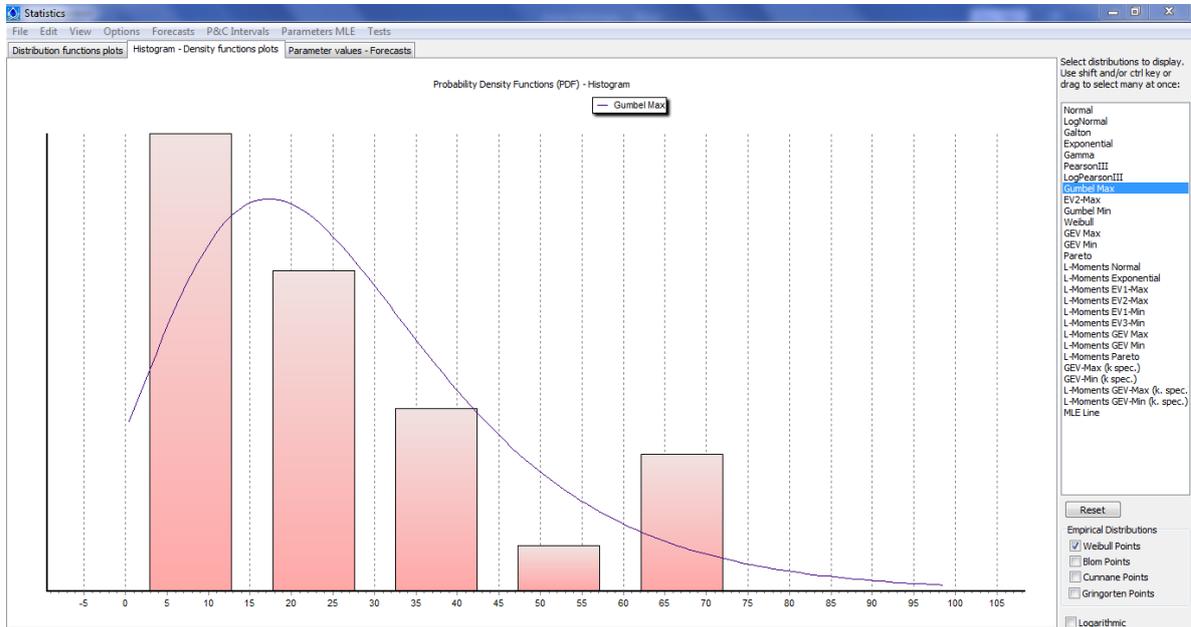
Histograma de Lognormal



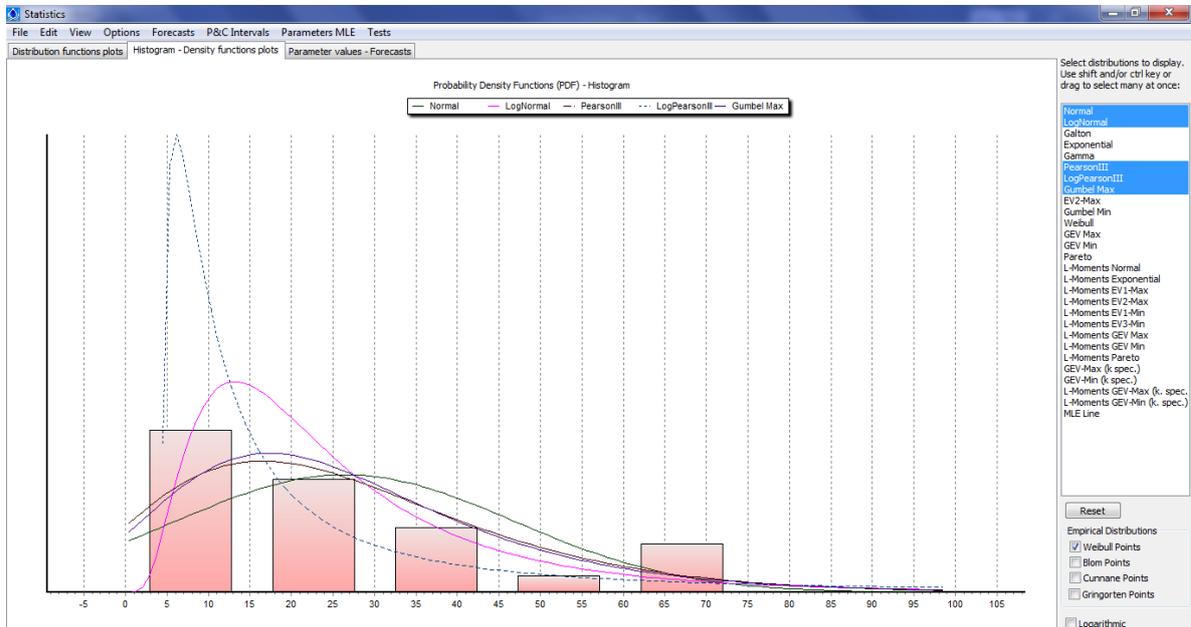
Histograma de LogPearsonIII



Histograma de Gumbel

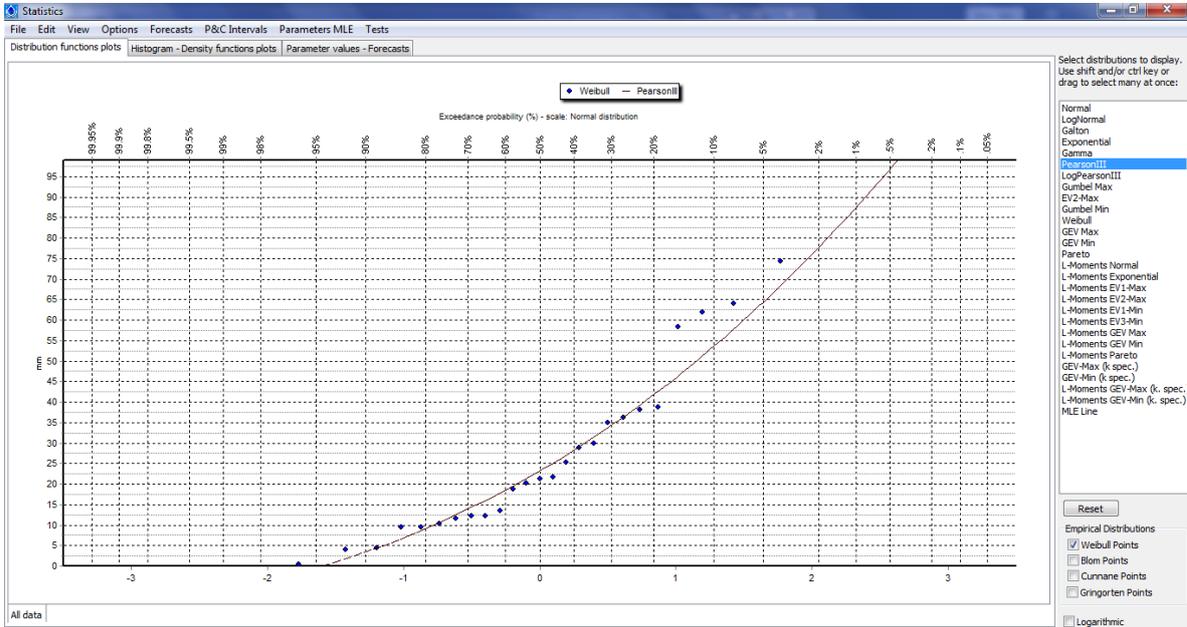


Comparación de los histogramas

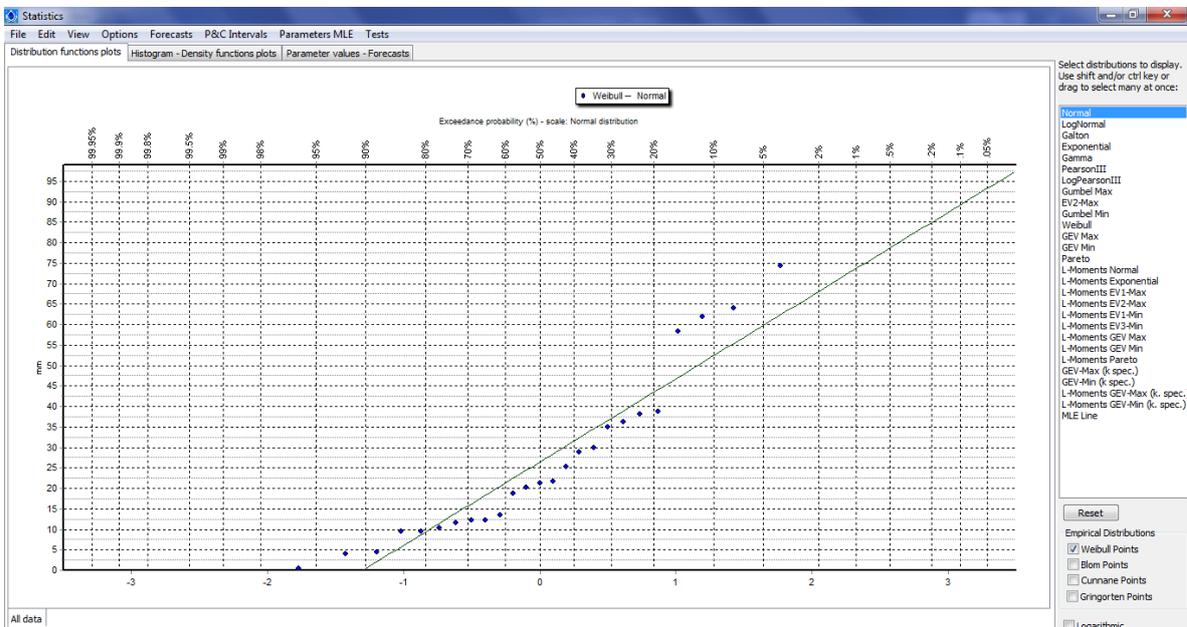


L8: Gráfica de distribución

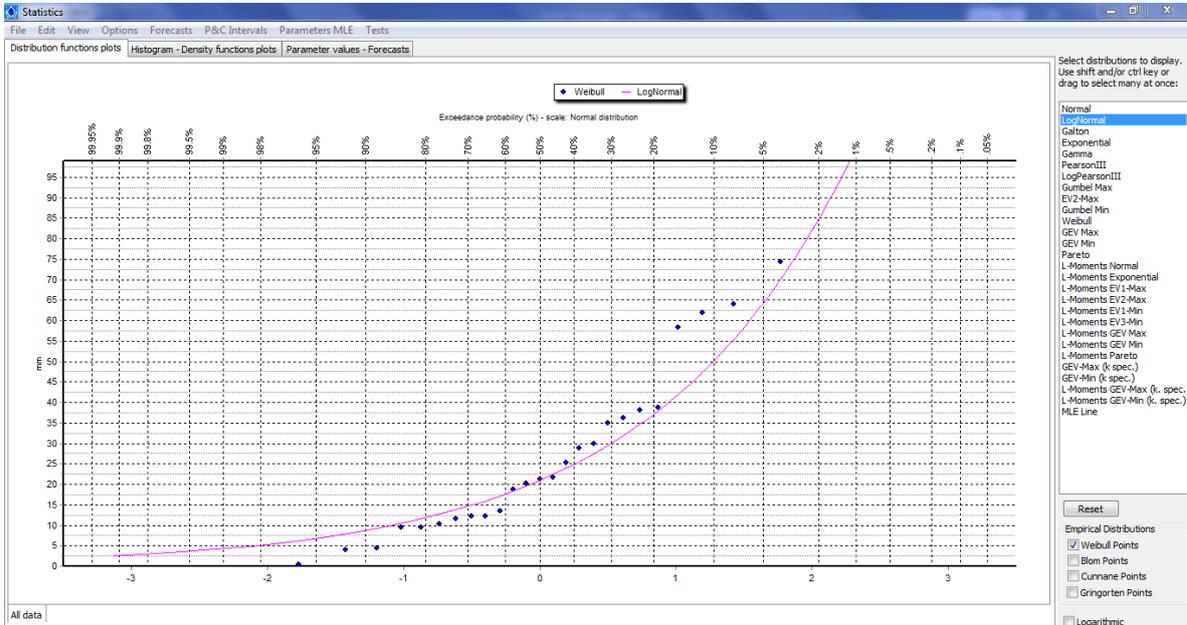
Gráfica de distribución de Pearson



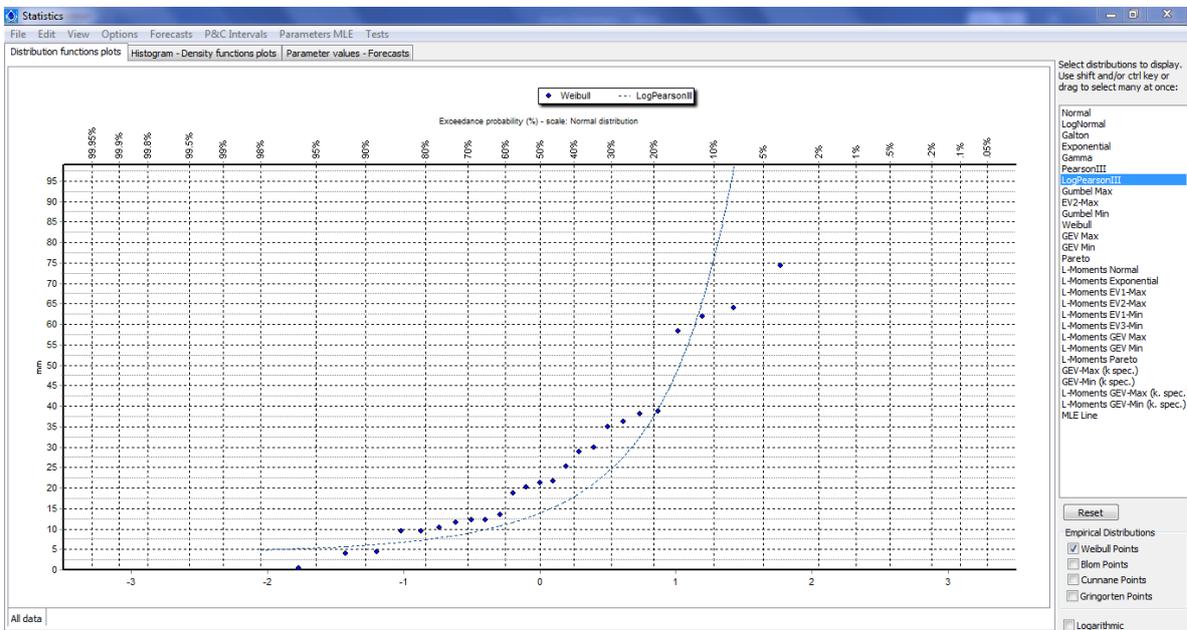
Gráfica de distribución de Normal



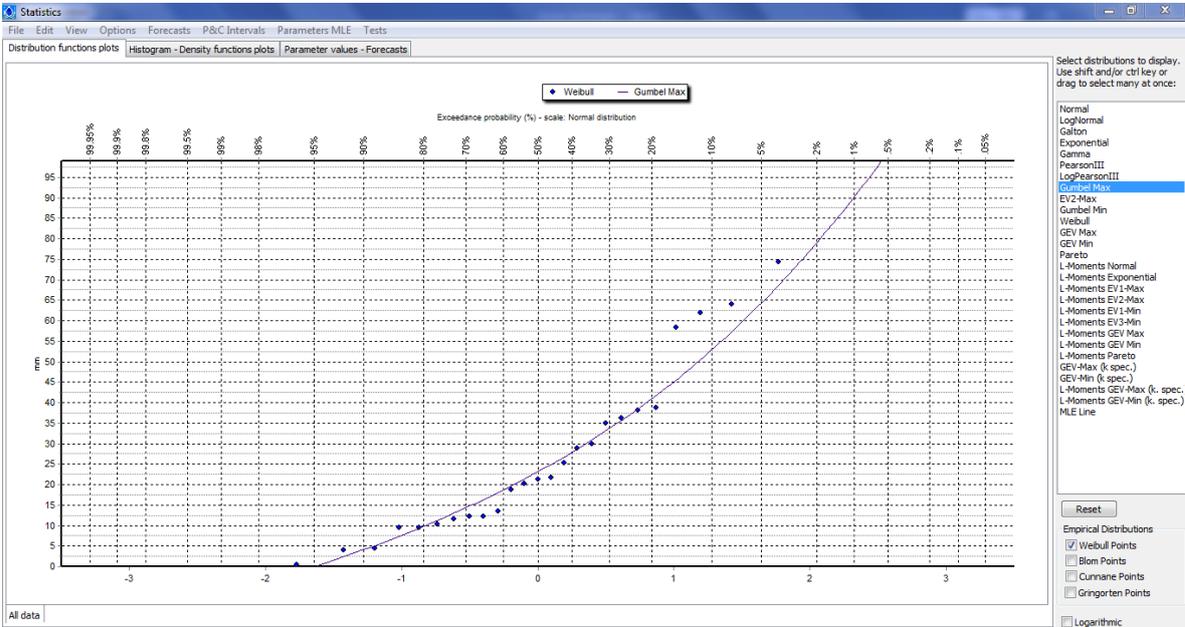
Gráfica de distribución de LogNormal



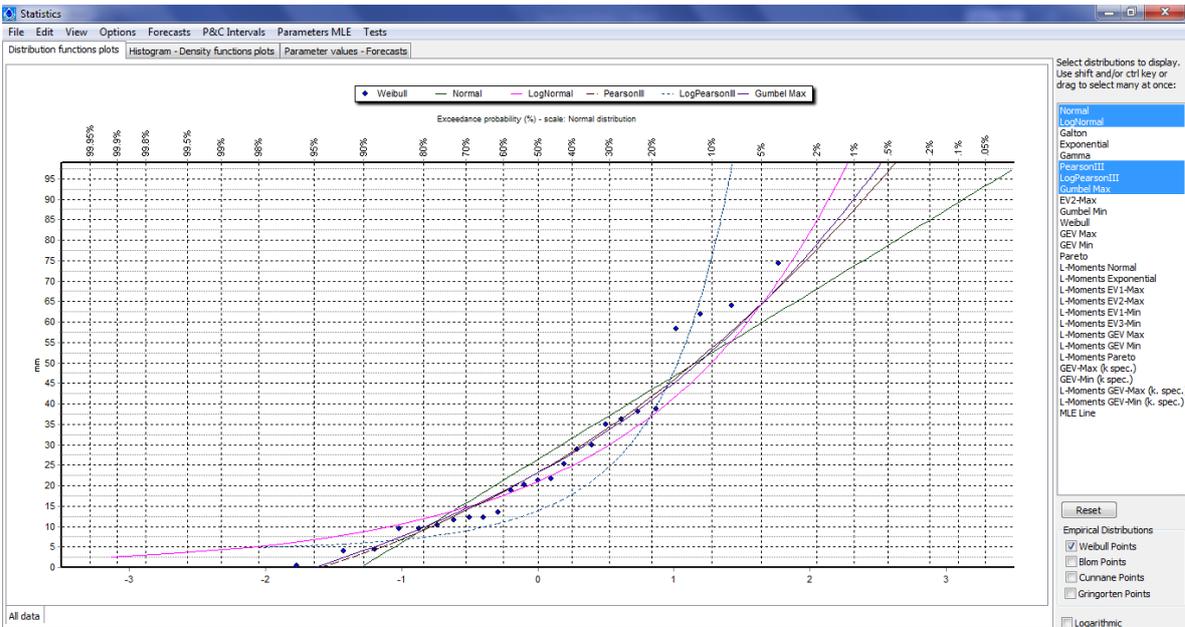
Gráfica de distribución de LogPearsonIII



Gráfica de distribución de Gumbel



Comparación de las distribuciones estadísticas



Anexo11: Resultados del laboratorio L1: Ensayo de Análisis granulométrico



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : - Aldo Huaraca Sánchez
- Juan Vela Cañari
DIRECCIÓN : - Av. Virgen del Rosario N°146 Mz.X LL2, Chosica
- Mz.G LL10 Jardines de Shangrila, Puente Piedra
PROYECTO : Tesis "Evaluación del flujo de tráfico con la implementación de infraestructuras hidráulicas en la quebrada Corrales Chosica - Lima, 2021"

EXPEDIENTE N° : 2021/FORNAX_LAB
FECHA RECEPCIÓN : Lima, 09 de Setiembre del 2021
UBICACIÓN : San Juan de Lurigancho-Chosica, Lima

REFERENCIA DE LA MUESTRA
IDENTIFICACION : Prog.Km 0+142, Coord.UTM: 317035 E / 8681335 N
DESCRIPCIÓN : Calicata C-01, Muestra M-01, Prof(m). 0.00-1.50

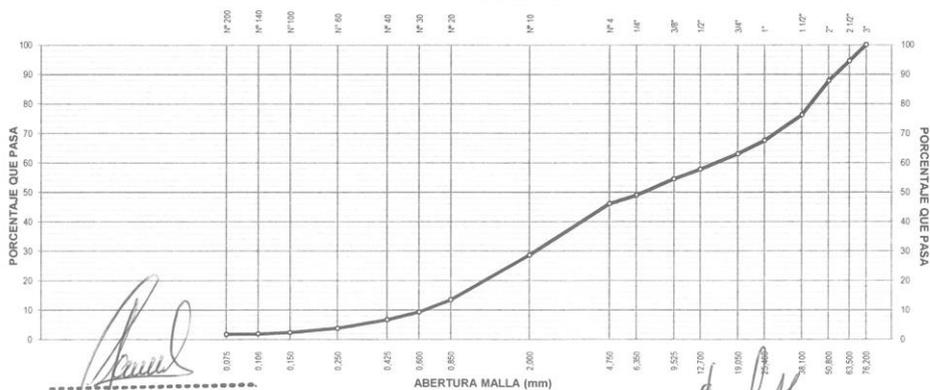
PRESENTACION : 01 Costal de polietileno
CANTIDAD : 40 kg aprox.

ASTM D 422
NTP 339.128

MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO					CARACTERÍSTICAS GENERALES		
MALLAS		RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)	ASTM D 2488 "Descripción e Identificación de suelos"		
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)						
3"	76.200			100.0	Grava (Ret. N°4) :	54.0 %	
2 1/2"	63.500	5.5	5.5	94.5	Arena :	44.3 %	
2"	50.800	6.7	12.3	87.7	Fino (Pas. N°200) :	1.7 %	
1 1/2"	38.100	11.5	23.8	76.2	ASTM D 4318 "Límites de Atterberg"		
1"	25.400	8.7	32.5	67.5	Límite Líquido (L.L) :	NP	
3/4"	19.050	4.5	37.0	63.0	Límite Plástico (L.P) :	NP	
1/2"	12.700	5.3	42.3	57.7	Índice Plástico (I.P) :	NP	
3/8"	9.525	3.3	45.5	54.5	ASTM D 3282, "Clasificación para el uso en vías de transporte" (AASHTO)		
1/4"	6.350	5.5	51.0	49.0	A-1-a (0)		
N° 4	4.750	3.0	54.0	46.0	ASTM D 2487, "Clasificación con propósito de ingeniería" (SUCS)		
N° 10	2.000	17.4	71.4	28.6	GP		
N° 20	0.850	15.2	86.7	13.3	Grava pobremente gradada con arena		
N° 30	0.600	4.1	90.7	9.3	Cont. de humedad :		0.8 %
N° 40	0.425	2.7	93.4	6.6	Observaciones:		
N° 60	0.250	2.9	96.3	3.7	- Muestra tomada e identificada por el solicitante.		
N° 100	0.150	1.4	97.7	2.3	- Ensayo efectuado al suelo natural.		
N° 140	0.106	0.5	98.2	1.8			
N° 200	0.075	0.2	98.3	1.7			
<N°200	ASTM D 1140	1.7	100.0				

CURVA GRANULOMÉTRICA



JOEL NIETO CARDENAS
Téc. SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
Vº Rº

Fecha de emisión : Lima, 21 de Setiembre del 2021

PERCY YONEL FERNANDEZ ACOSTA
Ingeniero Civil
CIP N° 258298

Tec.: J.N.C.
Rev.: J.M.C.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : - Aldo Huaraca Sánchez
 - Juan Vela Cañari
 DIRECCION : - Av. Virgen del Rosario N°146 Mz.X LI.2, Chosica
 - Mz.G.LI.10 Jardines de Shangri-la, Puente Piedra
 PROYECTO : Tesis "Evaluación del flujo dértico con la implementación de infraestructuras hidráulicas en la quebrada Corrales Chosica - Lima, 2021"

EXPEDIENTE N° : 2021/FORNAX_LAB
 FECHA RECEPCIÓN : Lima, 09 de Setiembre del 2021
 UBICACIÓN : San Juan de Luiráncho-Chosica, Lima.

REFERENCIA DE LA MUESTRA
 IDENTIFICACION : Prog.Km 0+425, Coord UTM: 316869 E / 8681565 N
 DESCRIPCION : Calicata C-02, Muestra M-01, Prof(m): 0.00-2.00

PRESENTACION : 01 Costal de polietileno
 CANTIDAD : 40 kg aprox.

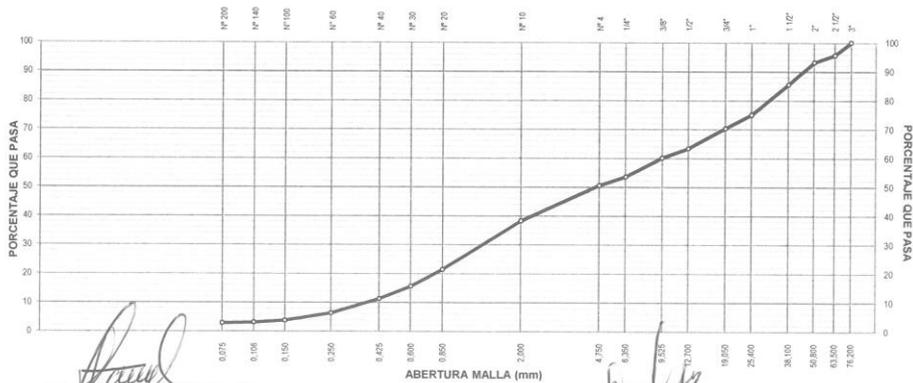
ASTM D 422
 NTP 339.128

MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				
MALLAS		RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)			
3"	76.200			100.0
2 1/2"	63.500	4.4	4.4	95.6
2"	50.800	2.5	6.8	93.2
1 1/2"	38.100	7.7	14.5	85.5
1"	25.400	10.5	25.0	75.0
3/4"	19.050	4.7	29.7	70.3
1/2"	12.700	7.0	36.7	63.3
3/8"	9.525	3.2	39.9	60.1
1/4"	6.350	6.6	46.5	53.5
N° 4	4.750	3.0	49.5	50.5
N° 10	2.000	12.3	61.8	38.2
N° 20	0.850	16.9	78.6	21.4
N° 30	0.600	5.8	84.5	15.5
N° 40	0.425	4.3	88.8	11.2
N° 60	0.250	4.9	93.7	6.3
N°100	0.150	2.5	96.3	3.7
N°140	0.106	0.7	97.0	3.0
N° 200	0.075	0.2	97.2	2.8
<N°200	ASTM D 1140	2.8	100.0	

CARACTERÍSTICAS GENERALES	
ASTM D 2488 "Descripción e identificación de suelos"	
Grava (Ret. N°4)	: 49.5 %
Arena	: 47.7 %
Fino (Pas. N°200)	: 2.8 %
ASTM D 4318 "Límites de Atterberg"	
Límite Líquido (L.L)	: NP
Límite Plástico (L.P)	: NP
Índice Plástico (I.P)	: NP
ASTM D 3282, "Clasificación para el uso en vías de transporte" (AASHTO)	
A-1-a (0)	
ASTM D 2487, "Clasificación con propósito de ingeniería" (SUCS)	
GP	
Grava pobremente gradada con arena	
Cont. de humedad	: 0.7 %
Observaciones:	
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.	
- Ensayo efectuado al suelo natural.	

CURVA GRANULOMÉTRICA



Joel Nieto Cardenas
JOEL NIETO CARDENAS
 TEC SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 Fecha de emisión : Lima 21 de Setiembre del 2021

Percy Yonel Fernandez Acosta
PERCY YONEL FERNANDEZ ACOSTA
 Ingeniero Civil
 CIP N° 258298

Tec.: J.N.C.
 Rev.: J.M.C.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

L2: Ensayo para determinar el contenido de humedad



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : - Aldo Huaraca Sánchez
- Juan Vela Cañari
DIRECCIÓN : - Av. Virgen del Rocario N°146 Mz.X LL2, Chosica.
- Mz.G LL10 Jardines de Shangri-la, Puente Piedra.
PROYECTO : Tesis "Evaluación del flujo de tréfitico con la implementación de infraestructuras hidráulicas en la quebrada Corrales Chosica - Lima, 2021"

EXPEDIENTE N° : 2021/FORNAX_LAB
FECHA RECEPCIÓN : Lima, 09 de Setiembre del 2021
UBICACIÓN : San Juan de Luirigancho-Chosica, Lima.

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACION : Prog.Km 0+142, Coord.UTM: 317035 E / 8681335 N
DESCRIPCIÓN : Calicata C-01, Muestra M-01, Prof(m): 0.00-1.50

PRESENTACION : 01 Costal de polietileno
CANTIDAD : 40 kg aprox.

ASTM D 2216
NTP 339.127

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

DENOMINACIÓN	CONTENIDO DE HUMEDAD	
		E - 1
Cápsula N°		2018
Peso cápsula + suelo húmedo	(g)	6552.0
Peso cápsula + suelo seco	(g)	6498.6
Peso del Agua	(g)	53.4
Peso de la cápsula	(g)	0.0
Peso del suelo seco	(g)	6498.6
Contenido de Humedad (RESULTADO)	(%)	0.8

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- Ensayo efectuado al suelo natural.

Fecha de emisión : Lima, 21 de Setiembre del 2021

Tec.: J.N.C.
Rev.: J.M.C.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.



JOEL NIETO CARDENAS
TEC SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
V° B°



PERCY YONEL
FERNANDEZ ACOSTA
Ingeniero Civil
CIP N° 258298

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : - Aldo Huaraca Sánchez
 - Juan Vela Cañari
 DIRECCIÓN : - Av. Virgen del Rosario N°146 Mz.X L12, Chosica.
 - Mz.G L1.10 Jardines de Shangrila, Puente Piedra
 PROYECTO : Tesis "Evaluación del flujo dérmico con la implementación de infraestructuras hidráulicas en la quebrada Corrales Chosica - Lima, 2021"

EXPEDIENTE N° : 2021/FORNAX_LAB
 FECHA RECEPCIÓN : Lima, 09 de Setiembre del 2021
 UBICACIÓN : San Juan de Lurigancho-Chosica, Lima.

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACION : Prog.Km 0+425, Coord.UTM: 316869 E / 8681565 N
 DESCRIPCIÓN : Calicata C-02, Muestra M-01, Prof(m): 0.00-2.00
 PRESENTACION : 01 Costal de polietileno
 CANTIDAD : 40 kg aprox.

ASTM D 2216
 NTP 339.127

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

DENOMINACIÓN	CONTENIDO DE HUMEDAD	
	E - 1	
Cápsula N°		3298
Peso cápsula + suelo húmedo	(g)	7107.0
Peso cápsula + suelo seco	(g)	7060.4
Peso del Agua	(g)	46.6
Peso de la cápsula	(g)	0.0
Peso del suelo seco	(g)	7060.4
Contenido de Humedad (RESULTADO)	(%)	0.7

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante
- Ensayo efectuado al suelo natural.

Fecha de emisión : Lima, 21 de Setiembre del 2021

Tec.: J.N.C.
 Rev.: J.M.C.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.



JOEL NIETO CARDENAS
 TEC/ SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 V° B°



PERCY YONEL
 FERNANDEZ ACOSTA
 Ingeniero Civil
 CIP N° 258298

L3: Ensayo para determinar el Límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : - Aldo Huaraca Sánchez
 - Juan Vela Cañari
 DIRECCIÓN : - Av. Virgen del Rosario N°146 Mz.X LL2, Chosica.
 - Mz.G LL10 Jardines de Shangri-la, Puente Piedra.
 PROYECTO : Tesis "Evaluación del flujo detritico con la implementación de infraestructuras hidráulicas en la quebrada Corrales Chosica – Lima, 2021"

EXPEDIENTE N° : 2021/FORNAX_LAB
 FECHA RECEPCIÓN : Lima, 09 de Setiembre del 2021
 UBICACIÓN : San Juan de Luirigancho-Chosica, Lima.

REFERENCIA DE LA MUESTRA
 IDENTIFICACION : Prog.Km 0+142, Coord.UTM: 317035 E / 8681335 N
 DESCRIPCIÓN : Calicata C-01, Muestra M-01, Prof(m): 0.00-1.50

PRESENTACION : 01 Costal de polietileno
 CANTIDAD : 40 kg aprox.

ASTM D 4318
 NTP 339.129

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

DESCRIPCIÓN	ENSAYO N°	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
		1	2	3	4	1	2
Cápsula N°		--	--	--	--	--	--
Peso cápsula + suelo húmedo	(g)	--	--	--	--	--	--
Peso cápsula + suelo seco	(g)	--	--	--	--	--	--
Peso del Agua	(g)	--	--	--	--	--	--
Peso de la cápsula	(g)	--	--	--	--	--	--
Peso del suelo seco	(g)	--	--	--	--	--	--
Contenido de humedad	(%)	--	--	--	--	--	--
Número de golpes		--	--	--	--	--	--



RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO (%)	NP
LÍMITE PLÁSTICO (%)	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

COMENTARIOS:
 - Ensayo realizado al material pasante la malla N°40.
 - La Muestra se desliza en La copa de Casagrande.
 - El Límite Líquido no se puede determinar.
 - El Límite plástico no se puede determinar.

OBSERVACION:
 - Muestra tomada e identificada por el solicitante.
 - Ensayo efectuado al suelo natural.

Fecha de emisión : Lima, 21 de Setiembre del 2021

Tec.: J.N.C.
 Rev.: J.M.C.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

JOEL NIETO CARDENAS
 TEC. SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 V° B°

PERCY YONEL FERNANDEZ ACOSTA
 Ingeniero Civil
 CIP N° 258298

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : - Aldo Huaraca Sánchez
- Juan Vela Cañari
DIRECCIÓN : - Av. Virgen del Rosario N°146 Mz.X Lt.2, Chosica.
- Mz.G Lt.10 Jardines de Shangri-la, Puente Piedra.
PROYECTO : Tesis "Evaluación del flujo detrítico con la implementación de infraestructuras hidráulicas en la quebrada Corrales Chosica - Lima, 2021"

EXPEDIENTE N° : 2021/FORNAX_LAB
FECHA RECEPCIÓN : Lima, 09 de Setiembre del 2021
UBICACIÓN : San Juan de Lurigancho-Chosica, Lima.

REFERENCIA DE LA MUESTRA
IDENTIFICACIÓN : Prog Km 0+425, Coord.UTM: 316869 E / 8681565 N
DESCRIPCIÓN : Calicata C-02, Muestra M-01, Prof(m): 0.00-2.00

PRESENTACION : 01 Costal de polietileno
CANTIDAD : 40 kg aprox.

ASTM D 4318
NTP 339.129

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

DESCRIPCIÓN	ENSAYO N°	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
		1	2	3	4	1	2
Cápsula N°		--	--	--	--	--	--
Peso cápsula + suelo húmedo	(g)	--	--	--	--	--	--
Peso cápsula + suelo seco	(g)	--	--	--	--	--	--
Peso del Agua	(g)	--	--	--	--	--	--
Peso de la cápsula	(g)	--	--	--	--	--	--
Peso del suelo seco	(g)	--	--	--	--	--	--
Contenido de humedad	(%)	--	--	--	--	--	--
Número de golpes		--	--	--	--	--	--



RESULTADOS DE ENSAYOS		
LÍMITE LÍQUIDO (%)		NP
LÍMITE PLÁSTICO (%)		NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)		NP
COMENTARIOS:		
- Ensayo realizado al material pasante la malla N°40.		
- La Muestra se desliza en La copa de Casagrande.		
- El Límite Líquido no se puede determinar.		
- El Límite plástico no se puede determinar.		
OBSERVACION:		
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.		
- Ensayo efectuado al suelo natural.		

Fecha de emisión : Lima, 21 de Setiembre del 2021

Tec.: J.N.C.
Rev.: J.M.C.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.



JOEL NIETO CARDENAS
TEC SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
V° B°



PERCY YONEL FERNANDEZ ACOSTA
Ingeniero Civil
CIP N° 258298

L4: Ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : - Aldo Huaraca Sánchez - Juan Vela Cañan	EXPEDIENTE N° : 2021/FORNAX_LAB
DIRECCIÓN : - Av. Virgen del Rosario N°146 Mz.X Lt.2, Chosica. - Mz.G Lt.10 Jardines de Shangrila, Puente Piedra.	FECHA RECEPCIÓN : Lima, 09 de Setiembre del 2021
PROYECTO : Tesis "Evaluación del flujo de tréfitico con la implementación de infraestructuras hidráulicas en la quebrada Corrales Chosica - Lima, 2021"	UBICACIÓN : San Juan de Lurigancho-Chosica, Lima.

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Prog.Km 0+142, Coord.UTM: 317035 E / 8681335 N	PRESENTACIÓN : 01 Sacos de polipropileno.
DESCRIPCIÓN : Calicata C-01, Muestra M-01, Prof(m): 0.00-1.50	CANTIDAD : 40 kg. aprox.

ASTM D 854
NTP 339.131

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO

METODO DEL PICNOMETRO			
DESCRIPCION	UND	N° DE ENSAYO	
		1	
Peso Material Seco (al horno)	...Ws	gr	300.0
Peso Fiola + Agua	...Wa	gr	724.2
Peso del Material Saturado + Agua + Peso Fiola	...Wb	gr	914.2
Temperatura del agua		C°	23.2
Factor para correccion la densidad del H2O a 20°C.	...K	K	0.9993
Gravedad Especifica	...Gs	(gr/cm³)	2.725

COMENTARIOS:

- Gravedad Especifica, $G_s = (W_s \cdot K) / (W_s + W_a - W_b)$

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- Ensayo efectuado al suelo natural.

Fecha de emisión : martes, 21 de Setiembre de 2021

Tec.: J.N.C.
Rev.: J.M.C.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.


JOEL NIETO CARDENAS
 TEC. SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 V° B°


PERCY YONEL FERNANDEZ ACOSTA
 Ingeniero Civil
 CIP N° 258293

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : - Aldo Huaraca Sánchez
- Juan Vela Cañari
DIRECCIÓN : - Av. Virgen del Rosario N°146 Mz.X.L12, Chosica.
- Mz.G.L1.10 Jardines de Shangrila, Puente Piedra.
PROYECTO : Tesis "Evaluación del flujo de tráfico con la implementación de infraestructuras hidráulicas en la quebrada Corrales Chosica - Lima, 2021"

EXPEDIENTE N° : 2021/FORNAX_LAB
FECHA RECEPCIÓN : Lima, 09 de Setiembre del 2021
UBICACIÓN : San Juan de Lurigancho-Chosica, Lima.

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Prog.Km 0+425, Coord.UTM: 316869 E / 8681565 N
DESCRIPCIÓN : Calicata C-02, Muestra M-01, Prof(m): 0.00-2.00

PRESENTACIÓN : 01 Sacos de polipropileno.
CANTIDAD : 40 kg. aprox.

ASTM D 854
NTP 339.131

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO

METODO DEL PICNOMETRO				
DESCRIPCION	UND	N° DE ENSAYO		
		1		
Peso Material Seco (al horno)	...Ws	gr	300.0	
Peso Fiola + Agua	...Wa	gr	705.4	
Peso del Material Saturado + Agua + Peso Fiola	...Wb	gr	895.7	
Temperatura del agua		C°	23.5	
Factor para correccion la densidad del H2O a 20°C.	...K	K	0.9992	
Gravedad Especifica	...Gs	(gr/cm ³)	2.733	

COMENTARIOS:

- Gravedad Especifica, $G_s = (W_s \cdot K) / (W_s + W_a - W_b)$.

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- Ensayo efectuado al suelo natural.

Fecha de emisión : martes, 21 de Setiembre de 2021

Tec.: J.N.C.
Rev.: J.M.C.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.



JOEL NIETO CARDENAS
TEC SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
V° B°



**PERCY YONEL
FERNANDEZ ACOSTA**
Ingeniero Civil
CIP N° 258298

L5: Ensayo normalizado para el ensayo de corte directo en suelos bajo condiciones consolidadas drenadas



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : - Aldo Huaraca Sánchez
 - Juan Vela Cañari EXPEDIENTE N° : 2021/FORNAX_LAB

DIRECCIÓN : - Av. Virgen del Rosario N°146 Mz.X Lt.2, Chosica. UBIACIÓN : San Juan de Lurigancho-Chosica, Lima.
 - Mz.G Lt.10 Jardines de Shangri-la, Puente Piedra.

PROYECTO : Tesis "Evaluación del flujo detrítico con la implementación de infraestructuras hidráulicas en la quebrada Corrales Chosica – Lima, 2021"

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 09 de Setiembre del 2021

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS ASTM D 3080 / NTP 339.171

REFERENCIAS DE LA MUESTRA	CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO
IDENTIFICACIÓN : Prog.Km 0+142 Coord.UTM: 317035 E / 8681335 N	MARCA : TECNICAS CP
PRESENTACIÓN : 01 Costal de polietileno	CERT. DE CALIBRACIÓN : N° 372-CFP-2021
DESCRIPCIÓN : Calicata C-01, Muestra M-01 Prof(m): 0.00-1.50	

DESCRIPCIÓN DEL SUELO					
Clasificación SUCS (ASTM D 2487)	GP	Límite Líquido (ASTM D 4318)	(%)	NP	
Clasificación Obras Viales (ASTM D 3282)	A-1-a (0)	Índice Plástico (ASTM D 4318)	(%)	NP	
Tamaño Máximo (mm) (NTP 400.012)	76.200	Mat. más Fino N° 200 (ASTM D 1140)	(%)	2.0	
Consistencia (s. fino) (NTP 339.150)	--	Cementación (s. grueso) (NTP 339.150)		--	

CARACTERÍSTICAS DE LOS ESPECÍMENES DE ENSAYO					
DESCRIPCIÓN	49,0 kPa	98,1 kPa	196,1 kPa		
Diámetro (cm)	6.350	6.350	6.350		
Área (cm ²)	31.67	31.67	31.67		
Altura Inicial (cm)	2.00	2.00	2.00		
Altura Final (cm)	1.99	1.96	1.87		
Volumen Inicial (cm ³)	63.34	63.34	63.34		
Volumen Final (cm ³)	63.09	62.04	59.32		
Relación Diámetro / Altura	3.18	3.18	3.18		
Condición de la Estructura del suelo	Alterado				
Peso Húmedo Inicial (g)	113.1	113.1	113.1		
Peso Húmedo Final (g)	149.8	144.2	140.5		
Peso Seco (g)	112.2	112.2	112.2		
Humedad Inicial (ASTM D 2216) (%)	0.8	0.8	0.8		
Humedad Final (ASTM D 2216) (%)	33.5	28.5	25.2		
Densidad Húmeda Inicial (g/cm ³)	1.786	1.786	1.786		
Densidad Húmeda Final (g/cm ³)	2.374	2.324	2.368		
Densidad Seca Inicial (g/cm ³)	1.771	1.771	1.771		
Densidad Seca Final (g/cm ³)	1.779	1.809	1.892		

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO DE CORTE DIRECTO			
Nombre	: MÁQUINA DE CORTE DIRECTO		
Factor de Celda de Carga	: X + 0	Producto	: TECNICAS CP

OBSERVACIONES:

- La Humedad de trabajo con la cual se moldearon los especímenes, corresponde a la humedad con la que se recepciono la muestra.
- La Densidad de trabajo con la cual se moldearon los especímenes, corresponde a la mejor condicion que se pudo obtener durante el desarrollo del ensayo.
- Ensayo Efectuado con material pasante del Tamiz N°4.

Tec.: J.N.C.
 Rev.: J.M.C.

Fecha de Emisión : Lima, 21 de Setiembre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

JOEL NIETO CARDENAS
 TEC SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 V° B°

PERCY YONEL
FERNANDEZ ACOSTA
 Ingeniero Civil
 CIP N° 258298

Calle Puerto Bermúdez Mz. D Lote 8, Urb. Los Portales del Rey – Callao
 Cel: 913093207 – 943003869 E-mail: fornaxconstruye@gmail.com / www.fornaxingenieros.com

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : - Aldo Huaraca Sánchez
 - Juan Vela Cañari EXPEDIENTE N° : 2021/FORNAX_LAB

DIRECCIÓN : - Av. Virgen del Rosario N°146 Mz.X Lt.2, Chosica. UBICACIÓN : San Juan de Lurigancho-Chosica, Lima.
 - Mz.G Lt.10 Jardines de Shangrila, Puente Piedra.

PROYECTO : Tesis "Evaluación del flujo detritico con la implementación de infraestructuras hidráulicas en la quebrada Corrales Chosica – Lima, 2021"

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 09 de Setiembre del 2021

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS ASTM D 3080 / NTP 339.171

REFERENCIAS DE LA MUESTRA IDENTIFICACIÓN : Prog.Km 0+142
 Coord.UTM: 317035 E / 8681335 N

PRESENTACIÓN : 01 Costal de polietileno

DESCRIPCIÓN : Calicata C-01, Muestra M-01
 Prof(m): 0.00-1.50

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO MARCA : TECNICAS CP

CERT. DE CALIBRACIÓN : N° 372-CFP-2021

ESFUERZO NORMAL		49.0 kPa		98,1 kPa		196,1 kPa	
Etapa		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Altura	(cm)	2.00	1.99	2.00	1.96	2.00	1.87
Volumen	(cm ³)	63.34	63.09	63.34	62.04	63.34	59.32
Humedad	(%)	0.8	33.5	0.8	28.5	0.8	25.2
Densidad Seca	(g/cm ³)	1.771	1.779	1.771	1.809	1.771	1.892
Esfuerzo Corte	(kPa)	31.8		65.7		130.2	

Desplaz. Horizontal (mm)	ESFUERZO NORMAL 49.0 kPa				ESFUERZO NORMAL 98,1 kPa				ESFUERZO NORMAL 196,1 kPa			
	Desplaz. Vertical (mm)	Lectura de Carga (Kg)	Fuerza (N)	Esfuerzo Corte (kPa)	Desplaz. Vertical (mm)	Lectura de Carga (Kg)	Fuerza (N)	Esfuerzo Corte (kPa)	Desplaz. Vertical (mm)	Lectura de Carga (Kg)	Fuerza (N)	Esfuerzo Corte (kPa)
0.00	0.07	0.0	0.0	0.0	0.37	0.0	0.0	0.0	1.19	0.0	0.0	0.0
0.25	0.07	5.10	50.0	15.8	0.39	8.47	83.1	26.2	1.20	16.94	166.2	52.5
0.50	0.08	7.30	71.6	22.6	0.40	12.03	118.0	37.3	1.23	25.79	253.0	79.9
0.75	0.08	8.60	84.4	26.6	0.41	14.08	138.1	43.6	1.24	29.92	293.5	92.7
1.00	0.08	9.52	93.4	29.5	0.41	16.05	157.5	49.7	1.25	32.90	322.7	101.9
1.25	0.08	10.14	99.5	31.4	0.41	17.38	170.5	53.8	1.25	35.44	347.7	109.8
1.50	0.07	10.26	100.7	31.8	0.41	18.60	182.5	57.6	1.25	37.40	366.9	115.8
1.75	0.07	10.14	99.5	31.4	0.40	19.36	189.9	60.0	1.25	38.78	380.4	120.1
2.00					0.40	19.88	195.0	61.6	1.25	39.63	388.8	122.8
2.25					0.40	20.34	199.5	63.0	1.25	40.19	394.3	124.5
2.50					0.39	20.68	202.9	64.1	1.26	40.70	399.3	126.1
2.75					0.39	20.97	205.7	65.0	1.27	41.16	403.8	127.5
3.00					0.38	21.20	208.0	65.7	1.26	41.58	407.9	128.8
3.25									1.25	41.77	409.8	129.4
3.50									1.24	42.03	412.3	130.2

OBSERVACIONES:

- La Humedad de trabajo con la cual se moldearon los especímenes, corresponde a la que se recepciono la muestra.
- La Densidad de trabajo con la cual se moldearon los especímenes, corresponde a la mejor condición que se pudo obtener durante el desarrollo del ensayo.
- Ensayo Efectuado con material pasante del Tamiz N°4.

Tec.: J.N.C.
 Rev.: J.M.C.

Fecha de Emisión : Lima, 21 de Setiembre del 2021

Calle Puerto Bermúdez Mz. D Lote 8, Urb. Los Portales del Rey – Callao
 Cel: 913093207 – 943003869 E-mail: fornaxconstruye@gmail.com / www.fornaxingenieros.com

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : - Aldo Huaraca Sánchez
 - Juan Vela Cañari EXPEDIENTE N° : 2021/FORNAX_LAB

DIRECCIÓN : - Av. Virgen del Rosario N°146 Mz.X Lt.2, Chosica. UBICACIÓN : San Juan de Lurigancho-Chosica,
 - Mz.G Lt.10 Jardines de Shangrila, Puente Piedra. Lima.

PROYECTO : Tesis "Evaluación del flujo detrítico con la implementación de infraestructuras hidráulicas en la quebrada Corrales Chosica – Lima, 2021"

FECHA RECEPCIÓN : Lima, 09 de Setiembre del 2021

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS ASTM D 3080 / NTP 339.171

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Prog.Km 0+142
 Coord.UTM: 317035 E / 8681335 N

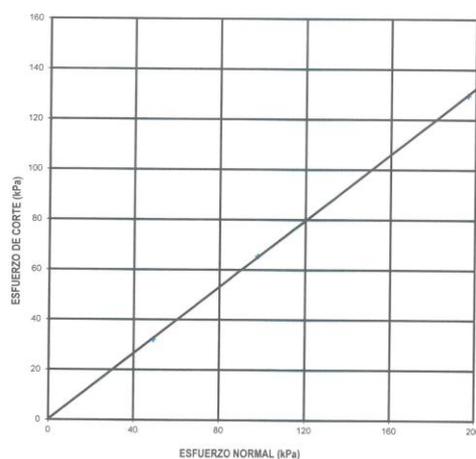
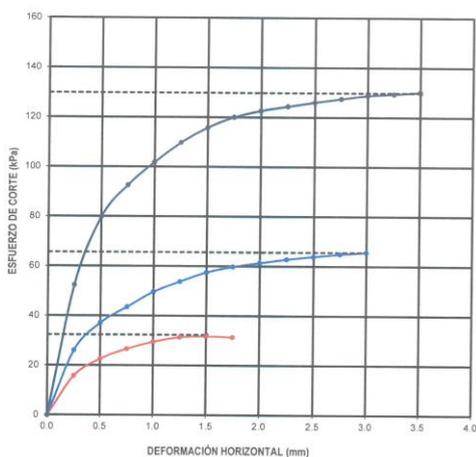
PRESENTACIÓN : 01 Costal de polietileno

DESCRIPCIÓN : Calicata C-01, Muestra M-01
 Prof(m): 0.00-1.50

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO

MARCA : TECNICAS CP

CERT. DE CALIBRACIÓN : N° 372-CFP-2021



RESULTADOS DE ENSAYO			
COHESIÓN (kg/cm ²)	0.00	ANGULO DE FRICCIÓN (°)	33.5

OBSERVACIONES:

- La Humedad de trabajo con la cual se moldearon los especímenes, corresponde a la humedad con la que se recepción la muestra.
- La Densidad de trabajo con la cual se moldearon los especímenes, corresponde a la mejor condición que se pudo obtener durante el desarrollo del ensayo.
- Ensayo Efectuado con material pasante del Tamiz N°4.

Tec.: J.N.C.

Rev.: J.M.C.

Fecha de Emisión : Lima, 21 de Setiembre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

JOEL NIETO CARDENAS
 TEC SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 V° B°

PERCY YONEL FERNANDEZ ACOSTA
 Ingeniero Civil
 CIP N° 258298

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : - Aldo Huaraca Sánchez
 - Juan Vela Cañari EXPEDIENTE N° : 2021/FORNAX_LAB

DIRECCIÓN : - Av. Virgen del Rosario N°146 Mz.X Lt.2, Chosica. UBICACIÓN : San Juan de Lurigancho-Chosica, Lima.
 - Mz.G Lt.10 Jardines de Shangrila, Puente Piedra.

PROYECTO : Tesis "Evaluación del flujo detrítico con la implementación de infraestructuras hidráulicas en la quebrada Corrales Chosica - Lima,

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 09 de Setiembre del 2021

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS ASTM D 3080 / NTP 339.171

REFERENCIAS DE LA MUESTRA CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO

IDENTIFICACIÓN : Prog.Km 0+425 MARCA : TECNICAS CP
 Coord.UTM: 316869 E / 8681565 N

PRESENTACIÓN : 01 Costal de polietileno CERT. DE CALIBRACIÓN : N° 372-CFP-2021

DESCRIPCIÓN : Calicata C-02, Muestra M-01
 Prof(m): 0.00-2.00

DESCRIPCIÓN DEL SUELO					
Clasificación SUCS	(ASTM D 2487)	GP	Límite Líquido	(ASTM D 4318)	(%) NP
Clasificación Obras Viales	(ASTM D 3282)	A-1-a (0)	Índice Plástico	(ASTM D 4318)	(%) NP
Tamaño Máximo (mm)	(NTP 400.012)	76.200	Mat. más Fino N° 200	(ASTM D 1140)	(%) 3.0
Consistencia (s. fino)	(NTP 339.150)	--	Cementación (s. grueso)	(NTP 339.150)	--

CARACTERÍSTICAS DE LOS ESPECÍMENES DE ENSAYO					
DESCRIPCIÓN		49,0 kPa	98,1 kPa	196,1 kPa	
Diámetro	(cm)	6.350	6.350	6.350	6.350
Área	(cm ²)	31.67	31.67	31.67	31.67
Altura Inicial	(cm)	2.00	2.00	2.00	2.00
Altura Final	(cm)	1.98	1.95	1.87	1.87
Volumen Inicial	(cm ³)	63.34	63.34	63.34	63.34
Volumen Final	(cm ³)	62.64	61.91	59.32	59.32
Relación Diámetro / Altura		3.18	3.18	3.18	3.18
Condición de la Estructura del suelo			Alterado		
Peso Húmedo Inicial	(g)	112	112	112	112
Peso Húmedo Final	(g)	151.4	146.2	141.2	141.2
Peso Seco	(g)	111.0	111.0	111.0	111.0
Humedad Inicial	(ASTM D 2216) (%)	0.9	0.9	0.9	0.9
Humedad Final	(ASTM D 2216) (%)	36.4	31.7	27.2	27.2
Densidad Húmeda Inicial	(g/cm ³)	1.768	1.768	1.768	1.768
Densidad Húmeda Final	(g/cm ³)	2.417	2.361	2.380	2.380
Densidad Seca Inicial	(g/cm ³)	1.752	1.752	1.752	1.752
Densidad Seca Final	(g/cm ³)	1.772	1.793	1.871	1.871

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO DE CORTE DIRECTO			
Nombre	: MÁQUINA DE CORTE DIRECTO		
Factor de Celda de Carga	: X + 0	Producto	: TECNICAS CP

OBSERVACIONES:

- La Humedad de trabajo con la cual se moldearon los especímenes, corresponde a la humedad con la que se recepciono la muestra.
- La Densidad de trabajo con la cual se moldearon los especímenes, corresponde a la mejor condición que se pudo obtener durante el desarrollo del ensayo.
- Ensayo Efectuado con material pasante del Tamiz N°4.

Tec.: J.N.C.
 Rev.: J.M.C.

Fecha de Emisión : Lima, 21 de Setiembre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

JOEL NIETO CARDENAS
 TEC SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 V° B°

PERCY YONEL
FERNANDEZ ACOSTA
 Ingeniero Civil
 CIP N° 258298

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : - Aldo Huaraca Sánchez
 - Juan Vela Cañari EXPEDIENTE N° : 2021/FORNAX_LAB

DIRECCIÓN : - Av. Virgen del Rosario N° 146 Mz.X Lt.2, Chosica. UBICACIÓN : San Juan de Lurigancho-Chosica, Lima.
 - Mz.G Lt.10 Jardines de Shangri-la, Puente Piedra.

PROYECTO : Tesis "Evaluación del flujo detrítico con la implementación de infraestructuras hidráulicas en la quebrada Corrales Chosica – Lima, 2021"

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 09 de Setiembre del 2021

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS ASTM D 3080 / NTP 339.171

REFERENCIAS DE LA MUESTRA CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO

IDENTIFICACIÓN : Prog.Km 0+425 MARCA : TECNICAS CP
 Coord.UTM: 316869 E / 8681565 N

PRESENTACIÓN : 01 Costal de polietileno CERT. DE CALIBRACIÓN : N° 372-CFP-2021

DESCRIPCIÓN : Calicata C-02, Muestra M-01
 Prof(m): 0.00-2.00

ESFUERZO NORMAL	49.0 kPa		98,1 kPa		196,1 kPa	
Etapa	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Altura (cm)	2.00	1.98	2.00	1.95	2.00	1.87
Volumen (cm ³)	63.34	62.64	63.34	61.91	63.34	59.32
Humedad (%)	0.9	36.4	0.9	31.7	0.9	27.2
Densidad Seca (g/cm ³)	1.752	1.772	1.752	1.793	1.752	1.871
Esfuerzo Corte (kPa)	33.5		68.5		134.7	

Desplaz. Horizontal (mm)	ESFUERZO NORMAL 49.0 kPa				ESFUERZO NORMAL 98,1 kPa				ESFUERZO NORMAL 196,1 kPa			
	Desplaz. Vertical (mm)	Lectura de Carga (Kg)	Fuerza (N)	Esfuerzo Corte (kPa)	Desplaz. Vertical (mm)	Lectura de Carga (Kg)	Fuerza (N)	Esfuerzo Corte (kPa)	Desplaz. Vertical (mm)	Lectura de Carga (Kg)	Fuerza (N)	Esfuerzo Corte (kPa)
0.00	0.13	0.0	0.0	0.0	0.34	0.0	0.0	0.0	1.14	0.0	0.0	0.0
0.25	0.14	2.14	21.0	6.6	0.35	5.57	54.6	17.3	1.16	17.20	168.7	53.3
0.50	0.16	4.38	43.0	13.6	0.36	9.28	91.0	28.7	1.18	26.11	256.1	80.9
0.75	0.17	6.10	59.8	18.9	0.36	12.25	120.2	37.9	1.19	31.91	313.0	98.8
1.00	0.17	7.86	77.1	24.3	0.37	14.90	146.2	46.2	1.20	35.82	351.4	111.0
1.25	0.18	9.28	91.0	28.7	0.38	16.68	163.6	51.7	1.21	38.70	379.6	119.9
1.50	0.19	10.24	100.5	31.7	0.38	18.25	179.0	56.5	1.21	40.72	399.5	126.1
1.75	0.19	10.83	106.2	33.5	0.39	19.36	189.9	60.0	1.22	41.55	407.6	128.7
2.00	0.20	10.67	104.7	33.1	0.41	20.25	198.7	62.7	1.24	42.09	412.9	130.4
2.25	0.22	10.42	102.2	32.3	0.41	20.94	205.4	64.9	1.24	42.40	415.9	131.3
2.50					0.42	21.58	211.7	66.8	1.25	42.78	419.7	132.5
2.75					0.42	21.86	214.4	67.7	1.25	43.06	422.4	133.4
3.00					0.43	22.12	217.0	68.5	1.26	43.24	424.2	133.9
3.25					0.44	22.03	216.1	68.2	1.27	43.50	426.7	134.7
3.50					0.45	21.81	214.0	67.6				

OBSERVACIONES:

- La Humedad de trabajo con la cual se moldearon los especímenes, corresponde a la humedad con la que se recibió la muestra.
- La Densidad de trabajo con la cual se moldearon los especímenes, corresponde a la mejor condición que se pudo lograr en el desarrollo del ensayo.
- Ensayo efectuado con material pasante del Tamiz N°4.

Tec.: J.N.C.

Rev.: J.M.C.

JOEL NIETO CARDENAS

TEC. SUELOS, CATEDRÁTICO

Fecha de Emisión : Lima, 21 de Setiembre del 2021

FERNANDEZ ACOSTA
 Ingeniero Civil
 CIP N° 258298

Cel: 913093207 – 943003869 E-mail: forfaxconstruye@gmail.com / www.fornaxingenieros.com

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : - Aldo Huaraca Sánchez
 - Juan Vela Cañari

DIRECCIÓN : - Av. Virgen del Rosario N°146 Mz.X Lt.2, Chosica. UBICACIÓN : San Juan de Lurigancho-Chosica, Lima.

PROYECTO : Tesis "Evaluación del flujo detrítico con la implementación de infraestructuras hidráulicas en la quebrada Corrales Chosica – Lima, 2021"

FECHA RECEPCIÓN : Lima, 09 de Setiembre del 2021

EXPEDIENTE N° : 2021/FORNAX_LAB

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS ASTM D 3080 / NTP 339.171

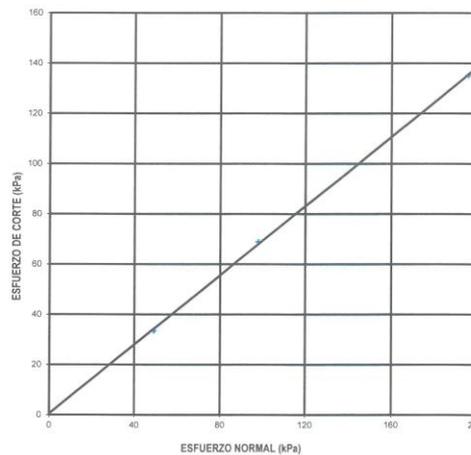
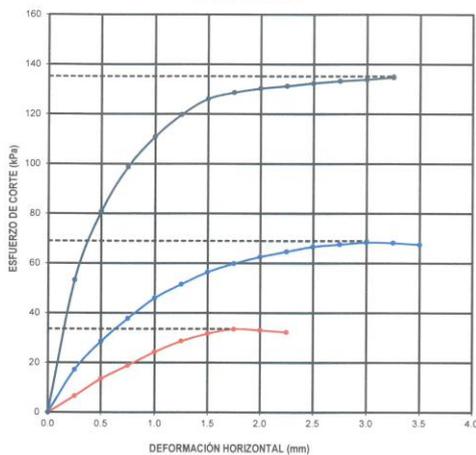
REFERENCIAS DE LA MUESTRA IDENTIFICACIÓN : Prog.Km 0+425
 Coord.UTM: 316869 E / 8681565 N

PRESENTACIÓN : 01 Costal de polietileno

DESCRIPCIÓN : Calicata C-02, Muestra M-01
 Prof(m): 0.00-2.00

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO MARCA : TECNICAS CP

CERT. DE CALIBRACIÓN : N° 372-CFP-2021



RESULTADOS DE ENSAYO			
COHESIÓN (kg/cm ²)	0.00	ANGULO DE FRICCIÓN (°)	34.6

OBSERVACIONES:

- La Humedad de trabajo con la cual se moldearon los especímenes, corresponde a la humedad con la que se recepción la muestra.
- La Densidad de trabajo con la cual se moldearon los especímenes, corresponde a la mejor condición que se pudo obtener durante el desarrollo del ensayo.
- Ensayo Efectuado con material pasante del Tamiz N°4.

Tec.: J.N.C.
 Rev.: J.M.C.

JOEL NIETO CARDENAS
 TEC. SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 V° B°

Fecha de Emisión : Lima, 21 de Setiembre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

FERY YONEL FERNANDEZ ACOSTA
 Ingeniero Civil
 CIP N° 258298

Anexo 12: Cálculo previos para el diseño y modelamiento

L1: Hidrograma de caudales

T	Q(m ³ /s)
2	7.07
5	9.00
10	10.80
50	16.49
100	19.79
200	23.74
500	30.21

L = 2185 m
H = 810.78 m

$$t_c = 0.0195 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0.385}$$

t_c = 0.177

$$t_p = \sqrt{t_c} + 0.6t_c$$

t_p = 0.528

t/t _p	Q/Q _p
0.000	0.000
0.100	0.015
0.200	0.075
0.300	0.160
0.400	0.280
0.500	0.430
0.600	0.600
0.700	0.770
0.800	0.890
0.900	0.970
1.000	1.000
1.100	0.980
1.200	0.920
1.300	0.840
1.400	0.750
1.500	0.650
1.600	0.570
1.800	0.430
2.000	0.320
2.200	0.240
2.400	0.180
2.600	0.130
2.800	0.098
3.000	0.075
3.500	0.036
4.000	0.018
4.500	0.009
5.000	0.004

T = 50 años	
t (horas)	Q (m ³ /s)
0.000	0.000
0.053	0.247
0.106	1.237
0.158	2.638
0.211	4.617
0.264	7.090
0.317	9.893
0.369	12.696
0.422	14.675
0.475	15.994
0.528	16.488
0.580	16.159
0.633	15.169
0.686	13.850
0.739	12.366
0.792	10.717
0.844	9.398
0.950	7.090
1.055	5.276
1.161	3.957
1.266	2.968
1.372	2.143
1.478	1.616
1.583	1.237
1.847	0.594
2.111	0.297
2.375	0.148
2.638	0.066



L2: Coeficiente de rugosidad

Condiciones del canal		Valores	
Material involucrado	Tierra	n_0	0.020
	Corte en roca		0.025
	Grava fina		0.024
	Grava gruesa		0.028
Grado de irregularidad	Suave	n_1	0.000
	Menor		0.005
	Noderado		0.010
	Severo		0.020
Variaciones de la seccion transversal	Gradual	n_2	0.000
	Ocasionalmente alternante		0.005
	Frecuentemente alternante		0.010-0.015
Efecto relativo de las obstrucciones	Insignificante	n_3	0.000
	Menor		0.010-0.015
	Apreciable		0.020-0.030
	Severo		0.040-0.060
Vegetacion	Baja	n_4	0.005-0.010
	Media		0.010-0.025
	Alta		0.025-0.050
	Muy alta		0.050-0.100
Grado de los efectos por meandros	Menor	n_5	1.000
	Apreciable		1.150
	Severo		1.300

Fuente: Hidráulica de canales abiertos, 1994

$$n = n_5 \cdot (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4)$$

Donde:

n_0 : Valor básico de n para canal recto, uniforme y liso en los materiales involucrados
 n_1 : Valor que debe agregarse al n_0 para corregir el efecto de las rugosidades superficiales.
 n_2 : Valor para considerar las variaciones en forma y tamaño de la sección transversal del canal.
 n_3 : Valor para considerar en las obstrucciones.
 n_4 : Valor para considerar la vegetación y las condiciones de flujo.
 n_5 : Factor de corrección de efectos por meandros en el canal.

$$n_0 = 0.028$$

$$n_1 = 0.02$$

$$n_2 = 0.015$$

$$n_3 = 0.03$$

$$n_4 = 0.005$$

$$n_5 = 1.3$$

$$n = 0.1274$$

L3: Capacidad portante

DATOS DE (C - 01), PROG. 0+142, Prf. 1.50m

Cohesion =	0 kg/cm ²	0 kg/m ²
Angulo deficcion (φ) =	33.5 °	0.585 rad.
γ =	2.725 gr/cm ³	2725 kg/m ³
B =	8.5 m	
D =	1.64 m	

$$N_{\phi} = \tan^2\left(45 + \frac{\phi}{2}\right) = 3.464$$

$$N_c = 2\sqrt{N_{\phi}}(N_{\phi} + 1) = 16.615$$

$$N_{\gamma} = \sqrt{N_{\phi}}(N_{\phi}^2 - 1) = 20.466$$

$$N_q = N_{\phi}^2 = 11.997$$

$$q = cN_c + 0.5\gamma BN_{\gamma} + \gamma DN_q$$

$$q = 290639.30 \text{ kg/m}^2$$

$$q = 290.64 \text{ tn/m}^2$$

$$q = 29.06 \text{ kg/cm}^2$$

DATOS DE (C - 02), PROG. 0+425, Prf. 2.00m

Cohesion =	0 kg/cm ²	0 kg/m ²
Angulo deficcion (φ) =	34.6 °	0.604 rad.
γ =	2.733 gr/cm ³	2733 kg/m ³
B =	5.71 m	
D =	1.92 m	

$$N_{\phi} = \tan^2\left(45 + \frac{\phi}{2}\right) = 3.628$$

$$N_c = 2\sqrt{N_{\phi}}(N_{\phi} + 1) = 17.630$$

$$N_{\gamma} = \sqrt{N_{\phi}}(N_{\phi}^2 - 1) = 23.165$$

$$N_q = N_{\phi}^2 = 13.162$$

$$q = cN_c + 0.5\gamma BN_{\gamma} + \gamma DN_q$$

$$q = 249856.42 \text{ kg/m}^2$$

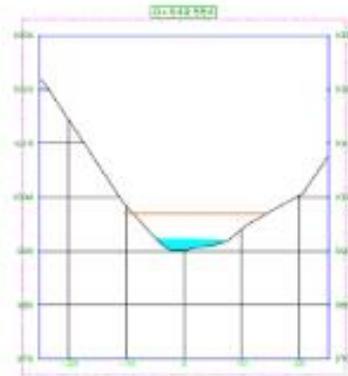
$$q = 249.86 \text{ tn/m}^2$$

$$q = 24.99 \text{ kg/cm}^2$$

Anexo 13: Diseño de infraestructuras hidráulicas

L1: Diseño del dique en la progresiva 0+649.554

Ancho de cauce =	6.392	m
Profundidad máxima =	27.707	m
Altura de huella máxima =	2.055	m
Altura efectiva del dique (h) =	3.700	m
Area total (A _t) =	42.541	m ²
Area hidráulica de la sección (A) =	10.254	m ²
Perímetro mojado (P) =	11.497	m
Ancho sección transversal =	21.130	m
Pendiente de la sección (s) =	0.3249	m/m
Coefficiente rugosidad de manning (n) =	0.1274	adim.
Coefficiente de vertedor (C _v) =	1.45	adim.
Peso específico de la mampostería (γ) =	2400.00	kg/m ³
Peso específico del agua con sedimentos (γ _ω) =	1200.00	kg/m ³
Peso específico del azolve (γ _{az}) =	1350.00	kg/m ³
Peso específico del agua (γ _a) =	1000.00	kg/m ³
Coefficiente de subpresión (K) =	0.50	m
Borde libre de vertedor : (H _l) =	0.20	m



1.- Cálculo del escurrimiento máximo.

Cálculo del radio hidráulico.

$$r = \frac{A}{P} \quad (3)$$

donde:

r = Radio hidráulico (m)
 A = Área de la sección (m²)
 P = Perímetro de mojado (m)

$$r = 0.89 \quad m$$

Cálculo de la velocidad

$$v = \frac{r^{2/3} s^{1/2}}{n} \quad (2)$$

donde:

v = Velocidad del flujo (m/s)
 r = Radio hidráulico de la sección (m)
 s = Pendiente de la sección (m/m)
 n = Coeficiente de rugosidad (adim.)

$$v = 4.146 \quad m/s$$

Se realiza usando el método de las huellas máximas empleando la ecuación 1

$$Q = A \cdot v \quad (1)$$

donde:

Q = Escurrimiento máximo (m³/s)
 A = Área hidráulica de la sección (m²)
 v = Velocidad del flujo (m/s)

$$Q = 42.51 \quad m^3/s$$

2.- Carga sobre la cresta del vertedor.

Longitud del vertedor : $L = Bv = 22.00 \quad m$

$$H_d = \left[\frac{Q}{C_v L} \right]^{2/3} \quad (5)$$

$$H_d = 1.21 \quad m$$

Redondeando el valor de H_d tenemos :

$$H_d = 1.25 \quad m$$

3.- Cálculo del ancho de la corona "e".

$$e = \sqrt{\frac{\omega(\gamma \gamma_a)}{K(\gamma \gamma_a + \gamma) - K \omega \gamma_a}} \quad (6)$$

donde:

e = Ancho de la corona (m)
 ω = Peso específico del agua con sedimentos (kg/m³)
 γ = Peso específico del material de la cortina (kg/m³)
 H_d = Carga de trabajo del vertedor (m)

$$e = 0.93 \quad m$$

Redondeando el valor por tema constructivo

$$e = 0.95 \quad m$$

4.- Cálculo de la base de la dique "B".

Altura total de la presa:

$$Ht = h + Hd + HI$$

Cálculo de las variables a, b, y c:

$$a = K \omega (h + Hd) - \gamma h$$

$$b = \gamma e (3h - 4Ht)$$

$$c = \gamma e^2 (3Ht - 2h) + \omega (h + Hd)^3$$

Cálculo de B :

$$B = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$Ht = 5.15 \text{ m}$$

$$a = -3910.00$$

$$b = -21660.00$$

$$c = 162981.15$$

$$B = 3.73 \text{ m (preliminar)}$$

$$B = 2.50 \text{ m}$$

5.- Análisis de la estabilidad del dique.

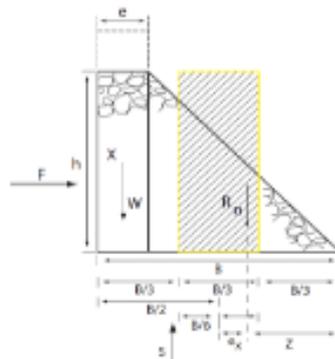


Figura 4. Fuerzas y dimensiones de una presa de mampostería

Con base en la Figura 4, se puede construir el siguiente cuadro:

Centros de gravedad y área			
Figura	Centro de gravedad (X)	Área (A)	Producto XA
	$\frac{e}{2}$	$e \cdot h$	$\frac{e^2 h}{2}$
	$\frac{(B-e)}{3} + e$	$(B-e) \cdot \left(\frac{h}{2}\right)$	$\left[\frac{(B-e)}{3} + e\right] \cdot \left[(B-e) \cdot \left(\frac{h}{2}\right)\right]$
		$\sum A$	$\sum XA$

A partir de los datos del cuadro anterior y la Figura 2, se pueden obtener las siguientes relaciones:

Con la información obtenida, se calcula :

El centro de gravedad del dique :

$$\sum A = \frac{(e+B) \cdot h}{2} = 6.38 \text{ m}^2$$

$$\sum XA = \frac{h \cdot e^2 + B^2 \cdot h + B \cdot h \cdot e}{6} = 5.00 \text{ m}^3$$

$$X = \frac{\sum XA}{\sum A} = 0.78 \text{ m}$$

El peso del dique de mampostería (W) :

$$W = \gamma \cdot \sum A = 15318.00 \text{ kg.}$$

La fuerza de empuje de los sedimentos (F) :

$$F = \gamma_{AZ} \cdot \frac{h^2}{2} = 9240.75 \text{ kg.}$$

La subpresión del agua (S) :

$$S = \frac{k \cdot \gamma_w \cdot h \cdot B}{2} = 2312.5 \text{ kg.}$$

La resultante normal (Rn) :

$$R_n = W - S = 13005.50 \text{ kg.}$$

Y el espaciamento z :

$$z = \frac{W(B-X) - F\left(\frac{h}{3}\right) - S\left(2\frac{B}{3}\right)}{R_n}$$

$$z = 0.85 \text{ m}$$

Conociendo z calculamos la excentricidad (e_x):

$$e_x = \frac{B}{2} - z = 0.40018966 \text{ m}$$

Y se obtiene un valor de R de:

$$R = 600 * \left(\frac{e_x}{B}\right) = 96.05 \%$$

5.- Diseño del colchón hidráulico.

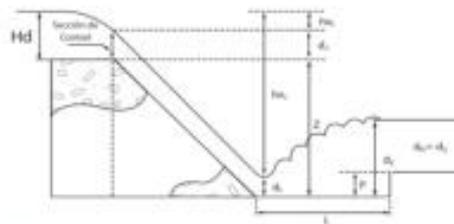


Figura 5. Variables que intervienen en el diseño de un colchón hidráulico

Para proceder al diseño del colchón hidráulico se debe tener en cuenta la Ley de Conservación de Energía (Bernoulli). Si se observa la Figura 5, se tiene:

$$z + d_c + hv_c = d_1 + hv_1 \quad (8)$$

donde:

z = Diferencia de nivel entre la cresta vertedora y el piso del colchón.

d_c = Tirante crítico, nivel del agua sobre la cresta vertedora.

hv_c = Carga de velocidad al presentarse el tirante crítico.

d_1 = Tirante en la sección más contraída de la vena líquida.

hv_1 = Carga de velocidad en el lugar donde se presenta d_1 .

Para resolver la ecuación se debe encontrar el tirante d_1 que la satisfaga por medio de tanteos. Con el fin de encontrar una solución aplicable a todas las cortinas, se consideró que z = altura efectiva de la presa, es decir, $z = h$, y además se utilizó el concepto de gasto unitario (q) que es el gasto que pasa por una longitud de un metro de vertedor.

Considerando lo anterior, las variables involucradas se determinan por medio de las siguientes fórmulas:

a). Cálculo del gasto unitario (q):

$$q = \frac{Q}{Bv} = 1.93 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}$$

b). Cálculo del tirante c $q = 9.81 \text{ m}^3/\text{s}^2$

$$d_c = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}} = 0.72 \text{ m}$$

Cálculo de la carga de velocidad al presentarse el tirante crítico (hv_c):

$$hv_c = \frac{\left(\frac{q}{d_c}\right)^2}{2g} = 7.86 \text{ m}$$

Cálculo de $z + d_c + hv_c$:

$$z + d_c + hv_c = 12.29$$

Y hv_1 se calcula como:

$$hv_1 = \frac{v_1^2}{2g} \quad (12)$$

donde:

$$v_1 = \frac{q}{d_1} \quad (13)$$

El valor del conjugado menor (d_1) obtenido por tanteos para establecer la igualdad $z + d_c + hv_c = d_1 + hv_1$ es:

$z =$	8	$d_1 =$	0.62
$d_c =$	0.72	$v_1 =$	3.14
$hvc =$	7.86	$hv_1 =$	0.50

$$z + d_c + hv_c = d_1 + hv_1$$

$$z + d_c + hv_c - \left(d_1 + \frac{1}{2 \cdot g} * \left(\frac{q}{d_1} \right)^2 \right) = 0$$

$$z + d_c + hv_c - \left(d_1 + \frac{1}{2 \cdot g} * \left(\frac{q}{d_1} \right)^2 \right) = 0.000$$

Una vez obtenido el tirante d_1 que se conoce como "conjugado menor" se calcula el conjugado mayor d_2 , que es la altura de la superficie libre del agua al final del salto hidráulico.

$$d_2 = -\frac{d_1}{2} + \sqrt{\left(\frac{d_1^2}{4}\right) + \left(\frac{2v_1^2 d_1}{g}\right)} \quad (14)$$

$$d_2 = 0.85 \text{ m}$$

Para que el salto se presente en el interior del colchón hidráulico y no en áreas desprotegidas donde causaría daños al cauce, se debe cumplir con las siguientes condiciones (SARH, 1987):

$$L = 5(d_2 - d_1) \quad (15)$$

$$P = d_2 - d_c \quad (16)$$

donde:

L = Longitud del colchón hidráulico (m)

P = Profundidad del colchón hidráulico (m)

$$L = 5(d_2 - d_1) \quad P = d_2 - d_c$$

$$L = 1.15 \quad P = 0.12$$

Por lo tanto por seguridad debe darse $L = 2.00 \text{ m}$ y $P = 0.70 \text{ m}$

$$L = 2.00 \text{ m}$$

Debido al costo de una excavación para darle profundidad al colchón hidráulico es preferible interpretar a P como la altura del dentellón final.

Para fines de elaboración de proyectos ejecutivos, se sugiere que la longitud del tanque dissipador (L) sea igual a la longitud del salto (L_s) multiplicada por un factor de 1.20 y la longitud del salto calculada como 7 veces la diferencia entre los tirantes conjugados, quedando de la siguiente manera (Normas técnicas complementarias del Distrito Federal)²:

$$L_s = 7(d_2 - d_1)$$

$$L_t = 1.20 * L_s$$

$$L_s = 1.61$$

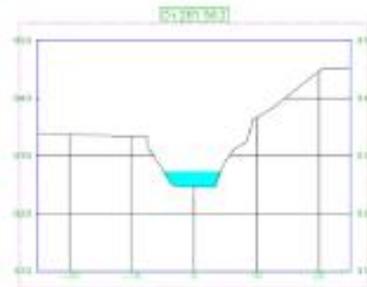
$$L_t = 1.93$$

Otros autores indican que la longitud del delantal deberá ser de aproximadamente el doble de la altura efectiva de la presa (Colegio de Postgraduados, 1991).

$$L = 7.4 \quad m$$

L2: Diseño del dique en la progresiva 0+281.963

Ancho de cauce =	6.300	m
Profundidad maxima =	8.763	m
Altura de huella maxima =	2.696	m
Altura efectiva del dique (h) =	4.950	m
Area total (A _t) =	30.720	m ²
Area hidraulica de la seccion (A) =	20.450	m ²
Perimetro mojado (P) =	12.342	m
Ancho seccion transversal =	15.850	m
Pendiente de la seccion (s) =	0.158	m/m
Coefficiente rugosidad de manning (n) =	0.4000	adm.
Coefficiente de vertedor (C _v) =	1.45	adm.
Peso especifico de la mamposteria (γ) =	2400.00	kg/m ³
Peso especifico del agua con sedimentos (ω) =	1200.00	kg/m ³
Peso especifico del azolve (γ _{AZ}) =	1350.00	kg/m ³
Peso especifico del agua (γ _a) =	1000.00	kg/m ³
Coefficiente de subpresion (K) =	0.50	m
Borde libre de vertedor : (Hl) =	0.20	m



1.- Calculo del escurrimiento maximo.

Calculo del radio hidraulico.

$$r = \frac{A}{P} \quad (3)$$

donde:

r = Radio hidráulico (m)
A = Área de la sección (m²)
P = Perimetro de mojado (m)

$$r = 1.66 \quad m$$

Calculo de la velocidad

$$v = \frac{r^{2/3} s^{1/2}}{n} \quad (2)$$

donde:

v = Velocidad del flujo (m/s)
r = Radio hidráulico de la sección (m)
s = Pendiente de la sección (m/m)
n = Coeficiente de rugosidad (adm.)

$$V = 1.393 \quad m/s$$

Se realiza usando el método de las huellas máximas em pleando la ecuación 1

$$Q = A \cdot v \quad (1)$$

donde:

Q = Escurrimiento máximo (m³/s)
A = Área hidráulica de la sección (m²)
v = Velocidad del flujo (m/s)

$$Q = 28.49 \quad m^3/s$$

2.- Carga sobre la cresta del vertedor.

Longitud del vertedor : L = Bv = 13.00 m

$$Hd = \left[\frac{Q}{C_v \cdot L} \right]^{2/3} \quad (5)$$

$$Hd = 1.32 \quad m$$

Redondeando el valor de Hd tenemos :

$$Hd = 1.35 \quad m$$

3.- Calculo del ancho de la corona "e".

$$e = \sqrt{\frac{\omega(Hd)^2}{\gamma(Hd+Hl) - K \cdot \omega \cdot Hd}} \quad (6)$$

donde:

e = Ancho de la corona (m)
ω = Peso especifico del agua con sedimentos (kg/m³)
γ = Peso especifico del material de la cortina (kg/m³)
Hd = Carga de trabajo del vertedor (m)

$$e = 1.01 \quad m$$

Redondeando el valor por tema constructivo

$$e = 1.10 \quad m$$

4.- Cálculo de la base de la dique "B".

Altura total de la presa:

$$Ht = h + Hd + HI$$

$$Ht = 6.50 \text{ m}$$

Cálculo de las variables a, b, y c:

$$a = K \omega (h + Hd) - \gamma h$$

$$a = -8100.00$$

$$b = \gamma e (3h - 4Ht)$$

$$b = -29436.00$$

$$c = \gamma e^2 (3Ht - 2h) + \omega (h + Hd)^3$$

$$c = 327934.80$$

Cálculo de B:

$$B = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$B = 4.80 \text{ m (preliminar)}$$

$$B = 3.45 \text{ m}$$

5.- Análisis de la estabilidad del dique.

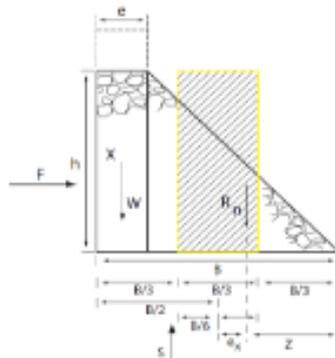


Figura 4. Fuerzas y dimensiones de una presa de mampostería

Con base en la Figura 4, se puede construir el siguiente cuadro:

Centros de gravedad y área			
Figura	Centro de gravedad (X)	Área (A)	Producto XA
	$\frac{e}{2}$	$e \cdot h$	$\frac{e^2 h}{2}$
	$\frac{(B-e)}{3} + e$	$(B-e) \cdot \left(\frac{h}{2}\right)$	$\left[\frac{(B-e)}{3} + e\right] \cdot \left[(B-e) \cdot \left(\frac{h}{2}\right)\right]$
		$\sum A$	$\sum XA$

A partir de los datos del cuadro anterior y la Figura 2, se pueden obtener las siguientes relaciones:

Con la información obtenida, se calcula:

El centro de gravedad del dique:

$$\sum A = \frac{(e+B) \cdot h}{2} = 11.26 \text{ m}^2$$

$$\sum XA = \frac{h \cdot e^2 + B^2 \cdot h + B \cdot h \cdot e}{6} = 11.73 \text{ m}^3$$

$$X = \frac{\sum XA}{\sum A} = 1.04 \text{ m}$$

El peso del dique de mampostería (W):

$$W = \gamma \cdot \sum A = 27027.00 \text{ kg}$$

La fuerza de empuje de los sedimentos (F):

$$F = \gamma_{AZ} \cdot \frac{h^2}{2} = 16539.19 \text{ kg}$$

La subpresión del agua (S):

$$S = \frac{k \cdot \gamma_w \cdot h \cdot B}{2} = 4269.375 \text{ kg}$$

La resultante normal (Rn):

$$R_n = W - S = 22757.63 \text{ kg}$$

Y el espaciamiento z:

$$z = \frac{W(B-X) - F\left(\frac{h}{3}\right) - S\left(2\frac{B}{3}\right)}{R_n}$$

$$z = 1.23 \text{ m}$$

Conociendo z calculamos la excentricidad (e_x):

$$e_x = \frac{B}{2} - z = 0.4949429 \text{ m}$$

Y se obtiene un valor de R de:

$$R = 600 * \left(\frac{e_x}{B}\right) = 86.08 \%$$

5.- Diseño del colchón hidráulico.

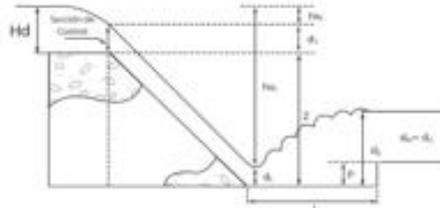


Figura 5. Variables que intervienen en el diseño de un colchón hidráulico

Para proceder al diseño del colchón hidráulico se debe tener en cuenta la Ley de Conservación de Energía (Bernoulli). Si se observa la Figura 5, se tiene:

$$z + d_c + hv_c = d_1 + hv_1 \quad (8)$$

donde:

z = Diferencia de nivel entre la cresta vertedora y el piso del colchón.

d_c = Tirante crítico, nivel del agua sobre la cresta vertedora.

hv_c = Carga de velocidad al presentarse el tirante crítico.

d_1 = Tirante en la sección más contraída de la vena líquida.

hv_1 = Carga de velocidad en el lugar donde se presenta d_1 .

Para resolver la ecuación se debe encontrar el tirante d_1 , que la satisfaga por medio de tanteos. Con el fin de encontrar una solución aplicable a todas las cortinas, se consideró que z = altura efectiva de la presa, es decir, $z = h$, y además se utilizó el concepto de gasto unitario (q) que es el gasto que pasa por una longitud de un metro de vertedor.

Considerando lo anterior, las variables involucradas se determinan por medio de las siguientes fórmulas:

a). Cálculo del gasto unitario (q):

$$q = \frac{Q}{Bv} = 2.19 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}$$

b). Cálculo del tirante c $q = 9.81 \text{ m}/\text{s}^2$

$$d_c = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}} = 0.79 \text{ m}$$

Cálculo de la carga de velocidad al presentarse el tirante crítico (hv_c):

$$hv_c = \frac{\left(\frac{q}{d_c}\right)^2}{2g} = 6.65 \text{ m}$$

Cálculo de $z + d_c + hv_c$:

$$z + d_c + hv_c = 12.38$$

Y hv_1 se calcula como:

$$hv_1 = \frac{v_1^2}{2g} \quad (12)$$

donde:

$$v_1 = \frac{q}{d_1} \quad (13)$$

El valor del conjugado menor (d_1) obtenido por tanteos para establecer la igualdad $z + d_c + hv_c = d_1 + hv_1$ es:

$z =$	8	$d_1 =$	0.69
$dc =$	0.79	$v_1 =$	3.19
$hvc =$	6.65	$hv_1 =$	0.52

$$z + d_c + hv_c = d_1 + hv_1$$

$$z + d_c + hv_c - \left(d_1 + \frac{1}{2 \cdot g} * \left(\frac{q}{d_1} \right)^2 \right) = 0$$

$$z + d_c + hv_c - \left(d_1 + \frac{1}{2 \cdot g} * \left(\frac{q}{d_1} \right)^2 \right) = 0.000$$

Una vez obtenido el tirante d_1 , que se conoce como "conjugado menor" se calcula el conjugado mayor d_2 , que es la altura de la superficie libre del agua al final del salto hidráulico.

$$d_2 = -\frac{d_1}{2} + \sqrt{\left(\frac{d_1^3}{4}\right) + \left(\frac{2q^2 \cdot d_1}{g}\right)} \quad (14)$$

$$d_2 = 0.90 \text{ m}$$

Para que el salto se presente en el interior del colchón hidráulico y no en áreas desprotegidas donde causaría daños al cauce, se debe cumplir con las siguientes condiciones (SARBA, 1987):

$$L = 5(d_2 - d_1) \quad (15)$$

$$P = d_2 - d_c \quad (16)$$

donde:

L = Longitud del colchón hidráulico (m)

P = Profundidad del colchón hidráulico (m)

$$L = 5(d_2 - d_1) \quad P = d_2 - d_c$$

$$L = 1.05 \quad P = 0.11$$

Por lo tanto por seguridad debe darse $L > 2.00 \text{ m}$ y $P > 0.70 \text{ m}$

$$L = 2.00 \text{ m}$$

Debido al costo de una excavación para darle profundidad al colchón hidráulico es preferible interpretar a P como la altura del dentellón final.

Para fines de elaboración de proyectos ejecutivos, se sugiere que la longitud del tanque dissipador (L) sea igual a la longitud del salto (L_s) multiplicada por un factor de 1.20 y la longitud del salto calculada como 7 veces la diferencia entre los tirantes conjugados, quedando de la siguiente manera (Normas técnicas complementarias del Distrito Federal):

$$L_s = 7(d_2 - d_1)$$

$$L_t = 1.20 * L_s$$

$$L_s = 1.47$$

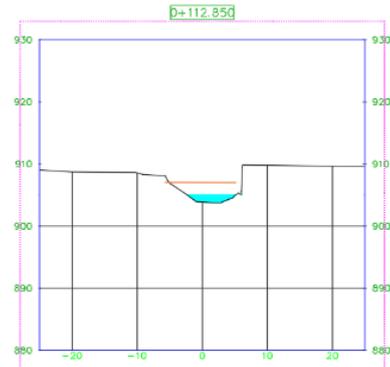
$$L_t = 1.76$$

Otros autores indican que la longitud del delantal deberá ser de aproximadamente el doble de la altura efectiva de la presa (Colegio de Postgraduados, 1991).

$$L = 9.90 \quad \text{m}$$

L3: Diseño del dique en la progresiva 0+112.850

Ancho de cauce =	7.790	m
Profundidad maxima =	3.675	m
Altura de huella maxima =	1.084	m
Altura efectiva del dique (h) =	3.700	m
Area total (A _T) =	37.491	m ²
Area hidraulica de la seccion (A) =	14.288	m ²
Perimetro mojado (P) =	9.642	m
Ancho seccion transversal =	11.307	m
Pendiente de la seccion (s) =	0.1051	m/m
Coefficiente rugosidad de manning (n) =	0.4000	adim.
Coefficiente de vertedor (C _v) =	1.45	adim.
Peso especifico de la mamposteria (γ) =	2400.00	kg/m ³
Peso especifico del agua con sedimentos (ω) =	1200.00	kg/m ³
Peso especifico del azolve (γ _{AZ}) =	1350.00	kg/m ³
Peso especifico del agua (γ _a) =	1000.00	kg/m ³
Coefficiente de subpresion (K) =	0.50	m
Borde libre de vertedor : (Hl) =	0.20	m



1.- Calculo del escurrimiento maximo.

Calculo del radio hidraulico.

$$r = \frac{A}{P} \quad (3)$$

donde:

r = Radio hidráulico (m)
A = Área de la sección (m²)
P = Perímetro de mojado (m)

$$r = 1.48 \quad m$$

Calculo de la velocidad

$$v = \frac{r^{2/3} s^{1/2}}{n} \quad (2)$$

donde:

v = Velocidad del flujo (m/s)
r = Radio hidráulico de la sección (m)
s = Pendiente de la sección (m/m)
n = Coeficiente de rugosidad (adim.)

$$V = 1.053 \quad m/s$$

Se realiza usando el método de las huellas máximas em pleando la ecuación 1

$$Q = A * v \quad (1)$$

donde:

Q = Escurrimiento máximo (m³/s)
A = Área hidráulica de la sección (m²)
v = Velocidad del flujo (m/s)

$$Q = 15.05 \quad m^3/s$$

2.- Carga sobre la cresta del vertedor.

Longitud del vertedor : L = Bv = 7.00 m

$$Hd = \left[\frac{Q}{Cv * L} \right]^{2/3} \quad (5)$$

$$Hd = 1.30 \quad m$$

Redondeando el valor de Hd tenemos :

$$Hd = 1.30 \quad m$$

3.- Calculo del ancho de la corona "e".

$$e = \sqrt{\frac{\omega(Hd)^3}{\gamma(Hd+Hl) - K \omega Hd}} \quad (6)$$

donde:

e = Ancho de la corona (m)
ω = Peso especifico del agua con sedimentos (kg/m³)
γ = Peso especifico del material de la cortina (kg/m³)
Hd = Carga de trabajo del vertedor (m)

$$e = 0.97 \quad m$$

Redondeando el valor por tema constructivo

$$e = 1.00 \quad m$$

4.- Cálculo de la base de la dique "B".

Altura total de la presa:

$$Ht = h + Hd + HI$$

$$Ht = 5.20 \text{ m}$$

Cálculo de las variables a, b, y c:

$$a = K \omega (h + Hd) - \gamma h$$

$$a = -5880.00$$

$$b = \gamma e (3h - 4Ht)$$

$$b = -23280.00$$

$$c = \gamma e^2 (3Ht - 2h) + \omega (h + Hd)^3$$

$$c = 169680.00$$

Cálculo de B :

$$B = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$B = 3.75 \text{ m (preliminar)}$$

$$B = 2.50 \text{ m}$$

5.- Análisis de la estabilidad del dique.

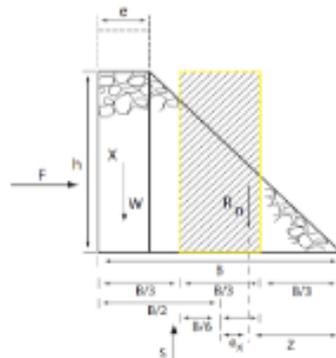


Figura 4. Fuerzas y dimensiones de una presa de mampostería

Con base en la Figura 4, se puede construir el siguiente cuadro:

Centros de gravedad y área			
Figura	Centro de gravedad (X)	Área (A)	Producto XA
	$\frac{e}{2}$	$e \cdot h$	$\frac{e^2 h}{2}$
	$\frac{(B-e)}{3} + e$	$(B-e) \cdot \left(\frac{h}{2}\right)$	$\left[\frac{(B-e)}{3} + e\right] \cdot \left[(B-e) \cdot \left(\frac{h}{2}\right)\right]$
		$\sum A$	$\sum XA$

A partir de los datos del cuadro anterior y la Figura 2, se pueden obtener las siguientes relaciones:

Con la información obtenida, se calcula :

El centro de gravedad del dique :

$$\sum A = \frac{(e+B) \cdot h}{2} = 6.48 \text{ m}^2$$

$$\sum XA = \frac{h \cdot e^2 + B^2 \cdot h + B \cdot h \cdot e}{6} = 5.09 \text{ m}^3$$

$$X = \frac{\sum XA}{\sum A} = 0.79 \text{ m}$$

El peso del dique de mampostería (W) :

$$W = \gamma \cdot \sum A = 15540.00 \text{ kg.}$$

La fuerza de empuje de los sedimentos (F) :

$$F = \gamma_{AZ} \cdot \frac{h^2}{2} = 9240.75 \text{ kg.}$$

La subpresión del agua (S) :

$$S = \frac{k \cdot \gamma_w \cdot h \cdot B}{2} = 2312.5 \text{ kg.}$$

La resultante normal (R_n) :

$$R_n = W - S = 13227.50 \text{ kg.}$$

Y el espaciamiento z :

$$z = \frac{W(B-X) - F\left(\frac{h}{3}\right) - S\left(2\frac{B}{3}\right)}{R_n}$$

$$z = 0.86 \text{ m}$$

Conociendo z calculamos la excentricidad (e_x):

$$e_x = \frac{B}{2} - z = 0.38899767 \text{ m}$$

Y se obtiene un valor de R de:

$$R = 600 \cdot \left(\frac{e_x}{B}\right) = 93.36 \%$$

5.- Diseño del colchón hidráulico.

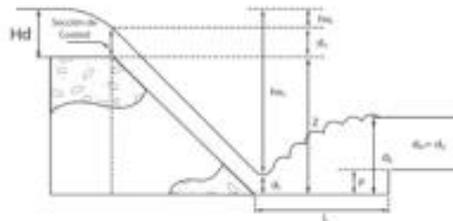


Figura 5. Variables que intervienen en el diseño de un colchón hidráulico

Para proceder al diseño del colchón hidráulico se debe tener en cuenta la Ley de Conservación de Energía (Bernoulli). Si se observa la Figura 5, se tiene:

$$z + d_c + hv_c = d_1 + hv_1 \quad (8)$$

donde:

z = Diferencia de nivel entre la cresta vertedora y el piso del colchón.

d_1 = Tirante crítico, nivel del agua sobre la cresta vertedora.

hv_c = Carga de velocidad al presentarse el tirante crítico.

d_2 = Tirante en la sección más contraída de la vena líquida.

hv_1 = Carga de velocidad en el lugar donde se presenta d_1 .

Para resolver la ecuación se debe encontrar el tirante d_2 que la satisfaga por medio de tanteos. Con el fin de encontrar una solución aplicable a todas las cortinas, se consideró que z = altura efectiva de la presa, es decir, $z = h$, y además se utilizó el concepto de gasto unitario (q) que es el gasto que pasa por una longitud de un metro de vertedor.

Considerando lo anterior, las variables involucradas se determinan por medio de las siguientes fórmulas:

a). Cálculo del gasto unitario (q):

$$q = \frac{Q}{Bv} = 2.15 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}$$

b). Cálculo del tirante c $q = 9.81 \text{ m}^3/\text{s}^2$

$$d_c = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}} = 0.78 \text{ m}$$

Cálculo de la carga de velocidad al presentarse el tirante crítico (hv_c):

$$hv_c = \frac{\left(\frac{q}{d_c}\right)^2}{2g} = 6.82 \text{ m}$$

Cálculo de $z + d_c + hv_c$:

$$z + d_c + hv_c = 11.29$$

Y hv_1 se calcula como:

$$hv_1 = \frac{v_1^2}{2g} \quad (12)$$

donde:

$$v_1 = \frac{q}{d_1} \quad (13)$$

El valor del conjugado menor (d_1) obtenido por tanteos para establecer la igualdad $z + d_c + hv_c = d_1 + hv_1$ es:

$z =$	8	$d_1 =$	0.68
$d_c =$	0.78	$v_1 =$	3.18
$hvc =$	6.82	$hv_1 =$	0.51

$$z + d_c + hv_c = d_1 + hv_1$$

$$z + d_c + hv_c - \left(d_1 + \frac{1}{2g} \cdot \left(\frac{q}{d_1}\right)^2\right) = 0$$

$$z + d_c + hv_c - \left(d_1 + \frac{1}{2g} \cdot \left(\frac{q}{d_1}\right)^2\right) = 0.000$$

Una vez obtenido el tirante d_2 que se conoce como "conjugado menor" se calcula el conjugado mayor d_1 que es la altura de la superficie libre del agua al final del salto hidráulico.

$$d_2 = -\frac{d_1}{2} + \sqrt{\left(\frac{d_1^2}{4}\right) + \left(\frac{2v_1^2 d_1}{g}\right)} \quad (14)$$

$$d_2 = 0.89 \text{ m}$$

Para que el salto se presente en el interior del colchón hidráulico y no en áreas desprotegidas donde causaría daños al cauce, se debe cumplir con las siguientes condiciones (SARR, 1987):

$$L = 5(d_2 - d_1) \quad (15)$$

$$P = d_2 - d_c \quad (16)$$

donde:

L = Longitud del colchón hidráulico (m)

P = Profundidad del colchón hidráulico (m)

$$L = 5(d_2 - d_1) \quad P = d_2 - d_c$$

$$L = 1.06 \quad P = 0.11$$

Por lo tanto por seguridad debe darse $L = 1.40 \text{ m}$ y $P = 1.00 \text{ m}$

$$L = 1.50 \text{ m}$$

Debido al costo de una excavación para darle profundidad al colchón hidráulico es preferible interpretar a P como la altura del dentellón final.

Para fines de elaboración de proyectos ejecutivos, se sugiere que la longitud del tanque dissipador (L) sea igual a la longitud del salto (Ls) multiplicada por un factor de 1.20 y la longitud del salto calculada como 7 veces la diferencia entre los tirantes conjugados, quedando de la siguiente manera (Normas técnicas complementarias del Distrito Federal)²:

$$Ls = 7(d_2 - d_1)$$

$$Lt = 1.20 * Ls$$

$$Ls = 1.49$$

$$Lt = 1.79$$

Otros autores indican que la longitud del delantal deberá ser de aproximadamente el doble de la altura efectiva de la presa (Colegio de Postgraduados, 1991).

$$L = 7.40 \quad m$$

L4: Diseño del muro de encauzamiento

DATOS:

A GEOMETRIA DEL MURO

Hp =	9.00	m
h1 =	2.750	m
t1 =	0.30	m
Rec Muro	4	cm
Rec Zpta	7.5	cm

B DATOS DEL TERRENO

Arenas densa y grava	
γ (kg/m ³)	2725
ϕ (°)	34°
c (kg/cm ²)	25.58

C DATOS DEL C° Y ACERO

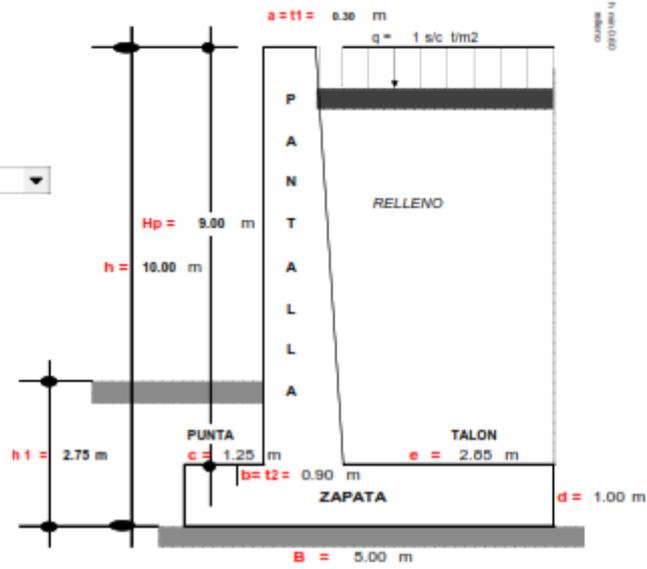
f_c (kg/cm ²)	210
f_y (kg/cm ²)	4,200

D FACTOR DE SEGURIDAD

F.S.V	≥ 1.75
F.S.D	≥ 1.25

E SOBRECARGA

q s/c l-m ²	0.50	tn
--------------------------	------	----



1.- PREDIMENSIONAMIENTO:

$$a = 20 \text{ a } 30 \rightarrow \text{Asumido} = 0.30 \text{ m}$$

$$b = \frac{H}{12} \text{ a } \frac{H}{10}$$

$$b = \frac{10.00}{12} \text{ o } \frac{10.00}{10}$$

$$b = 0.83 \text{ o } 1 \rightarrow \text{Asumido} = 0.90 \text{ m}$$

$$B = 0.5 H \text{ a } 0.8 H$$

$$B = 0.5 \cdot 10.00 \text{ o } 0.8 \cdot 10.00$$

$$B = 5.00 \text{ o } 8.00 \rightarrow \text{Asumido} = 5.00 \text{ m}$$

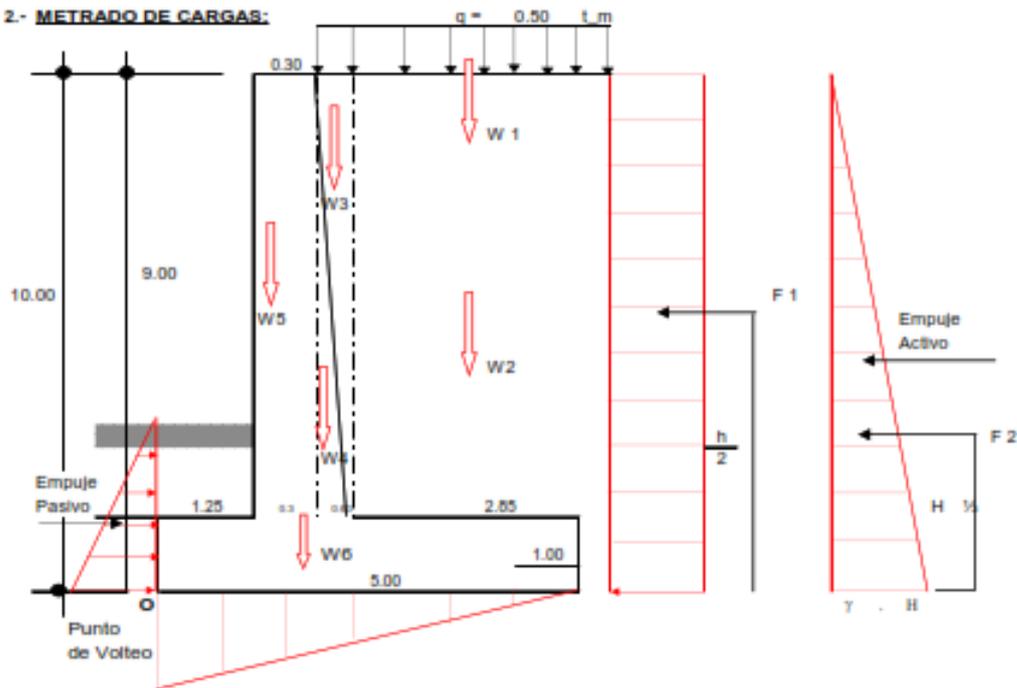
$$c = \frac{1}{3} B = \frac{1}{2} b = 1.22$$

$$c = 1.22 \rightarrow \text{Asumido} = 1.25 \text{ m}$$

$$d = \begin{cases} = b = \\ = b + 5 \\ = b + 10 \\ = b + 15 \\ = b + 20 \end{cases} \quad 1.00 \rightarrow \text{Asumido} = 1.00 \text{ m}$$

$$e = B - c - b = 5.00 - 1.25 - 0.90 = 2.85 \text{ m}$$

2.- METRADO DE CARGAS:



a.- FUERZAS VERTICALES:	1.00 mts de Analisis	
$W1 = 0.50 \text{ t/m}^2 \times 3.45 \times 1.00$		$= 1,725 \text{ kg}$
$W2 = 34 \text{ kg/cm}^2 \times (2.85 \times 2.60) \times 1.00$		$= 248 \text{ kg}$
$W3 = 34 \text{ kg/cm}^2 \times \left(\frac{0.60 \times 2.60}{2} \right) \times 1.00$		$= 26 \text{ kg}$
$W4 = 2,400 \text{ kg/cm}^2 \times \left(\frac{0.60 \times 2.60}{2} \right) \times 1.00$		$= 1,872 \text{ kg}$
$W5 = 2,400 \text{ kg/cm}^2 \times 0.3 \times 2.60 \times 1.00$		$= 1,872 \text{ kg}$
$W6 = 2,400 \text{ kg/cm}^2 \times 5.00 \times 1.00 \times 1.00$		$= 12,000 \text{ kg}$
	Σfy	$17,743 \text{ kg}$

b.- FUERZAS HORIZONTALES O FUERZAS DE EMPUJE DEL TERRENO
CALCULO DEL COEFICIENTE ACTIVO DE RANKINE (K_a)

$$K_a = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right)$$

$$K_a = \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{34}{2} \right) = 28.25$$

$$K_a = 0.289$$

$$F_1 = [(q) \times (H) \times 1.00 \text{ m}] K_a$$

$$F_1 = [500 \text{ kg/cm}^2 \times 2.60 \times 1.00] \times 0.289$$

$$F_1 = 375 \text{ Kg/cm}^2$$

UBICACIÓN : F 1

$$F_1 = \frac{H}{2} = \frac{9.00}{2} = 4.5 \text{ m}$$

$$F_2 = (\text{vol}) D \cdot P$$

$$F_2 = \left[\frac{1}{2} (\gamma H) (H) \times 1.00 \right] K_a$$

$$F_2 = \frac{1}{2} \gamma h^2 \times 1.00 \times K_a$$

$$F_2 = \frac{1}{2} 34 \text{ kg/cm}^2 \times 2.60^2 \times 1.00 \times 0.289$$

$$F_2 = 32.69 \text{ Kg}$$

UBICACIÓN : F 2

$$F_2 = \frac{1}{3} H$$

$$F_2 = \frac{1}{3} 2.60 = 0.87 \text{ m}$$

3.- ESTABILIDAD DEL MURO AL VOLTEO

$$F_s V = \frac{\sum MF_y}{\sum MF_h} \geq 1.75$$

FUERZAS VERTICALES ESTABILIZADORAS

PESO	W (Kg)	BRAZO (m)	MOMENTO(kg-m)
W 1	1,725	3.75	6,468.75
W2	240	3.75	930.00
W3	26	1.650	48.34
W4	1,872	1.650	3,463.20
W5	1,872	1.400	2,620.80
W6	12,000	2.50	30,000.00
$\sum MF_f$	17,743	$\sum MoF_y$	43,531.97

FUERZAS HORIZONTALES DESESTABILIZADORAS

PESO	W (Kg)	BRAZO (m)	MOMENTO(kg-m)
F 1	375	4.500	1,688.97

F 2	33	0.87	25.44
$\sum F_h$	408.02	$\sum MF_h$	1,717.41

$F_s V$	$\frac{43,531.97 \text{ kg/m}}{1,717.41 \text{ kg/m}}$	=	25.35	>	1.75	OK CUMPLE
---------	--	---	-------	---	------	-----------

3.- ESTABILIDAD DEL MURO POR DESLIZAMIENTO

$F_s D$	=	$\frac{u \sum F_v}{\sum F_h} \geq 1.25$	=	$\frac{f \text{ Empuje}}{f \text{ Rozamiento}}$
---------	---	---	---	---

$$u = \text{tg } \theta \leq 0.60$$

$$u = 34^\circ = 0.662 > 0.60$$

$$u = 0.60$$

$F_s D$	$\frac{0.60 \cdot 17,743}{408.02}$	=	26.09	>	1.25	OK CUMPLE
---------	------------------------------------	---	-------	---	------	-----------

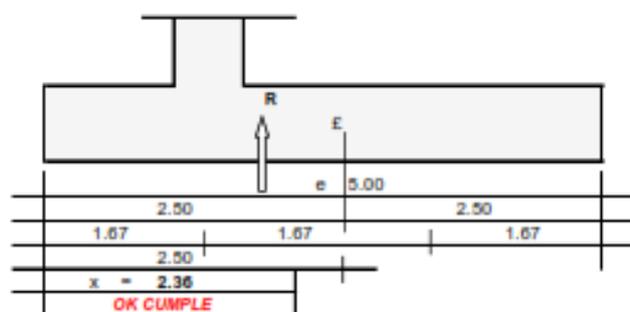
ESTABILIDAD PARA CAPACIDAD PORTANTE DEL TERRENO DE CIMENTACIÓN

1ro CALCULO DE LA UBICACIÓN DE LA RESULTANTE:

$$x = \frac{I M_o}{I F_y} \quad x = \frac{I M_o F_y - I M_o F_h}{I F_y}$$

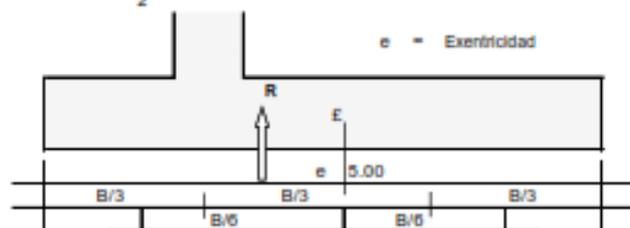
$$x = \frac{43,531.97 - 1,717.41}{17,743}$$

$$x = 2.36$$



2ro EXENTRICIDAD

$$e = \frac{B}{2} - x$$



$$e = \frac{5.00}{2} - 2.36 \quad e = 0.143$$

$$\frac{B}{6} = \frac{5.00}{6} = 0.83$$

3ro CALCULO DE LA PRESION ACTUANTE

$$q = \frac{IFy}{A \cdot B} \left(1 \pm \frac{6 \cdot e}{B} \right)$$

$$q = \frac{17,743}{1.00 \cdot 5.00} \left(1 \pm \frac{6 \cdot 0.143}{5.00} \right)$$

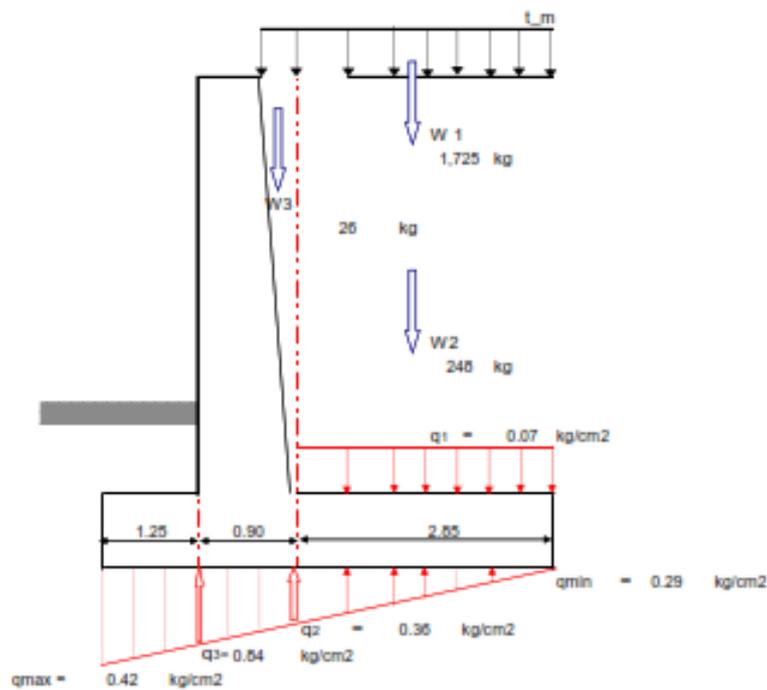
$$q = 3,545.67 \quad 1 \pm 0.172043$$

$$q_{max} = 4,159.20 \quad \text{kg/m}^2 \rightarrow 0.42$$

$$q_{min} = 2,936.15 \quad \text{kg/m}^2 \rightarrow 0.29$$

$$q_{max, q_{min}} < \sigma_t = \text{OK CUMPLE}$$

$$0.42 < 25.59$$



$$q = \frac{w_1 + w_2 + w_3}{A \text{ talón}} \quad q = \frac{1,725 + 245 + 26}{2.85 \times 1.00}$$

$$q = 701.53 \quad \text{kg/m}^2 \rightarrow 0.07 \quad \text{kg/cm}^2$$

$$\frac{2.85}{x} = \frac{5.00}{0.12} \quad x = 0.07 \rightarrow q_2 = 0.29 + x$$

$$q_2 = 0.29 + 0.07$$

$$q_2 = 0.36 \quad \text{kg/cm}^2$$

$$\frac{2.65 + 0.90}{y} = \frac{5.00}{0.12} \quad y = 0.55$$

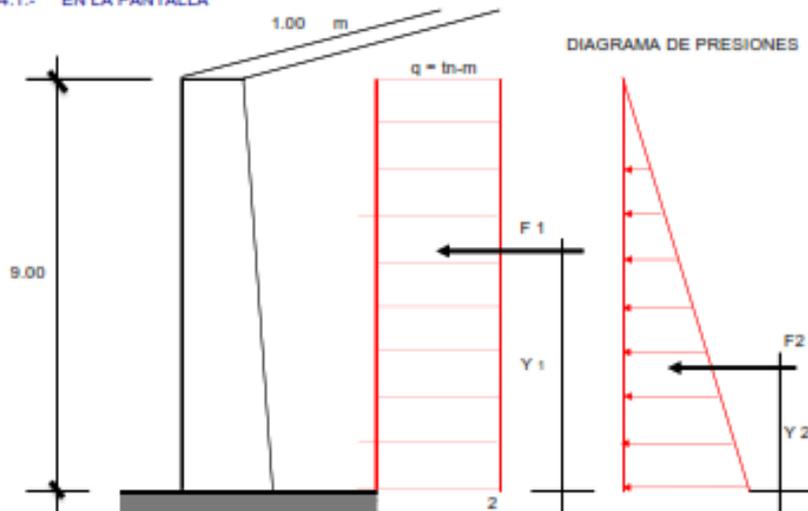
$$q_3 = 0.29 + y$$

$$q_3 = 0.29 + 0.55$$

$$q_3 = 0.84 \text{ kg/cm}^2$$

4.- CALCULO DE LOS MOMENTOS FLECTORES Y FUERZAS CORTANTES

4.1.- EN LA PANTALLA



a) MOMENTO FLECTOR

En

$$F1 = (q \cdot h \cdot 1.00 \text{ m}) \cdot ka$$

$$F1 = (500 \text{ kg-m} \times 2.60 \text{ m} \times 1.00 \text{ m}) \cdot 0.289$$

$$F1 = 375.33 \text{ kg.}$$

$$y1 = \frac{h}{2} = \frac{2.60}{2} = 1.3$$

$$y1 = 1.3 \text{ m}$$

En

$$F2 = \frac{1}{2} (\gamma \cdot h^2 \cdot 1.00 \text{ m}) \cdot Ka$$

$$F2 = \frac{1}{2} \cdot 34 \cdot \frac{6.76}{2.60} \cdot 17 \cdot 1.00 \cdot 0.289 = 32.69 \text{ kg}$$

$$F2 = 0.03 \text{ tn-m}$$

$$y2 = \frac{1}{3} h \quad y2 = \frac{1}{3} \cdot 9.00$$

$$y2 = 3.00 \text{ m}$$

MOMENTO ULTIMO

$$M_{\text{max}} = (F1 \cdot Y1) + (F2 \cdot Y2)$$

$$M_{\text{max}} = (375.33 \times 1.3) + (32.69 \times 3.00)$$

$$M_{max} = 556.00 \text{ kg-m}$$

b) FUERZA CORTANTE

* FUERZA CORTANTE ACTUANTE

$$V = F_1 + F_2$$

$$V = 375.33 + 32.69$$

$$V = 408.02 \text{ kg}$$

* ESFUERZO CORTANTE (μ)

$$\mu = \frac{V}{b \cdot d} \quad \left| \begin{array}{l} V = 408.02 \\ b = 1.00 \\ d = 0.86 \end{array} \right.$$

$$\mu = \frac{408.02}{100 \cdot 86} = 0.05$$

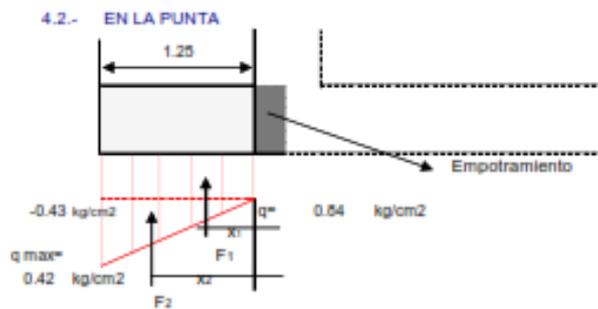
$$\mu = 0.05 \text{ kg/cm}^2$$

* ESFUERZO CORTANTE RESISTENTE DEL CONCRETO (μ_c)

$$\mu_c = 0.53 \sqrt{f'c}$$

$$\mu_c = 0.53 \times 0.53 \sqrt{210} = 6.53 \text{ kg/cm}^2$$

$$\mu_c = 6.53 \text{ kg/cm}^2 > 0.05 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK CUMPLE}$$



a) MOMENTO FLECTOR

En:

$$F_1 = 0.84 \times 1.25 \times 1.00$$

$$F_1 = 10.500 \text{ Kg}$$

$$X_1 = \frac{1.25}{2} = 0.63 \text{ m}$$

En:

$$F_2 = \frac{1}{2} \times 1.25 \times (-0.43) \times 100 = -2674.35 \text{ Kg}$$

$$F_2 = -2674.35 \text{ kg}$$

$$X_2 = \frac{2}{3} \times 1.25 =$$

$$X_2 = 0.83 \text{ mt}$$

MOMENTO MAXIMO

$$M_{\max} = (F_1 \cdot X_1) + (F_2 \cdot X_2)$$

$$M_{\max} = (10,548 \times 0.63) + (-2674.35 \times 0.83)$$

$$M_{\max} = -8,820.93 \text{ kg-m}$$

FUERZA CORTANTE ACTUANTE (v)

$$V = F_1 + F_2$$

$$V = 10,548 + -2674.35$$

$$V = 7,873.34 \text{ kg}$$

ESFUERZO CORTANTE (u)

$$u = \frac{V}{b \cdot d}$$

$$u = \frac{7,873.34}{125 \cdot 86}$$

$$u = 0.73 \text{ kg/cm}^2$$

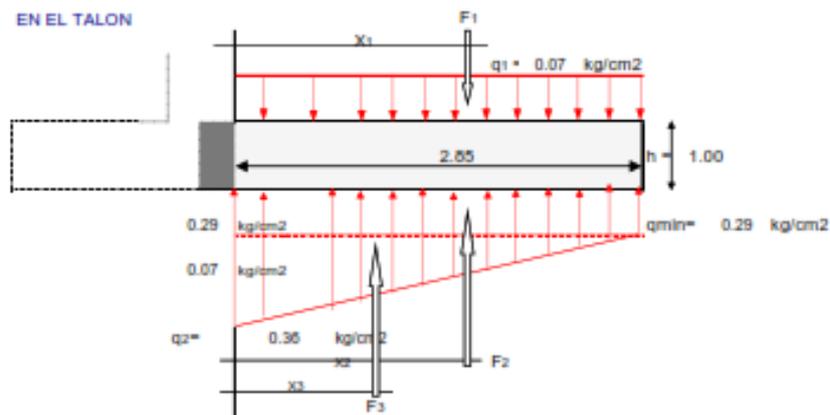
ESFUERZO CORTANTE RESISTENTE DEL CONCRETO (Vc)

$$V_c = \phi \cdot 0.53 \cdot \sqrt{f'c}$$

$$V_c = 0.85 \cdot 0.53 \cdot 14.49$$

$$V_c = 6.53$$

4.3.- EN EL TALON



$$F_1 = 0.07 \text{ kg/cm}^2 \cdot 285 \text{ cm} \cdot 100 \text{ cm}$$

$$F1 = 1,999.37 \text{ kg}$$

$$X1 = \frac{2.85}{2}$$

$$X1 = 1.43 \text{ m}$$

$$F2 = 0.29 \text{ kg/cm}^2 \cdot 285 \text{ cm} \cdot 100 \text{ cm}$$

$$F2 = 8,373.73 \text{ kg}$$

$$X2 = \frac{2.85}{2}$$

$$X2 = 1.43 \text{ m}$$

$$F3 = \frac{1}{2} \cdot 0.07 \text{ kg/cm}^2 \cdot 285 \text{ cm} \cdot 100 \text{ cm}$$

$$F3 = 991.80 \text{ kg}$$

$$X3 = \frac{1}{3} \cdot 2.85$$

$$X3 = 0.95 \text{ m}$$

a. MOMENTO FLECTOR

$$M = (F2 \cdot X2) + (F3 \cdot X3) - (F1 \cdot X1)$$

$$M = (8,373.73 \cdot 1.43) + (991.80 \cdot 0.95) - (1,999 \cdot 1.43)$$

$$M = 15,723.9 \text{ kg/cm}^2$$

b. FUERZA CORTANTE

$$V = F1 - F2 - F3$$

$$V = 1,999.37 - 8,373.73 - 991.80$$

$$V = -7,366.16 \text{ kg/cm}^2$$

c. ESFUERZO CORTANTE ACTUANTE (μ)

$$\mu = \frac{V}{b \cdot d} \quad \mu = \frac{-7,366.16}{100 \cdot 86}$$

$$\mu = -0.86 \text{ kg/cm}^2$$

d. ESFUERZO CORTANTE RESISTENTE DEL CONCRETO (V_c)

$$V_c = 0.53 \cdot \sqrt{f'c}$$

$$V_c = 0.53 \cdot 14.49$$

$$V_c = 6.53 \text{ kg/cm}^2 > \mu_{act} -0.86 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK CUMPLE}$$

L5: Diseño de alcantarilla de 4 aberturas

1 DISEÑO HIDRÁULICO

Diseñar la alcantarilla en el cruce de un canal con un camino vehicular

La pendiente del canal de acceso y salida es $S=4\text{‰}$

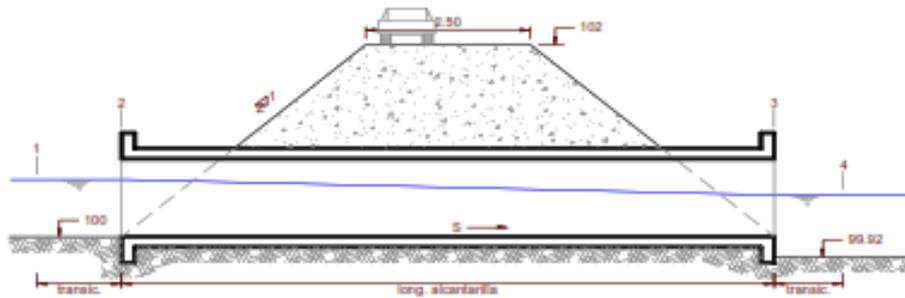
El lecho y los taludes son de material canto rodado

Características del canal entrada y salida (sin revestir)

Q =	16.49 m ³ /s	Z =	0 (plataforma)
b =	13 m		
n =	0.200		
z =	0 (canal rectangular)		
S =	600.861 ‰	0.601	0.6028344

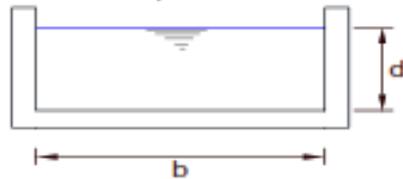
Solución

Esquema preliminar



1.1. CONDICIONES EN CANAL DE ACCESO, SECCIÓN (1)

1.1.1. Para canal de acceso trapezoidal:



$$A = b \cdot d \quad (1)$$

$$P = b + 2d \quad (2)$$

La velocidad, según la ecuación de Manning:

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \quad \text{se deduce:} \quad Q = \frac{1}{n} \frac{A^{5/3} S^{1/2}}{P^{2/3}} \quad (3)$$

Reemplazando (1) y (2) en (3) y operando:

$$Q = \frac{1}{n} \frac{(b \cdot d)^{5/3} S^{1/2}}{(b + 2d)^{2/3}}$$

Por tanteo: 0.1295 (ingresar d hasta que Q iguale a Q)

Se asume $d = 0.5279$ m, Resulta $Q = 16.490$ Pero $Q = 16.490$ m³/s

Reemplazando datos en (4) y operando

$$d1 = 0.5279 \text{ m}$$

El área del canal, según ecuación (1)

$$A1 = 6.862 \text{ m}^2$$

Entonces la velocidad será:

$$V1 = Q/A1 = 2.403 \text{ m/s}$$

1.2. DISEÑO DE ALCANTARILLA, SECCIÓN (2)

- 1.2.1. Se considera una alcantarilla de concreto armado de sección rectangular
Se considera la velocidad en la alcantarilla similar al del canal:

$$V2 = 2.403 \text{ m/s}$$

- 1.2.1. Entonces como Q es constante:

$$A2 = 6.862 \text{ m}^2$$

- 1.2.2. Se asume una sección rectangular de ancho

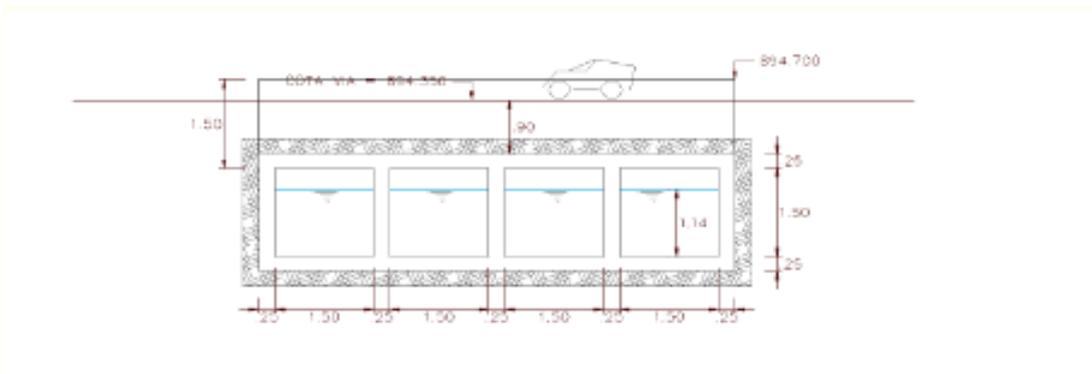
$$B = 6.0 \text{ m}$$

Hallando el tirante:

$$d2 = A2 / B = 1.14 \text{ m}$$

- 1.2.3. Se configura una alcantarilla tipo cajón de h libre, con n espacios vacíos

$$h \text{ libre} = 1.5 \text{ m} \quad n = 4$$



- 1.2.4. Longitud de transición (Lt)

Para canales circulares

$$Lt = D + b$$

D diámetro interno alcantarilla

b base del canal en el ingreso

Según J. Hinds, para transición de canal trapezoidal a rectangular:

$$Lt = \frac{T_1 - T_2}{2 \tan \alpha} \quad (5)$$

Donde:

T₁ ancho superficie libre en canal rectangular

T₂ ancho superficie libre en canal rectangular

α ángulo que debe formar la intersección de la superficie con el eje del canal
se recomienda menor a 22°30'

Calculando

$$T_1 = 13.00 \text{ m}$$

$$T_2 = 6.0 \text{ m}$$

Considerando
 $\alpha = 22.5^\circ \quad 0.39269908 \text{ rad}$

Reemplazando en la ecuación (5)

$L_t = 8.50 \text{ m}$

- 1.2.5. Cota plantilla en sección (2) considerando nivel agua cte
- | | |
|-----------------------------|--------------|
| Cota fondo sección (1) | 900.82 m |
| Cota superficie agua en (1) | 901.3479 m |
| Cota superficie agua en (2) | 892.843697 m |
| Cota fondo sección (2) | 891.700 m |

- 1.2.6. Longitud de alcantarilla (L)

$$L = L_{\text{via}} + 2Z (\text{cota vía} - \text{cota canal})$$

donde Z es talud transversal de la plataforma: Z:1
la pendiente mínima del talud de la vía debe ser 1.5 : 1
De la figura

$L_{\text{via}} = 12.00 \text{ m}$
Cota superficie vía 894.350 m
Cota fondo sección (2) 891.700 m

$$L = 10 + 2 \times z (102 - 99.660)$$
$$L = 12.00 \text{ m}$$

- 1.2.7. Pendiente de la alcantarilla S_a
Teniendo los datos y por la ecuación de Manning, para 1 celda

$Q = Q/2 \quad 4.1225 \text{ m}^3/\text{s}$
 $n = 0.014$ concreto enlucido
 $b = 1.5 \text{ m}$
 $d = 1.14 \text{ m}$
 $z = 0$ (rectangular)

reemplazando y operando

$A = bd = 1.716 \text{ m}^2$
 $P = b+2d = 3.787 \text{ m}$

En la ec. (3)
 $S_a = 0.003 \text{ m/m}$

- 1.2.8. Cota sección 3

Cota fondo sección (3) = Cota fondo (2) - $S_a \times L$
Cota fondo sección (3) 891.661 m
Cota superficie agua (3) 892.805 m

- 1.2.9. Si fuera canal continuo, $S=3\text{‰}$

Entonces

Cota superficie sección (4) = Cota superficie (1) - $S \times L$
Cota superficie (4) 891.622 m
Cota fondo sección (4) 892.150

- 1.2.10. Pérdida por fricción, se desprecian pérdidas locales

$h_f = S_a \times L$

$$h_r = 0.03904 \text{ m}$$

1.2.11. Balance de energía

$$E_1 = E_4$$

$$E_1 = Z_1 + d_1 + \frac{V_1^2}{2g} \quad E_1 = 901.642 \text{ m}$$

$$E_2 = Z_4 + d_4 + \frac{V_4^2}{2g} + hf \quad E_2 = 891.955 \text{ m}$$

$$\Delta E = E_1 - E_2 = 9.687 \text{ m}$$

Como la carga de energía en (1) es mayor que (2), el funcionamiento hidráulico de la alcantarilla es correcto

1.2.12. Pendiente de las transiciones

En general:

$$S = \frac{\Delta Z}{L_t}$$

$$\Delta Z_{1-2} = Z_1 - Z_2 = 9.12 \text{ m}$$

$$L_{t_{1-2}} = 8.50 \text{ m}$$

$$S_{1-2} = 1.073$$

$$\Delta Z_{3-4} = Z_4 - Z_3 = 0.039$$

$$L_{t_{3-4}} = 8.50 \text{ m}$$

$$S_{3-4} = 0.005$$

1.3. Diseño definitivo

