

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**



**“ESTIMACIÓN DE TRANSPORTE TOTAL DE SEDIMENTOS PARA  
EL EMBALSE TORATA, REGIÓN MOQUEGUA”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO AGRÍCOLA**

**GILMAR FRITZ CCORAHUA LARA**

**LIMA - PERÚ**

**2021**

---

La UNALM es la titular de los derechos patrimoniales de la presente tesis  
(Art. 24. Reglamento de Propiedad Intelectual de la UNALM)

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**

**“ESTIMACIÓN DE TRANSPORTE TOTAL DE SEDIMENTOS PARA  
EL EMBALSE TORATA, REGIÓN MOQUEGUA”**

TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE:

**INGENIERO AGRÍCOLA**

Presentado por:

**GILMAR FRITZ CCORAHUA LARA**

Sustentado y aprobado por el siguiente jurado:

Dr. JESÚS ABEL MEJIA MARCACUZCO  
Presidente

Mg. Sc. RICARDO APACLLA NALVARTE  
Asesor

Dr. RAÚL ARNALDO ESPINOZA VILLAR  
Miembro

Mg. Sc. MIGUEL ÁNGEL SÁNCHEZ DELGADO  
Miembro

LIMA – PERU

2020

## **DEDICATORIA**

Este trabajo está dedicado a mis padres Oswaldo Ccorahua y Antonia Lara, por haberme formado para ser un hombre de bien.

A mis hermanos Joham, Zico, Yenni, Julio, Dennise y mi tío Guille, por el apoyo incondicional y motivación continua para lograr mis metas propuestas.

Y

A mi esposa Fabiana Lucero y mi hijo Arthur Ignacio, por ser mis motivaciones y proyectos futuros.

“Hasta que no empieces a creer en ti mismo, no tendrás vida propia”

## **AGRADECIMIENTO**

Especial agradecimiento al Ing. Ricardo Apacla, por el asesoramiento y guía constante para finalizar la presente investigación.

Al Ing. Eladio Fabián de la empresa Southern Peru Copper Corporation, por la oportunidad de participar en el proyecto “Evaluación de flujos, niveles y sedimentos del río Torata” donde se generó la información para la presente investigación, asimismo agradecer a los funcionarios comprometidos con el manejo eficiente de los recursos hídricos en SPCC.

Finalmente, un agradecimiento muy especial al Ing. José N. De Piérola, por su compromiso en el desarrollo de investigación en el Perú y autorizarme el uso de información de la empresa Southern Peru Copper Corporation para el tratamiento de esta investigación.



## ÍNDICE GENERAL

<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Generalidades.....	1
1.2. Objetivos.....	2
1.2.1. Objetivo principal .....	2
1.2.2. Objetivos específicos .....	2
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>4</b>
2.1. Antecedentes de la investigación .....	4
2.2. Hidráulica fluvial .....	5
2.2.1. Erosión Hídrica.....	6
2.2.2. Principio de movimiento de partículas .....	6
2.2.3. Definición de transporte de sedimentos.....	7
2.2.4. Clasificación de transporte de sedimentos.....	9
2.2.5. Mecanismos de transporte de sedimento .....	10
2.2.6. Ecuaciones de transporte de sedimentos.....	12
2.3. Propiedades de sedimentos y del agua.....	18
2.3.1. Tamaño .....	19
2.3.2. Forma.....	20
2.3.3. Velocidad de caída.....	21
2.3.4. Distribución granulométrica .....	23
2.3.5. Peso específico.....	25
2.3.6. Densidad .....	25
2.3.7. Viscosidad.....	26
2.4. Coeficiente de rugosidad o Manning .....	26
2.4.1. Ecuación de Chezy .....	27
2.4.2. Ecuación de Strickler.....	28
2.5. Sedimentación en el embalse .....	28
2.5.1. Eficiencia de retención de embalse.....	30
2.5.2. Batimetría del embalse .....	31
2.6. Parámetros geomorfológicos de la cuenca.....	32
2.6.1. Parámetros de relieve.....	32
2.6.2. Parámetros de forma .....	32

2.6.3. Parámetros de red de drenaje .....	34
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>36</b>
3.1. Zona de estudio .....	36
3.1.1. Ubicación.....	36
3.1.2. Vías de Acceso .....	36
3.1.3. Suelos y ecología .....	36
3.1.4. Características geológicas y geomorfológicas.....	37
3.1.5. Aspectos Climatológicos .....	38
3.1.7. Hidrografía.....	39
3.2. Materiales.....	41
3.2.1. Equipos y materiales.....	41
3.3. Metodología y procedimientos .....	42
3.3.1. Monitoreo de sedimentos de suspensión .....	42
3.3.2. Determinación de propiedades de sedimentos de fondo.....	44
3.3.3. Información hidrométrica .....	45
3.3.4. Información topográfica .....	45
3.3.5. Información batimétrica.....	46
3.3.6. Trabajos de gabinete .....	47
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>49</b>
4.1. Análisis hidrológico de la cuenca .....	49
4.2. Análisis hidrométrico.....	50
4.3. Análisis hidráulico .....	53
4.3.1. Sección estable del río o amplitud del cauce .....	53
4.3.2. Rugosidad del cauce .....	54
4.3.3. Pendiente.....	55
4.3.4. Simulación hidráulica con HEC RAS .....	56
4.4. Análisis granulométrico de sedimentos .....	61
4.5. Sedimentación del embalse.....	66
4.6. Análisis de transporte de sedimentos.....	68
4.6.1. Transporte de total de sedimentos .....	69
4.6.2. Descarga de sedimentos en el embalse .....	74
4.6.3. Descarga de sedimentos del embalse.....	79
4.6.4. Análisis comparativo de transporte de sedimentos por los métodos planteados .....	80

<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>87</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>89</b>
<b>VII. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>90</b>
<b>VIII. ANEXOS .....</b>	<b>95</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Densidad relativa de minerales sedimentarios .....	8
Tabla 2: Escala sedimentológica de Udden-Wentworth.....	20
Tabla 3: Correcciones para el cálculo de coeficiente de rugosidad n.....	27
Tabla 4: Ubicación y estaciones meteorológicas.....	39
Tabla 5: Niveles de operatividad del embalse Torata.....	41
Tabla 6: Ubicación de estaciones hidrométricas .....	45
Tabla 7: Periodos batimétricos en el embalse Torata .....	47
Tabla 8: Parámetros morfológicos de la cuenca.....	49
Tabla 9: Coeficiente de Manning río Torata .....	55
Tabla 10: Resultado de la pendiente del tramo de análisis en el río Torata. ....	56
Tabla 11: Parámetros hidráulico de la sección de control, año 2016 .....	58
Tabla 12: Distribución granulométrica de sedimentos muestreados el año 2015 .....	61
Tabla 13: Distribución granulométrica de sedimentos muestreados el año 2016 .....	62
Tabla 14: Diámetros representativos y Coeficiente de Uniformidad y Curvatura de muestras sedimentaria 2015.....	63
Tabla 15: Diámetros representativos y Coeficiente de uniformidad y curvatura de muestras sedimentaria 2016.....	64
Tabla 16: Distribución en clases granulométricas de la muestra representativa M-3 2016, del río Torata .....	64
Tabla 17: Parámetros estadísticos representativos de los sedimentos de la muestra M-3 2016 .....	65
Tabla 18: Diámetros representativos de la muestra de sedimentos M-3 2016 .....	65
Tabla 19: Propiedades físicas de los sedimentos representativos del río Torata M-3 2016 .....	66
Tabla 20: Volúmenes de sedimentos acumulados y dragados del embalse .....	67
Tabla 21: Coeficientes de la ecuación Ackers & White para cada clase granulométrica ....	69
Tabla 22: Parámetros hidráulicos para caudal máximo y mínimo registrado en la sección de control ID 300.....	70
Tabla 23: Parámetros de ingreso y transporte total de sedimentos para caudal máximo y mínimo en la sección de control ID 300.....	70

Tabla 24: Transporte de sedimento total por clases granulométricas, método Ackers&White .....	70
Tabla 25: Parámetros de ingreso por clases granulométricas de la ecuación Engelund&Hansen modificada para sedimento no uniformes .....	71
Tabla 26: Parámetros de ingreso y transporte total de sedimentos con la ecuación Engelsing & Hansen modificada para sedimentos no uniformes para un caudal máximo y mínimo en la sección de control ID 300.....	72
Tabla 27: Transporte de sedimento total por clases granulométricas, método Engelsing&Hansen modificada para sedimentos no uniformes.....	72
Tabla 28: Parámetros de ingreso y transporte total de sedimentos con la ecuación Yang para un caudal máximo y mínimo en la sección de control ID 300 .....	73
Tabla 29: Transporte total de sedimentos por la ecuación de Yang para caudal máximo y mínimo en la sección de control ID 300.....	73
Tabla 30: Parámetros de ingreso y transporte total de sedimentos para caudal máximo y mínimo en la sección de control ID 300.....	74
Tabla 31: Variación de sedimentos transportados por métodos Ackers & White, Engelsing & Hansen y Yang .....	75
Tabla 32: Volumen de sedimentos evacuados del embalse Torata 2001 – 2016 .....	79
Tabla 33: Meses del año considerados para simulación de transporte total de sedimentos .....	80
Tabla 34: Estimación de error entre sedimento medido y estimado.....	81

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Esquema de fuerzas actuantes en el transporte de sedimentos .....	7
Figura 2: Esquema de transporte de sedimentos (adaptación de la web) .....	9
Figura 3: Clasificación de transporte de sedimentos .....	10
Figura 4: Curva de velocidad de sedimentación según Rubey .....	23
Figura 5: Formas de deposición de sedimentos en el embalse .....	30
Figura 6: Esquema de levantamiento batimétrico en embalses .....	31
Figura 7: Embalse Torata .....	40
Figura 8: Hidrograma de caudales Estación Hidrométrica Arundaya .....	51
Figura 9: Hidrograma de caudales Estación Hidrométrica El Cañón .....	52
Figura 10: Registro fotográfico de la sección de 400 metros de longitud en la Cola del Embalse .....	53
Figura 11: Perfil transversal de la sección de control ID 300 .....	54
Figura 12: Características superficiales del cauce del río Torata para cálculo de coeficiente de rugosidad de Manning .....	54
Figura 13: Verificación de las características del cauce del río Torata para cálculo de coeficiente de rugosidad de Manning en la cola del embalse .....	55
Figura 14: Perfil longitudinal de la sección Cola de Embalse en el río Torata .....	56
Figura 15: Representación del tramo de 400 m del río Torata en la cola del embalse .....	57
Figura 16: Perfil de flujo en el tramo de estudio Cola de Embalse Torata, para un flujo de $11.28 \text{ m}^3/\text{s}$ .....	57
Figura 17: Nivel de flujo en la sección ID 300, caudal de $11.3 \text{ m}^3/\text{s}$ .....	58
Figura 18: Curva granulométrica de sedimentos muestreado el año 2015 y 2016 .....	63
Figura 19: Configuración topográfica del fondo de embalse- batimetría 2016 .....	67
Figura 20: Curva Altura-Área-Volumen del embalse Torata de batimetrías 2001, 2002, 2005, 2015 y 2016. ....	68
Figura 21: Histograma de sedimentos transportados método Ackers & White .....	76
Figura 22: Histograma de sedimentos transportados método Engelund & Hansen .....	77
Figura 23: Histograma de sedimentos transportados método Yang .....	78
Figura 24: Histograma de descarga de sedimentos del embalse Torata .....	80
Figura 25: Histograma de volúmenes anuales de sedimentos transportado por Ackers & White, Engelund & Hansen y Yang .....	83

Figura 26: Histograma de volúmenes estimados de sedimentos por ecuaciones y batimetría .....	83
Figura 27: Histograma comparativo de sedimento total transportado para clase granulométrica 1 por Ackers & White, Engelund & Hansen y Yang .....	84
Figura 28: Histograma comparativo de sedimento total transportado para clase granulométrica 2 por Ackers & White, Engelund & Hansen y Yang .....	85
Figura 29: Histograma comparativo de sedimento total transportado para clase granulométrica 3 por Ackers & White, Engelund & Hansen y Yang .....	85
Figura 30: Histograma comparativo de sedimento total transportado para clase granulométrica 4 por Ackers & White, Engelund & Hansen y Yang .....	86
Figura 31: Histograma comparativo de sedimento total transportado para clase granulométrica 5 por Ackers & White, Engelund & Hansen y Yang .....	86

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Viscosidad del agua en relación con la temperatura.....	95
Anexo 2: Parámetros hidráulicos del río Torata, por caudal medio diario 2001 -2016 .....	96
Anexo 3: Descarga de sedimentos totales diarios al embalse Torata .....	147
Anexo 4: Curva de descarga de sedimentos elaborados por Requena Sánchez, Norvin Plumiere (2014) para la cuenca Torata.....	198
Anexo 5: Análisis de las muestras de sedimentos de fondo (Peso específico, granulometría) .....	200
Anexo 6: Panel fotográfico de actividades en campo.....	203
Anexo 7: Mapas.....	207



## **LISTA DE ABREVIATURAS**

AGU:	Unión Americana de Geofísicos.
CIZA:	Centro de Investigación de Zonas Áridas.
FAO:	Food and Agriculture Organization
ICOLD:	Comisión Internación de Grandes Presas
INGEMET:	Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico
SUCS:	Sistema Unificado de Clasificación de Suelos
SPCC:	Southern Peru Copper Corporation
SENAMHI:	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología

## RESUMEN

La presente investigación nace de la necesidad de estimar el transporte total de sedimentos del río Torata hacia el embalse del mismo nombre. Esta problemática nos llevó a realizar un análisis exhaustivo de toda la información histórica registrada de: caudales de ingreso al embalse y descargas de la misma en el periodo 2001-2016, monitoreo de sedimentos de suspensión, muestreo de sedimentos depositados en el río y cola del embalse en los años 2015 y 2016 y batimetrías del embalse Torata desde el inicio de operaciones.

De la amplia gama de fórmulas empíricas se seleccionaron cuidadosamente según las restricciones de distribución granulométrica de sedimentos y aplicación en números estudios, tres fórmulas empíricas: Ackers&White, Engelund&Hansen modificado para sedimentos no uniformes y Yang. Donde el método Yang menores porcentajes de variación seguido del método Engelund&Hansen modificado para sedimentos no uniformes y finalmente el método Ackers&White.

Numerosos investigadores advierten una alta variabilidad en los resultados entre las diferentes fórmulas empíricas para el transporte total de sedimentos. Sin embargo, en la presente investigación se obtuvo una variación del volumen total de sedimentos estimados por métodos empíricos frente al volumen de sedimentos observado por batimetría entre 15.5% y 53.7% para el método Ackers&White, entre 16.8% y 41.9% para el método Engelund&Hansen modificado para sedimentos no uniformes, 2.4% y 42% para el método Yang y una variabilidad del orden de 16.4% a 34% entre los métodos seleccionados.

Determinar la fórmula empírica de mejor ajuste al comportamiento sedimentológico de la cuenca Torata puede ser una contribución importante para la operación y gestión de los sedimentos acumulados en el embalse Torata en épocas de máximas avenidas.

**Palabras clave:** transporte total de sedimentos, embalse Torata, río Torata, fórmulas empíricas.

## ABSTRACT

The present investigation is the product of uncertainty in the estimates of the total sediment transport of the Torata river towards the reservoir of the same name. This problem led us to carry out an exhaustive analysis of all the recorded historical information of: reservoir entry flows and discharges of the same in the period 2001-2016, monitoring of sediments of suspension, sampling of sediments deposited in the river and tail of the reservoir in the years 2015 and 2016 and bathymetries of the Torata reservoir since the beginning of operations.

From the wide range of empirical formulas carefully selected according to the restrictions of granulometric distribution of sediments and application in study numbers, three empirical formulas: Ackers & White, Engelund & Hansen modified for non-uniform sediments and Yang. Where the Yang method lower percentages of variation followed by the modified Engelund & Hansen method for non-uniform sediments and finally the Ackers & White method.

Numerous researchers warn of high variability in results between different empirical formulas for total sediment transport. However, in the present investigation a variation of the total volume of sediments estimated by empirical methods was obtained versus the volume of sediments observed by bathymetry between 15.5% and 53.7% for the Ackers & White method, between 16.8% and 41.9% for the modified Engelund & Hansen method for non-uniform sediments, 2.4% and 42% for the Yang method and a variability of the order of 16.4% to 34% among the selected methods.

Determining the empirical formula of best adjustment to the sedimentological behavior of the Torata basin can be an important contribution to the operation and management of the sediments accumulated in the Torata reservoir in times of maximum avenues.

**Keywords:** total sediment transport, Torata reservoir, Torata River, empirical formulas

# I. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Generalidades

El agua es la principal fuente de vida y elemento de sustento del hombre, por ello desde la antigüedad las principales civilizaciones buscaron desarrollarse en áreas cercanas a las fuentes de agua. Esto conllevó a buscar el manejo adecuado realizando planteamiento de obras hidráulicas; para épocas de sequías (aprovechamiento eficiente), y épocas de máximas avenidas (prevención de desastres).

La hidráulica fluvial desarrolla en sus diferentes tratados el comportamiento dinámico del río, entre los cuales el transporte de sedimentos en cauces aluviales, es punto importante en el diseño de embalses. Sin embargo, el transporte de sedimentos en ríos aluviales en la mayoría los casos es un tema tratado empíricamente en el cual existe una gama de fórmulas y/o métodos desarrollados considerando diferentes parámetros de entrada, lo que genera una gran variabilidad de resultados entre las formulas empíricas. Esto nos lleva a la necesidad de medir las variables y calibrar los métodos planteados según la variabilidad espacial y temporal de la zona de estudio para lograr una buena aproximación al real comportamiento sedimentológico del río.

Según diversos investigadores como Schick (1997) y Zhang *et al.* (2012) la producción de sedimentos en cuencas semiáridas es de alta variabilidad, relacionado directamente con la precipitación que es extremadamente variable y las condiciones hidráulicas como: pendiente, velocidad, turbulencia, esfuerzo cortante, rugosidad y las condiciones geomorfológicas locales. Lo que puede generar que en cortos periodos de tiempo pueden arrastrar gran cantidad de material comparativamente con el promedio anual (Milliman y Maide, 2008; Carvalho, 2008).

En este contexto, la presente investigación se desarrolló con el interés de seguir ampliando y contribuyendo al estudio de transporte de sedimentos en ríos, muy poco estudiado y difundido en el Perú. Como resultado de esta investigación se pretende determinar la fórmula de transporte de sedimentos que se ajuste mejor al comportamiento de transporte de sedimentos en el río Torata, utilizando como variable observada la acumulación de sedimentos en el embalse Torata ubicado en la cuenca media, esta estructura hidráulica tiene por finalidad el control de avenidas, derivación y almacenamiento del agua que descarga el río. Este embalse fue construido y es operado por la compañía minera Southern Perú Copper Corporation (SPCC), unidad Cuajone, donde el monitoreo del río y el embalse es constante con mayor énfasis en épocas de avenida.

El tiempo de vida del embalse está afectado precisamente por la acumulación de sedimentos en suspensión a lo largo y ancho del embalse y los sedimentos de fondo en la cola, lo cual genera una preocupación constante en los operadores dado que este embalse debe superar largamente el tiempo de explotación de la mina y está estipulado en el plan de cierre de mina. Con la finalidad de mitigar el avance de la sedimentación, se extrae aproximadamente 50 000 m<sup>3</sup>/año de sedimentos de la cola del embalse, esto genera un alto costo para los intereses del operador. Sin embargo, los sedimentos en suspensión se siguen acumulando por decantación en zona cercana a las ventanas, amenazando la operatividad de las válvulas de descarga.

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo principal**

Estimación de aporte total de sedimentos al embalse Torata

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Determinar la caracterización hidrológica de la zona de estudio en el río Torata.
- Determinar los parámetros hidráulicos del cauce del río Torata, en la zona de estudio.
- Estimar el volumen de sedimentos acumulados en el embalse Torata a través de la batimetría para analizar el transporte total de sedimentos del río Torata, aguas arriba del embalse.

- Estimar el transporte total de sedimentos con las fórmulas de Ackers & White, Engelund & Hansen modificado para sedimentos no uniformes y Yang, y comparar con los sedimentos acumulados determinados por batimetría.
- Describir el análisis comparativo de transporte de sedimentos con los métodos anteriormente mencionados.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. Antecedentes de la investigación**

En 1997 ECI elabora estudio de hidrología del río Torata “PRE-DESIGN REPORT PART 2 – HIDROLOGY” donde se estima que el volumen total de sedimentos que ingresaría al reservorio sería de 321 000 m<sup>3</sup>/año, incluyendo el 5% como eventos catastróficos naturales y 15% como datos no medidos de materiales en suspensión y de lecho harían una suma estimada de 384 00 m<sup>3</sup>/año.

En junio de 1998, la empresa minera SPCC presentó el estudio de impacto ambiental del proyecto de control de avenidas, el cual consistía en la construcción de una represa de regulación y un sistema de conducción de agua que desviaba el agua del río Torata (8 Km aproximadamente) alrededor de las instalaciones de la mina durante el resto de vida útil. Este proyecto permitía la ampliación del tajo de mina y el uso del cauce seco como botadero.

Desde el funcionamiento de la represa el año 2001, el operador hidráulico SPCC-operaciones Cuajone viene realizando monitoreos constantes de los niveles, caudal afluente y caudal efluente. También, viene realizando los siguientes trabajos en época de avenidas: monitoreo de transporte de sedimentos en suspensión en el río Torata antes y después del embalse en puntos definidos, monitoreo de los sedimentos acumulados en el embalse a través de batimetría.

Requena (2014) realizó una investigación en sedimentos en suspensión en el río Torata elaborando y analizando diferentes tipos de curvas de sedimentos según la variabilidad temporal de avenidas. La alta variabilidad climática de la zona, en particular la precipitación se ve reflejada en los caudales, donde en periodos cortos de tiempo puede variar de 4 a 34 m<sup>3</sup>/s.

En tanto, la diferencia del total de sedimentos en suspensión estimado con caudales medios mensuales y diarios es de -92% y -62%, ambos en comparación con caudales medios horarios.

En tanto, el mismo autor concluye que el error de descarga prevista (con curvas de gasto sólidos en función del gasto líquido mensuales) y estimada (con curvas de gasto sólido en función del gasto líquido para todo el periodo), en el periodo (2001 -2012) es como sigue; para todo el periodo de estudio fue de -65.85%, para los años hidrológicos fue de -15.36% y para asociación por épocas características (húmedas, semi- húmedas y secas) fue de -8.74%.

## **2.2. Hidráulica fluvial**

La hidráulica fluvial estudia el comportamiento de los ríos en un espacio y en el tiempo. Desde civilizaciones antiguas nace la necesidad de prevenir desastres generados por los desbordes en las máximas avenidas, también de aprovechar los recursos hídricos en épocas de sequías mediante sistemas de almacenamiento. Por tanto, determinar el real comportamiento de los ríos es una tarea difícil, sin embargo, diversos investigadores propusieron ecuaciones netamente empíricas.

Uno de los primeros investigadores que desarrolló el concepto de erosión de fondo de un río fue DuBuat (1734 – 1809) analizando la velocidad media. Mientras los estudios se iban profundizando se plantea la diferencia entre transporte en suspensión y transporte de fondo, a partir de las descripciones cualitativas y cuantitativas del movimiento de las partículas desarrollados por Hagen (1797 – 1884). Posteriormente el investigador Brahms realizó los primeros intentos de realizar los cálculos de la velocidad crítica de un lecho de material granular y representarlos mediante expresiones matemáticas. Así también, Tulla (1770-1828) publicó los primeros estudios de la dinámica fluvial, específicamente para el río Rhin.

Las condiciones de iniciación del movimiento de las partículas constituyentes del río es el punto de partida para el estudio de las teorías del transporte de sedimentos, porque permite calcular el gasto sólido de fondo. Punto importante para dimensionar estructuras hidráulicas, sistemas de protección y numerosos problemas de hidráulica fluvial. (Rocha, 1998).



La acción del esfuerzo de corte o fuerza tractiva y la determinación de la velocidad crítica son las formas de analizar el estudio de la iniciación del movimiento.

### **2.2.1. Erosión hídrica**

El proceso de erosión hídrica se inicia por acción de la precipitación que al caer remueve micro partículas de suelo, y por efecto de la escorrentía superficial se transporta el sedimento hasta puntos de deposición temporal a lo largo y ancho del cauce. Se puede clasificar la erosión hídrica en laminar y en cauces, la primera se origina por efectos de la precipitación y la segunda por efecto de la escorrentía superficial. La intensidad de la erosión se encuentra en función de las características hidráulicas del cauce y la erodabilidad del material del que consta. Esta puede ser cohesivo o estables en estado húmedo (limo, arcilla y arena) y suelo no cohesivo o inestable (arena, grava y cantos rodados) (Pizarro, 1983).

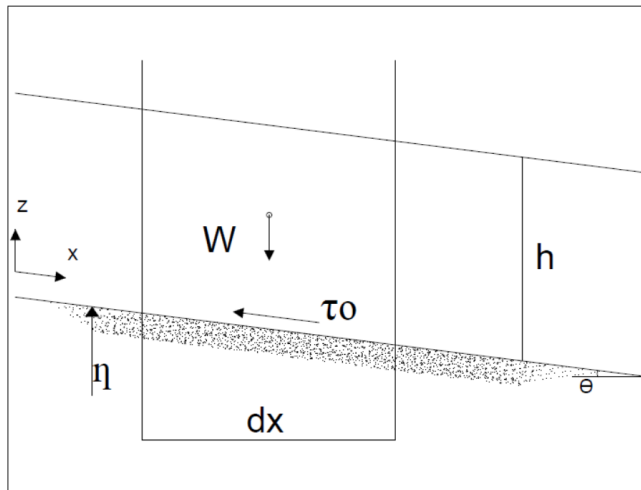
### **2.2.2. Principio de movimiento de partículas**

El flujo continuo de la corriente de agua en el lecho del río ocasiona la erosión por efecto de la fuerza de arrastre del agua, conocer las circunstancias de desplazamiento de las partículas de fondo se llama umbral de movimiento, principio de movimiento o condición crítica de fondo (Vide, 2002).

Asimismo, Vide (2002) afirma que la acción cinética del agua sobre el lecho de fondo genera una tensión de corte ( $\tau_o$ ) y la resistencia de las partículas a ser removida por esta acción cinética se relaciona con el peso sumergido la cual está en función del peso específico sumergido ( $(\gamma_s - \gamma)$ ) y el diámetro de la partícula (D). De esta definición se desprende el parámetro adimensional tensión de corte crítico ( $\tau_c$ ), según se expresa en la Ecuación 1.

$$\tau_c = \frac{\tau_o}{(\gamma_s - \gamma) * D} \quad (1)$$

De la ecuación propuesta por Vide (2002), se entiende que existe un instante donde la fuerza que tiende a producir el movimiento (acción de arrastre proporcional a  $\tau_o D^2$ ) con la fuerza que procura estabilizarlo o mantenerlo en reposo (acción del peso proporcional a  $(\gamma_s - \gamma) D^3$ ), existe un equilibrio. Analizando el equilibrio de fuerzas en un tramo de cauce de una longitud determinada, se tiene que el componente del peso del volumen de la partícula es contrarrestado por la fuerza de rozamiento en su contorno como se aprecia en la Figura 1.



**Figura 1: Esquema de fuerzas actuantes en el transporte de sedimentos**

Fuente: Adaptación de M. Vide, (2002).

Además, según el análisis de Vide (2000) para un cauce prismático, el peso del líquido  $W$  es igual al producto del peso específico por volumen de control  $W = \gamma \cdot A \cdot dx$  donde  $A$  es el área transversal del cauce. La componente en la dirección del flujo  $W_x = g \cdot A \cdot dx \cdot \text{sen}\theta$ . Si el ángulo  $\theta$  es pequeño  $\text{Sen}\theta = -\text{tg}\theta = -S$  siendo  $S$  la pendiente del tramo de cauce analizado. Por otro lado, existe una fuerza de fricción aplicada en todo el contorno del cauce que se opone al escurrimiento  $\tau_o \cdot P \cdot dx$  donde  $P$  es el perímetro mojado del cauce. Analizando el equilibrio de ambas fuerzas  $\tau_o \cdot P \cdot dx = \gamma \cdot A \cdot S \cdot dx$  resulta:  $\eta$

$$\tau_o = \gamma \cdot R \cdot S \quad (2)$$

$\gamma$  = Peso específico del agua.

$S$  = Pendiente media de la cuenca.

$R$  = Radio Hidráulico.

$\tau_o$  = tensión cortante sobre el fondo ( $\text{Kgf/m}^2$ )

### 2.2.3. Definición de transporte de sedimentos

La interacción dinámica de la corriente del agua y el lecho configura la geomorfología de las cuencas. Esta actividad dinámica empieza con la acción de las lluvias que al infiltrarse en el suelo agota la capacidad de infiltración del suelo para generar la escorrentía superficial que desprende y acarrea partículas de la superficie del terreno. Una vez generada la escorrentía superficial, por el relieve del terreno se forman los arroyos de primer orden, conjuntamente con otros arroyos forman los torrentes de mayor caudal con capacidad erosiva

y transportadora lo que genera cambios graduales en el perfil longitudinal del río. Es así como el río acarrea materiales de diferentes tamaños y formas según la velocidad del flujo.

El granito (feldespato y cuarzo) es la fuente principal de los sedimentos transportados de la corteza terrestre y son acarreados por el río en forma de grava y arena; el feldespato se convierte en finos y el cuarzo en gruesos, en la Tabla 1 se presenta la densidad relativa de los principales minerales constituyentes de las partículas sedimentarias.

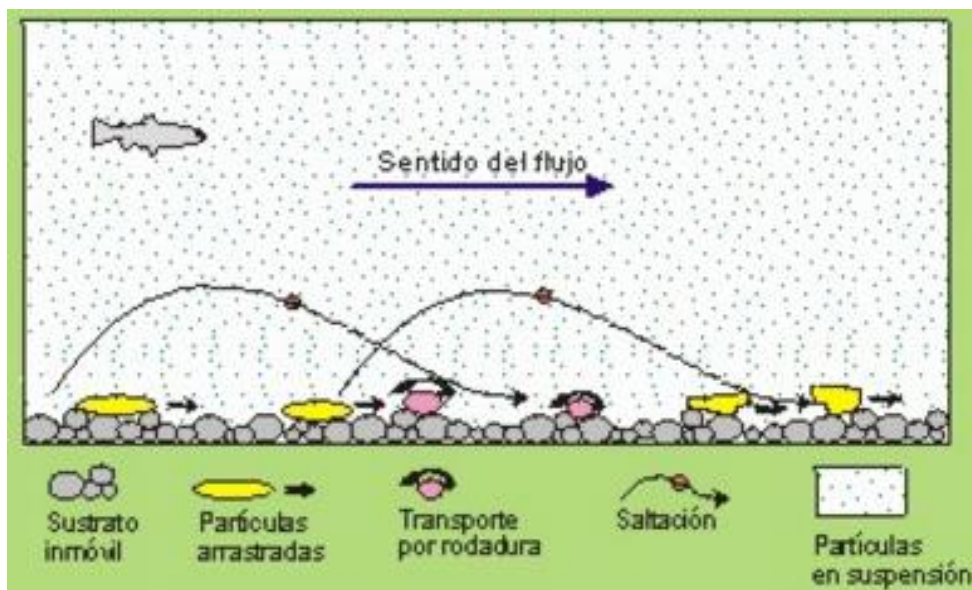
**Tabla 1: Densidad relativa de minerales sedimentarios**

<b>MINERAL</b>	$\rho_s$ (Kg/m <sup>3</sup> )
Feldespato	2.54-2.76
Cuarzo	2.60 - 2.70
Biotita	2.70 -3.20
Moscovita	2.76 - 3.10
Serpentina	2.20 - 2.65
Calcita	2.72
Dolomita	2.85
Anhidrita	2.89 -2.98
Fluorita	3.18
Limonita	3.60 -4.00
Granate	3.50 -4.30
Corindón	4.02
Zircón	4.68
Hematites	5.26
Magnetita	5.00 - 5.20
Pirita	5.02
Cuprita	6
Casiterita	6.80 -7.10
Galena	7.40 - 7.60

Fuente: Universidad de Piura –Instituto de Hidráulica, Hidrología y Sanitaria, 2008.

El material de acarreo es mayor cuanto más frecuente e intensa es la precipitación, como los vientos y menor la cobertura vegetal. Espinoza (2008), afirma que los ríos son agentes dinámicos de erosión y/o de sedimentación, solo se forma temporal o circunstancialmente. Sin embargo, se limitan a realizar estas acciones cuando se rompe el equilibrio entre la configuración del lecho y las características del flujo y dejan de realizarlas en cuanto dicho equilibrio se restablece. Por lo tanto, los cursos de agua realizan su básica labor Transportadora de forma selectiva y aplicando a cada tipo de partículas una modalidad

específica de desplazamientos. Al igual que el resto de los flujos de baja densidad, los ríos seleccionan para su transporte las partículas que se encuentran al alcance de su competencia y las desplazan por medio del impulso mecánico derivado de la escorrentía turbulenta de sus aguas (Espinoza, 2008). Existen, por tanto, dos grandes modalidades de transporte fluvial, una química que se aplica a las partículas susceptibles de disolverse (es decir de adquirir calibre iónico o molecular en presencia de agua de río), y otra mecánica, que afecta a las partículas no solubles de calibre arcilla, limo, grava, canto y bloque que presenta distintos caracteres según la categoría granulométrica al cual pertenezca como se observa en la Figura 2.

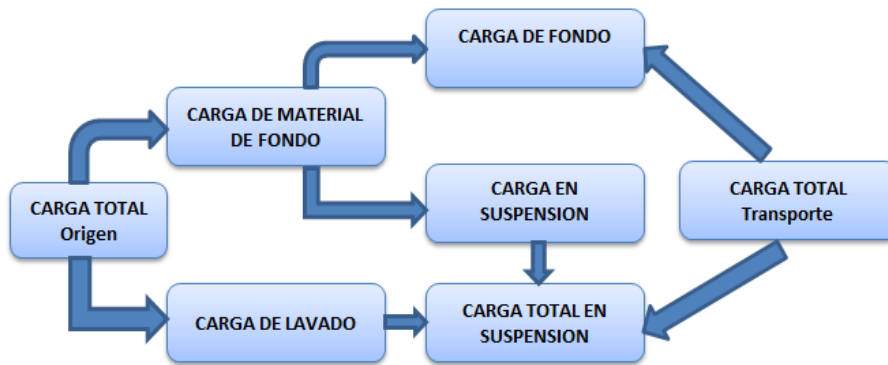


**Figura 2: Esquema de transporte de sedimentos (adaptación de la web)**

Fuente: <https://previa.uclm.es/users/higuera/yymm/YM4.html>

#### **2.2.4. Clasificación de transporte de sedimentos**

Los ríos reciben su carga de material en solución de las aguas que los alimentan, las cuales en su recorrido superficial y/o subterráneo por la cuenca han podido captar diversos elementos; pero también la pueden adquirir directamente a partir del propio lecho y de las partículas transportadas mecánicamente. En el diagrama de la Figura 3 se resume la clasificación de modos de transporte de sedimentos según su origen.



**Figura 3: Clasificación de transporte de sedimentos**

Fuente: Elaboración propia, adaptado de Apacla, 2014.

## 2.2.5. Mecanismos de transporte de sedimento

### a. Transporte en Suspensión

El transporte en suspensión consiste en el mantenimiento dentro de la corriente de elementos de pequeño calibre como las arcillas (menores que 0.0002 mm), limos (0.002-0.06mm) y arenas finas (0.06 -0.2 mm), como consecuencia de la turbulencia del agua, los torbellinos de sentido ascendente que la constituyen contrarrestan eficazmente la tendencia a caer de estos elementos mínimos, de modo que pueden ser impulsadas eficazmente río abajo confiriéndole turbidez (Espinoza, 2003).

Asimismo, Espinoza (2003) menciona que este es el proceso por el cual se pueden desplazar grandes cantidades de material a gran distancia, incluso hasta la desembocadura. El desplazamiento no se interrumpe debido al bajo peso de las partículas y la turbulencia generada, muy por el contrario, si la velocidad disminuye el material transportado se decanta selectivamente desde las fracciones más gruesas hasta arenas y finos

Conesa (2009), menciona que si las aguas se remansan los materiales más finos (limos) cesan en su desplazamiento y se acumulan en el lecho de fondo, mientras que las arcillas solo se sedimentan en un estancamiento permanente de flujo. Este es el efecto que originan los diques y embalses en las cuencas intervenidas, con mayor intensidad en cuencas semiáridas.

Las concentraciones de finos son mayores después de las tormentas, debido al arrastre laminar, razón por la que también se incrementa su cantidad con los flujos altos, producto de lluvias. Sin embargo, el pico de concentraciones de finos no suele coincidir con el pico de los caudales. En cambio, el suministro disponible de gruesos es generalmente mayor a la capacidad de transporte de la corriente, es variable y está relacionada con la disponibilidad, la energía de la corriente y sus condiciones de borde (Orfeo *et al.*, 1984).

**b. Transporte en Saltación**

Entre el transporte por suspensión y transporte por tracción se distingue el transporte por saltación, donde la acción mecánica (transmisión de energía cinética del fluido a los granos) del agua puede elevar las partículas generando colisión entre ellas y una sucesión de rebotes, de este modo los desplazamientos dan a saltos moderadamente amplios, separados por tiempos muertos donde las partículas se mantiene estable. Las fuerzas hidrodinámicas transfieren momentum en la dirección del flujo, la fuerza de la gravedad que atrae las partículas hacia el lecho y la colisión de ellas con el lecho, proceso que transfiere su momentum horizontal a momentum vertical elevándolas en el campo de flujo, manteniendo de esa manera el proceso de saltación (Espinoza, 2003).

**c. Transporte en Rodamiento**

Las partículas de mayores diámetros (cantos rodados, bloques) se desplazan por rodamiento en el lecho debido a su peso donde se requiere mayor fuerza tractiva para la iniciación de movimiento. Por lo tanto, este tipo de transporte es discontinuo y conlleva largos periodos de tiempo para desplazar largas distancias (García y Maza, 1998). En los depósitos aluviales los sedimentos que lo conforman provienen del efecto de roce que causa desgaste permanente dándole forma (redondeada, pulida, fragmentada) a los cantos rodados. Además, por efecto del transporte por saltación los cantos rodados y/o bloques sufren abrasión por el constante impacto al que estas expuestos.

#### **d. Transporte en arrastre**

La determinación del umbral del tamaño de los sedimentos para definir el tipo de transporte es altamente compleja debido a los múltiples factores que intervienen en el proceso. Entonces, el transporte por arrastre es una modalidad que se activa muy excepcionalmente como consecuencia de acumulaciones dentro del lecho, hasta formar flujos hiperconcentrados donde el río moviliza grandes volúmenes de material heterogéneo. Esta modalidad se puede observar en ríos torrenciales de alta pendiente de régimen torrencial con cambios de caudal bruscos (Aguirre-Pe, 1988).

Estos movimientos de masa por acción del flujo pueden generar cambios morfológicos en el cauce, debido a la deposición de volúmenes de material desplazado aguas abajo que pueden quedar inmovilizados por periodos de tiempo indefinido.

#### **2.2.6. Ecuaciones de transporte de sedimentos**

Cuantitativamente la carga de fondo representa un porcentaje bajo de la carga de material de fondo, comúnmente entre un 10% y un 20%. Sin embargo, la carga de fondo influye significativamente en la rugosidad, forma y estabilidad del lecho (Vásquez, 2012).

#### **a. Transporte en suspensión de sedimentos**

Las estimaciones optimas de transporte de sedimentos en suspensión son obtenidas de las curvas de sedimentos que tiene mejores resultados del monitoreo de concentraciones y correlación con caudales instantáneos. Sin embargo, es necesario un análisis estadístico que respalde estos resultados.

A lo largo de los años, varios investigadores (Walling, 1978; Asselman, 2000; Carvalho, 2008; Morera, 2014), estudiaron el transporte de sedimentos relacionando la concentración de sedimentos con el caudal en el momento del muestreo, obteniendo resultados satisfactorios en la elaboración de la curva de sedimentos a partir de una función de potencia como se muestra en la Ecuación 3.

$$Q_{sólido} = a * Q_{líquido}^b \quad (3)$$

Donde:

$Q_{\text{sólido}}$ = Transporte de sedimentos en suspensión

$Q_{\text{líquido}}$ = Caudal de flujo

a= Constante de la ecuación

b= Exponente de la ecuación

Los coeficientes a, b según algunos investigadores como Asselman, 2000; Horowitz, 2003 tienen significados físicos donde “a” obedece a la intensidad de erosión (valores altos, material intensamente erosionado) y “b” obedece al poder erosivo del río o grado de disponibilidad de sedimentos en la cuenca.

En el Perú la variabilidad espacio temporal tiene una fuerte influencia en el transporte de sedimentos en suspensión, particularmente en la vertiente del pacífico (desde los Andes hasta el océano Pacífico). Morera (2017) sostiene que el transporte de sedimentos en suspensión en la vertiente del pacífico en los andes occidentales durante los eventos extremos como el fenómeno El Niño Oscilación del Sur (ENOS) puede llegar a incrementar de 3 a 65 veces del promedio histórico anual, este incremento obedece a la presencia de fuertes precipitaciones en la zona intermedia y baja de las cuencas de esta vertiente. Siendo estas zonas áridas y semiáridas donde se dan altas tasas de erosión.

#### **b. Transporte total de sedimentos**

El arrastre en la capa de fondo se calcula en función de las características hidráulica de la corriente, de la geometría del cauce y de las propiedades físicas del material del fondo. Por lo tanto, existen una variedad de métodos empíricos de los cuales solo detallamos las siguientes para el transporte de sedimentos total en la presente investigación. El transporte de total de sedimentos es la suma de transporte de fondo ( $q_f$ ) y suspensión ( $q_s$ ) como muestra la Ecuación 4 en unidades volumétricas por unidad de ancho.

$$q_t = q_s + q_f \quad (4)$$

Además, se pueden expresar como transporte total adimensional

$$\phi = \frac{q_t}{\sqrt{(s-1)gd^3}} \quad (5)$$



- **Ecuación de Ackers y White (1973)**

Según Basile (2018), este postulado está basado en el exceso de tensión de corte donde solo parte del esfuerzo cortante en el lecho del cauce es el responsable del movimiento de las partículas.

$$\Phi = kC_f^{n+1} \tau_*^{1/2} \left( \frac{F_{gr}}{A} - 1 \right)^m \quad (6)$$

$$F_{gr} = \frac{u_*^n}{\sqrt{(s-1)gd}} \left[ \frac{U}{5.65 \log\left(\frac{10R}{d}\right)} \right]^{1-n} \quad (7)$$

$$C_f = \frac{U}{u_*} \quad (8)$$

$$u_* = \sqrt{gRS} \quad (9)$$

$$\tau_* = \frac{u_*^2}{(s-1)gd} \quad (10)$$

Los valores de k, m, n, A: Parámetro de movilidad crítica, dependen de  $D^*$ . El cual está dado por:

$$D_* = D \left( \frac{(\gamma_s - \gamma) \cdot g}{\gamma \cdot v^2} \right) \quad (11)$$

Además de que:

Para los valores de:  $1 < D_* < 60$

$$n = 1 - 0.56 \text{Log} D_* \quad (12)$$

$$\text{Log} k_2 = 2.86 \text{Log} D_* - (\text{Log} D_*)^2 - 3.53 \quad (13)$$

$$A = \frac{0.23}{D_*^{1/2}} + 0.14 \quad (14)$$

$$m = \frac{9.66}{D_*} + 1.34 \quad (15)$$

Para los valores de:  $D_* > 60$

$n = 0$  ;  $k = 0.025$

$A = 0.17$  ;  $m = 1.50$

$q_s$  = Transporte sólidos total volumétrico por unidad de ancho  $m^2/s$

$\Phi$  = Parámetro de Transporte

Fgr= Parámetro de movilidad general

$U$ = Velocidad media

$u_*$ = Velocidad de corte

$\tau_*$  = Tensión de corte adimensional total

$g$ = gravedad

$s$ =Gravedad específica

$R$ = Radio hidráulico

$S$ = Pendiente

$d$ =Diámetro representativo

$D_*$ =Diámetro adimensional

- **Ecuación de Engelund & Hansen modificada para sedimentos no uniformes (1967)**

La propuesta del transporte total de sedimentos se desarrolla en base al esfuerzo de corte y el factor de fricción del fondo. Basile (2000) adaptó la ecuación para calcular el transporte por clases granulométricas la cual fue corroborada con datos de campo y laboratorio, donde la ecuación es válida para todos los regímenes de flujo.

$$\Phi = 0.05 f_i C_f^2 \tau_*^{1/2} \quad (16)$$

$$\tau_* = \frac{\tau_b}{(\rho_s - \rho) g d_i} \quad (17)$$

$$\xi_{oi} = \left( \frac{d_i}{d_m} \right)^b \quad (18)$$

Dónde:

$q_s$  = Transporte sólidos total por unidad de ancho  $m^2/s$

$\Phi$  = Parámetro de Transporte

$f_i$  = Fracción de peso asociada a la clase i-esima.

$\tau_*$  = Tensión de corte adimensional referida a la partícula de diámetro  $d_i$ .

$\xi_{oi}$  = Coeficiente de protección –exposición correspondiente a la i-esima clase.

$d$  = Diámetro de la partícula representativa de la clase i-esima.

$d_m$  = Diámetro medio aritmético de la distribución granulométrica.

El coeficiente de protección- exposición  $\xi_{oi}$  está en función del exponente  $b$  que está comprendido entre 0 y 1, el cual hace referencia a dos comportamientos extremos del transporte:

Cuando  $b=0$ ,  $\xi_{oi}=1$  : No existe efecto de protección- exposición entre las partículas de diferentes diámetros por lo que no existe interacción entre partículas de diferente diámetro por lo que el transporte es completamente selectivo. Es por tanto, que en el transporte de sedimentos se observa un sesgo hacia partículas finas.

Cuando  $b=1$ ,  $\xi_{oi}=d_i/d_m$ : Los efectos de protección – exposición son tan fuertes que existe una total dependencia entre partículas para el inicio de movimiento conduciendo a la condición de igual movilidad, donde el transporte de sedimentos es idéntica al transporte de fondo.

Basile (2000), llego a la conclusión que el coeficiente de protección – exposición simula una disminución o aumento de la tensión de corte adimensional para partículas menores o mayores que el diámetro medio aritmético. Por lo que recomienda  $b=0.8$ .

Dónde:

$q_s$  = Transporte sólidos total por unidad de ancho  $kg/seg/m$

$\Phi$  = Parámetro de Transporte

$f_i$  = Fracción de peso asociada a la clase i-esima.

$\tau_*$  = Tensión de corte adimensional referida a la partícula de diámetro  $d_i$ .

$\xi_{oi}$  = Coeficiente de protección –exposición correspondiente a la i-esima clase.

$d$  = Diámetro de la partícula representativa de la clase i-esima.

- **Ecuación de Yang (1972)**

Apaclla (2014) afirma que Yang relacionó el transporte total de sedimentos con la tasa de disipación de energía del flujo como agente de transporte de sedimentos. Debido a que principalmente el transporte de sedimentos ocurre en condiciones de flujo turbulento, la concentración de sedimentos está directamente relacionada a la fuerza unitaria de la corriente.

Yang planteo diferentes ecuaciones para arenas Ecuación 19 y gravas Ecuación 20, en función de la velocidad de caída de los sedimentos y restricciones para el número de Reynolds (Ecuación 21 y Ecuación 22).

$$\log C_s = 5.345 - 0.286 \log \frac{w_s d}{\nu} - 0.457 \log \frac{u_*}{w_s} + \left( 1.799 - 0.409 \log \frac{w_s d}{\nu} - 0.314 \log \frac{u_*}{w_s} \right) \log \left( \frac{US}{w_s} - \frac{U_c S}{w_s} \right) \quad (19)$$

$$\log C_s = 5.345 - 0.286 \log \frac{w_s d}{\nu} - 0.457 \log \frac{u_*}{w_s} + \left( 2.784 - 0.305 \log \frac{w_s d}{\nu} - 0.282 \log \frac{u_*}{w_s} \right) \log \left( \frac{US}{w_s} - \frac{U_c S}{w_s} \right) \quad (20)$$

Donde:

$C_s$  = Concentración de sedimentos en ppm

$\nu$  = Viscosidad cinemática

$U$  = Velocidad media

$U_*$  = Velocidad de corte

$w_s$  = Velocidad de caída de los sedimentos

$U_c$  = Velocidad promedio del flujo para movimiento inminente del sedimento.

$Re$  = Número de Raynold

La velocidad promedio del flujo para el movimiento inminente del sedimento  $U_c$ ,

está en función de la velocidad de caída  $w_s$ , velocidad de corte, diámetro de la partícula y viscosidad cinemática del fluido para regiones lisas y de transición mediante la Ec. 21, para regiones rugosas la Ecuación 22.

$$\frac{U_c}{w_s} = \frac{2.5}{\log(U_* \frac{d}{\nu}) - 0.06} + 0.66 \quad (21)$$

La Ec. 21 se cumple cuando:

$$1.2 < \frac{u_* d}{\nu} < 70$$

$$\text{Re} = \frac{u_* d}{\nu}$$

$$\frac{U_c}{w_s} = 2.05 \quad (22)$$

La Ec. 22 se cumple cuando:

$$\frac{u_* d}{\nu} \geq 70$$

### 2.3. Propiedades de sedimentos y del agua

El lecho de un río está constituido por mezcla de distintos tamaños, cada tamaño tiene una tensión crítica diferente, por lo que la corriente, teóricamente puede desplazar los finos más fácilmente que los gruesos. Mediante este razonamiento puede explicarse un desplazamiento selectivo de las partículas más finas que produzca con el tiempo, a partir de un material originalmente bien mezclado. Esta acción del río se le asigna el término de acorazamiento del lecho (Vide, 2003).

Vide (2003), sustenta que del fenómeno de acorazamiento se desprende algunas consecuencias para el método de campo de determinación de la granulométrica. El método más completo es el llamado “método volumétrico” que consiste en extraer del cauce un cierto volumen de material “subsuperficial”. Esto implica retirar primero la capa superficial en un espesor comparable al tamaño de la mayor partícula observada en la superficie. El volumen que se toma a continuación debe ser representativo del material granular del cauce.

Simons (1957), propuso el siguiente procedimiento para muestras de sedimentos de lecho.

- Si el lecho está seco, remover el material de la superficie del fondo hasta un espesor de  $2D_{90}$  de donde se extrae la muestra para el análisis granulométrico
- Para el cauce donde el agua está fluyendo, ubicar los deltas en los bordes y recoger muestras de por lo menos cuatro puntos representativos”.

Por lo tanto, es necesario definir conceptos básicos de parámetros o características de los sedimentos y el agua.

### **2.3.1. Tamaño**

García & Maza (1986) afirman, que una de las propiedades más importantes de los sedimentos es el tamaño de las partículas. Sin embargo, esta no se puede determinar fácilmente con una sola dimensión como si se podría con partículas esféricas y cúbicas. Las partículas naturales tienen formas, pesos y tamaños muy diversos e irregulares; así mismo, determinar el tamaño de las partículas es una tarea difícil, por lo que muchos investigadores desarrollaron métodos diversos para lo cual consideraron criterios basados en las siguientes definiciones:

- Diámetro nominal: es el diámetro de una esfera de igual volumen que la partícula.
- Diámetro cribado: es el tamaño mínimo de la abertura de la malla por la cual pasan las partículas.
- Diámetro de sedimentación o equivalente: es el diámetro de una esfera que tiene igual densidad y velocidad de caída a la de una partícula que caen en el mismo líquido y a la misma temperatura.
- Diámetro de sedimentación estándar: es el diámetro de una esfera cuya densidad relativa es 2.65 que tiene la misma velocidad de caída, cuando ambas caen en agua destilada a 24 °C.
- Dimensiones triaxiales: tamaño de la partícula en función de las tres dimensiones; largo, ancho y espesor. se utilizan preferentemente para especificar tamaño de partículas gruesas o fragmentos.

Udden (1914) y modificada por Wentworth (1922), realizaron la clasificación de partículas sedimentarias de acuerdo al tamaño que posteriormente fue adoptado por el Subcomité de Terminología Sedimentaria de la Unión Americana de Geofísicos (AGU), esta clasificación se muestra en la Tabla 2.

**Tabla 2: Escala sedimentológica de Udden-Wentworth**

<b>Denominación</b>	<b>d(mm)</b>	<b>d(μm)</b>
Cantos rodados muy grandes	4096 -2048	
Cantos rodados grandes	2048 - 1024	
Cantos rodados medianos	1024 -512	
Cantos rodados pequeños	512 - 256	
Guijarros grandes	256 - 128	
Guijarros pequeños	128 - 64	
Grava muy gruesa	64 - 32	
Grava gruesa	32 - 16	
Grava mediana	16 -8	
Grava fina	8-4	
Grava muy fina	4-2	
Arena muy gruesa	2 - 1	
Arena gruesa	1 - 1/2	
Arena mediana	1/2 -1/4	
Arena fina	1/4 -1/8	
Arena muy fina	1/8 -1/16	125 -62.5
Limo grueso	1/16 -1/32	62.5 -31.3
Limo mediano	1/32 -1/64	31.3 - 15.6
Limo fino	1/64 -1/128	15.6 -7.8
Limo muy fino	1/128 -1/256	7.80 -3.90
Arcilla gruesa	1/256 -1/512	3.90 -1.95
Arcilla mediana	1/512 -1/1024	1.95 - 0.98
Arcilla fina	1/1024 -1/2048	0.98 - 0.49
Arcilla muy fina	1/2048 -1/4096	0.49 -0.24

Fuente: Basile, 2018.

### 2.3.2. Forma

Según Apacla (2014), esta característica se refiere a la forma geométrica completa de una partícula sin considerar su tamaño o composición mineralógica. Las partículas de formas geométricas muy diferentes, pero con el mismo volumen y densidad, tienen un comportamiento similar en un fluido. Las partículas sedimentarias pueden adquirir un sinnúmero de formas según el grado de abrasión o rodadura a la que hayan sido sometidos y esto le confiere un comportamiento dinámico dentro del agua. Entre los parámetros para definir la forma de las partículas están el factor forma, esfericidad y redondez, los cuales son relaciones en función de las dimensiones triaxiales.

### 2.3.3. Velocidad de caída

La velocidad de caída nos ayuda a describir el comportamiento de las partículas una vez sumergido en el líquido, es la velocidad que adquiere una partícula al caer dentro del agua esta adquiere una velocidad máxima, donde el peso sumergido de la partícula se equilibra con el empuje ascendente que ejerce el agua (Vanoni, 1964).

Según Apacla (2014), los criterios para el cálculo de la velocidad de caída se basan en deducciones para partículas esféricas y de correcciones hechas en experimentos según la forma de las partículas. Van Rijn (1993) define que la velocidad de caída de una partícula esférica se determina cuando la fuerza de arrastre ( $F_D$ ) se equilibra con el peso sumergido ( $F_s$ ), es decir:

$$F_D = F_s \quad (23)$$

$$F_D = \frac{C_D \rho \omega^2 A}{2} \quad (24)$$

$$F_s = \frac{(\rho_s - \rho) g \pi d^3}{6} \quad (25)$$

Igualando ambas ecuaciones se obtiene:

$$\omega = \left[ \frac{4(s - \rho)}{3\rho C_D} g d \right]^{0.5} \quad (26)$$

Donde:  $s = \frac{\rho_s}{\rho}$

$C_D$ =Coeficiente de arrastre.

$\rho$  = densidad del fluido.

$\omega$  = velocidad de caída terminal de una esfera dentro del fluido en reposo.

$A$ = área de la partícula.

$\rho_s$ =Densidad de la partícula.

$d$ =diámetro de la esfera.

$g$ = aceleración de la gravedad.



También es importante mencionar la fuerza viscosa ( $F_v$ ), donde en la condición de velocidad de caída constante se equilibra con el peso sumergido ( $F_s$ )

$$F_v = 3\pi d\mu\omega \quad (27)$$

De igualar la ecuación (34) y (34) se obtiene

$$\omega = \frac{d^2}{18\nu}(s-1)g \quad (28)$$

Donde:

$\mu$  = viscosidad dinámica del fluido

$\nu$  = Viscosidad cinemática del fluido y es igual a  $\frac{\mu}{\rho}$

Esta ecuación es conocida como la Ley de Stokes para el cálculo de velocidad de caída de partículas esféricas.

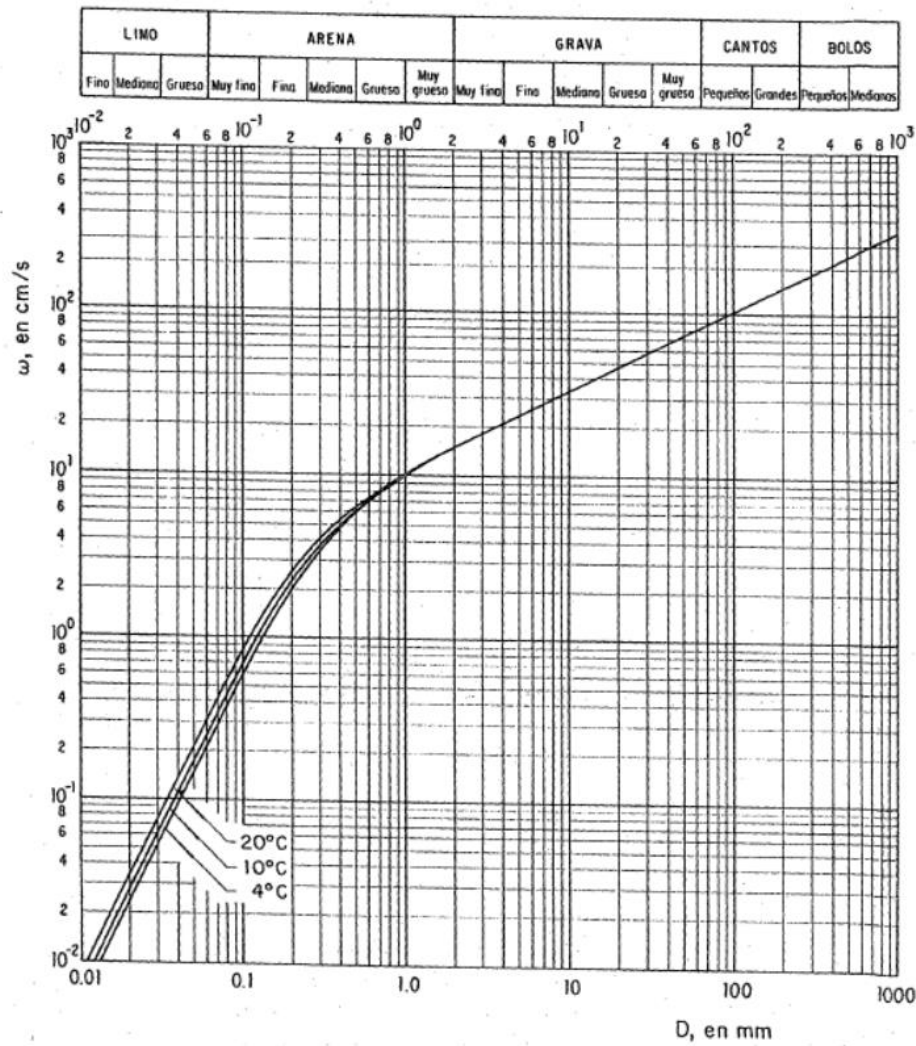
El parámetro coeficiente de arrastre ( $C_D$ ) se puede calcular de la igualdad de la fuerza de arrastre, ecuación 32 y la resistencia viscosa, ecuación 343. Del que resulta la siguiente ecuación.

$$C_D = \frac{24\mu}{\rho\omega d} = \frac{24}{Re} \quad (29)$$

Donde:

Re= Numero de Reynold.

La velocidad de sedimentación o caída terminal fue desarrollada por Rubey donde se tiene la siguiente figura.



**Figura 4: Curva de velocidad de sedimentación según Rubey**

Fuente: García y Maza, 1998.

Además, se puede obtener a partir de la representación matemática aproximada mediante la Ecuación 30:

$$\log(w) = -0.0028(\log D)^4 + 0.068(\log D)^3 - 0.266(\log D)^2 + 0.7877(\log D) + 0.9806 \quad (30)$$

### 2.3.4. Distribución granulométrica

En una muestra grande de suelo no cohesivo del lecho de un río aluvial, es de interés conocer la forma en que está distribuidos el tamaño de las partículas ya que en gran medida esta determina la resistencia al flujo (Basile, 2018).

Este análisis tiene como resultado la curva granulométrica que representa la distribución de las partículas en una muestra de sedimentos (Apacla, 2014).

Quincho (2015), afirma que los sedimentos están compuestos por granos que tienen una amplia variedad de tamaños y formas, por lo que es importante recurrir a métodos estadísticos para describir la distribución.

El procedimiento consiste en tamizar una muestra de suelo a través de mallas con tamaños de aberturas diferentes y pesar el material retenido en cada malla (Bowles, 1981). Los resultados del análisis de tamaños se presentan como curva acumulativa de frecuencias donde se grafica el tamaño contra la fracción de porcentaje en peso.

Los diámetros representativos fueron variados para los investigadores en transporte de sedimentos.

A continuación, se detalla algunos diámetros utilizados por cada investigador.

$d_{35}$ = Diámetro de la malla por donde pasan el 35% de los sedimentos de la muestra. Es el diámetro característico propuesto por Einstein para presentar el diámetro de la muestra.

$d_{40}$ =Diámetro usado por Schoklitsch para representar la muestra.

$d_{50}$ =Diámetro que en muchos casos representa el diámetro medio. Shield utilizó este diámetro para su estudio del inicio de movimiento.

$d_{65}$ =Diámetro utilizado por Einstein para representar la rugosidad de granos.

$d_{75}$ =Utilizado por Lane en su análisis concerniente al inicio de arrastre de sedimentos.

$d_{84}$ =Diámetro derivado de un análisis probabilístico. Se utiliza para definir la graduación del material.

$d_{85}$ = Empleado por Richardson y Simons para determinar la resistencia al flujo.

$d_m$ = diámetro medio aritmético. Se puede obtener de:

$$D_m = A_1.D_1 + A_2.D_2 + \dots + A_n.D_n / 100 = \sum (A_i D_i / 100) \quad (31)$$

$A_i$ = Representa una porción del porcentaje del gráfico de distribución granulométrica

$D_i$ =Valor medio del diámetro que corresponde a  $A_i$

Arche (2010), dice que, por el origen y la dinámica sedimentaria de una cuenca, el material de los sedimentos en condiciones naturales nunca se encuentra en forma uniforme, consta de partículas de diferentes diámetros.

**a. Coeficiente de uniformidad de Hazen**

Representa la distribución de los tamaños de partículas donde a medida que el valor numérico del coeficiente de uniformidad decrece la uniformidad aumenta.

$$Cu = \frac{d_{60}}{d_{10}}$$

El SUCS define que:

Arena bien gradado  $Cu > 6$

Grava bien gradado  $Cu > 4$

**b. Coeficiente de curvatura**

Permite establecer las condiciones granulométricas de las partículas en el sentido de que el material es bien gradado o mal gradado y evitar una granulometría con vacíos.

$$Cc = \frac{(d_{30})^2}{d_{60}d_{10}}$$

Arena bien gradada  $1 < Cc < 3$

Grava bien gradada  $1 < Cc < 3$

**2.3.5. Peso específico**

Está definido por la relación del peso en su fase sólida ( $W_s$ ) y el volumen de sólidos ( $V_s$ ) y está representada por la siguiente ecuación:

$$\gamma_s = \frac{W_s}{V_s}$$

**2.3.6. Densidad**

La densidad de una partícula depende de su composición mineralógica, es decir la densidad de los minerales que la constituyen y se define como la masa por unidad de volumen.

$$\rho = \frac{\text{masa}}{\text{volumen}}$$

### 2.3.7. Viscosidad

Es la propiedad de los fluidos de resistir un movimiento interno o a su deformación angular. La viscosidad produce una resistencia de superficie o por deformación, a que unas capas de fluido se deslicen sobre otras.

Newton encontró que en un fluido en movimiento, la fuerza interna de frotamiento por unidad de área o esfuerzo tangencial ( $\tau$ ) es proporcional al gradiente transversal de

velocidades  $\frac{du}{dy}$ , decir:

$$\tau = \mu \frac{du}{dy}$$

### 2.4. Coeficiente de rugosidad o Manning

Para determinar el coeficiente de rugosidad se identifican varios factores de comportamiento y/o características del río, Cowan (1956) desarrolló una metodología para estimar el valor de “n” mediante la siguiente formula:

Las estimaciones de los coeficientes se muestran en la Tabla 3.

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) m_5 \quad (32)$$

Donde:

$n_0$ : Es un valor básico de “n” para un canal recto, uniforme y liso en los materiales naturales involucrados.

$n_1$ : Rugosidad adicional debida a irregularidades superficiales del perímetro mojado a lo largo del tramo en estudio.

$n_2$ : Rugosidad adicional equivalente debida a variación de forma y de dimensiones de las secciones a lo largo del tramo en estudio.

$n_3$ : Rugosidad equivalente debida a obstrucciones existentes en el cauce.

$n_4$ : Rugosidad adicional equivalente debida a la presencia de vegetación.

$m_5$ : Factor de corrección para incorporar efecto de sinuosidad del cauce o presencia de meandros.

**Tabla 3: Correcciones para el cálculo de coeficiente de rugosidad  $n$** 

Condiciones del canal		Valores
Material involucrado	Tierra	0.020
	Corte de tierra	no 0.025
	Grava fina	0.024
	Grava gruesa	0.028
Grado de irregularidad	Suave	n1 0.000
	Menor	0.005
	Moderado	0.010
	Severo	0.020
Variación de la sección transversal	Gradual	0.000
	Ocasionalmente alternante	n2 0.005
	Frecuentemente alternante	0.010 - 0.015
Efecto relativo de las obstrucciones	Insignificante	0.000
	Menor	n3 0.010 - 0.015
	Apreciable	0.020 - 0.030
	Severo	0.040 - 0.060
Vegetación	Baja	0.005 - 0.010
	Media	n4 0.010 - 0.025
	Alta	0.025 - 0.050
	Muy alta	0.050 - 0.100
Grado de los efectos por meandros	Menor	1.000
	Apreciable	m5 1.150
	Severo	1.300

Fuente: Chow, 2000.

La estimación del caudal por método indirecto en base a parámetros hidráulicos (área, perímetros, pendiente, radio hidráulico) y coeficiente de rugosidad es la de mayor aplicación en hidráulica fluvial. Sin embargo, la dificultad yace en la determinación del coeficiente de rugosidad (Osio *et al.*, 2000).

El Servicio de Conservación de Recursos Naturales del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, plantea determinar el coeficiente de rugosidad a partir de un valor tabulado al cual se le aplica modificaciones de acuerdo a las características del tramo de análisis (Chow, 2000).

#### 2.4.1. Ecuación de Chezy

La ecuación de Chezy es representada de la siguiente manera:

$$U = C\sqrt{RS} \quad (33)$$

Donde:

U= Velocidad media del fluido

R= Radio hidráulico

S= Pendiente

C= Coeficiente de Chezy

Además, para obtener el coeficiente C a partir de las teorías de Prandtl y experiencias de Nikuradse se tiene la siguiente expresión:

$$C = \log \frac{11.1R}{k_s} \quad (34)$$

Donde  $k_s$  es el diámetro de la partícula si el fondo es plano, en cauces naturales se recomienda  $k_s=2 d_m$

#### 2.4.2. Ecuación de Strickler

La ecuación de Strickler precisa la rugosidad de Manning en función del tamaño medio de las partículas presentes en el cauce.

$$n = \frac{d^{1/6}}{21.1} \quad (35)$$

Donde d representa a los diámetros  $d_{65}$ ,  $d_{90}$  o  $d_{95}$  en función del acorazamiento. Sin embargo, cuando la distribución granulométrica es extendida d es considerado  $d_{90}$  o  $d_{95}$ .

#### 2.5. Sedimentación en el embalse

Cuando se construye una presa en el lecho de un río, esta actúa como una trampa de sedimentos. Una parte de los sólidos transportados por la corriente queda retenida en el embalse, disminuyendo así el volumen de almacenamiento (Rocha, 1998).

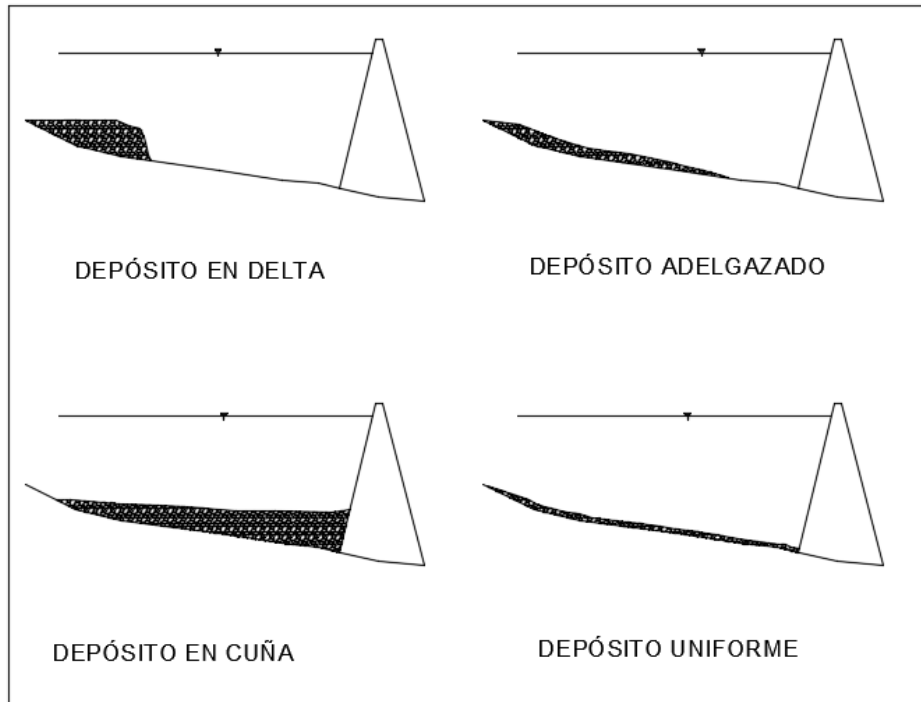
Es importante conocer la cantidad de sedimentos que llega o llegará al embalse. Esto se puede determinar por métodos predictivos y medidas de campo que buscan relaciones empíricas entre el caudal sólido en suspensión y el caudal líquido, entre el caudal sólido de fondo y el líquido que tiene alto grado de dispersión en los resultados.

El cálculo de transporte de sedimentos que ingresa y la determinación de sedimentos acumulados tiene un objetivo en común, saber cuánto de sedimento llega y dónde se deposita. Para lograr estas medidas se determina por técnicas batimétricas las partes sumergidas y técnicas topográficas las partes vacías o descubiertas. En la medida y cálculo de volúmenes debe seguirse siempre el mismo método para que la diferencia de volúmenes entre dos campañas sea una buena estimación (Vide, 2002).

Los embalses tienen diferentes comportamientos de deposición según la predominancia del material transportando. El embalse representa un decantador de profundidad creciente hacia el dique, en la misma dirección de la velocidad del flujo con velocidad de corte son decreciente lo que concluye en una distribución por tamaños; los de transporte de fondo o material con origen en el cauce depositan en la cola formando un delta y los de transporte en suspensión o material con origen en la cuenca hacia el dique. Sin embargo, la realidad es muy distinta al modelo antes descrito ya que el flujo está afectado por la corriente de turbidez, el nivel del embalse donde el descenso de nivel origina la erosión del delta y avance del material depositado, la existencia de grandes avenidas y finalmente la morfología del embalse por la existencia de afluentes menores. Por tanto, la deposición de los sedimentos en un embalse puede clasificarse en: deposición en deltas, cuñas, adelgazados y uniformes como se observa en la Figura 3 (Chira, 2016).

Rocha (1998), afirma que se calcula que a nivel mundial se pierde anualmente hasta el 1% de la capacidad total de los embalses existentes, según lo expresa K. Mahmood. (1987). Sin embargo, en muchos embalses la sedimentación medida es mayor que la prevista y en algunos, ha ocurrido una sedimentación acelerada que ha dado lugar a que en pocos años ciertos embalses pierdan una parte significativa de su volumen útil. El Boletín de ICOLD (Comisión Internacional de Grandes Presas) sobre Colmatación de Reservorios señala que en cuencas pequeñas ha habido colmataciones del orden del 4 a 5% anual.





**Figura 5: Formas de deposición de sedimentos en el embalse**

Fuente: Elaboración propia, adaptación de Chira, 2016.

### 2.5.1. Eficiencia de retención de embalse

Rocha (1998), menciona que los sedimentos transportados por un río que entran al vaso de un embalse solo una parte es retenida y el resto sobrepasa y ello depende de varios factores donde interviene el tamaño y la forma del embalse, caudales de entrada, granulometría de sedimentos, reglas de operación y disposición de estructuras hidráulicas de control. Esta característica se define como eficiencia de retención y esta determina por la siguiente relación.

$$C_L = \frac{ER \times DE}{C} \quad (36)$$

Donde:

CL= pérdida de capacidad del embalse en % por año

C= capacidad original o inicial del vaso en Hm<sup>3</sup>

ER= eficiencia de retención en %

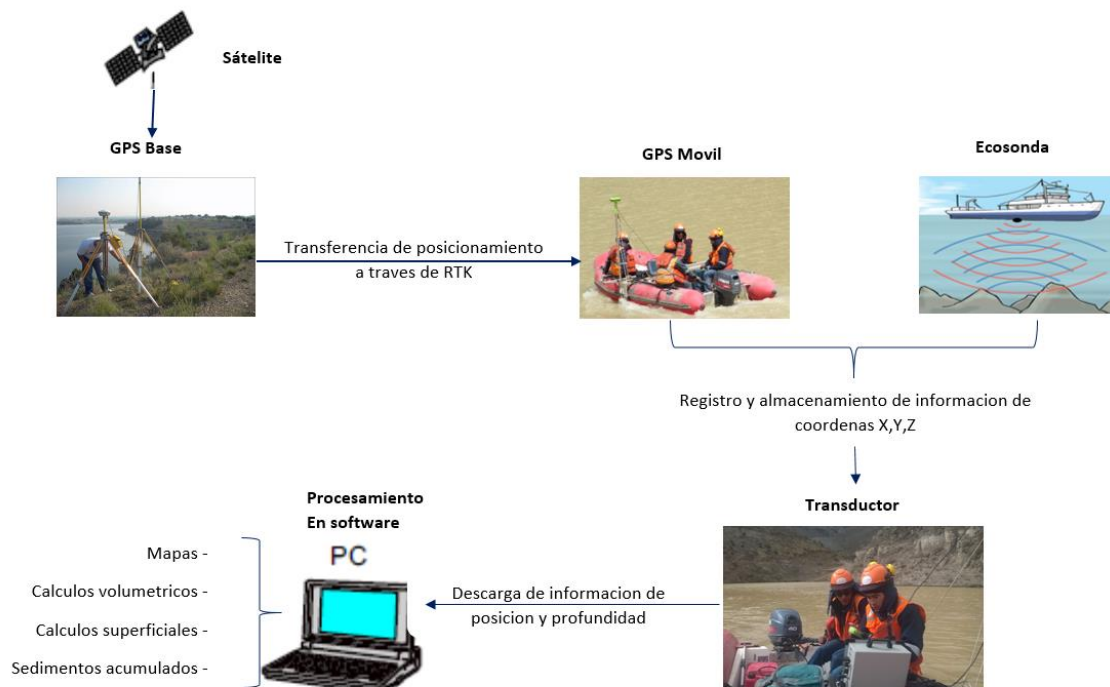
DE= aportación anual de sedimentos en m<sup>3</sup>/año.

### 2.5.2. Batimetría del embalse

Las técnicas de levantamiento batimétrico fueron cambiando en contraste con el desarrollo tecnológico de sistemas de posicionamiento global, lo que evidentemente mejoró en la precisión de toma de datos topográficos y batimétricos.

Desde la utilización de teodolitos hasta los Sistemas de Posicionamiento Global el objetivo es determinar puntos con coordenadas X, Y, Z a lo largo y ancho de superficies de fondo hidrográfico (mares, lagunas, embalses y ríos), teniendo como referencia un punto conocido o BM (Benchmarking). En la actualidad la técnica más utilizada es la simbiosis entre ecosondas (para medir profundidades) y GPS diferencial (para medir la posición en coordenadas X, Y) lo que finalmente permite integrar la información en tiempo real a través de un software en el Transductor como se muestra en la Figura 6.

El principal producto de la batimetría es determinar la curva Altura-Área-Volumen del embalse, que finalmente permite estimar la colmatación entre dos periodos de batimetrías.



**Figura 6: Esquema de levantamiento batimétrico en embalses**

Fuente: Elaboración propia, 2016.

## **2.6. Parámetros geomorfológicos de la cuenca**

Una cuenca hidrográfica es un terreno delimitado por la divisoria de agua que drena el flujo a un punto en común. El comportamiento del flujo depende de las condiciones climáticas, características morfológicas, naturaleza del suelo y de la cobertura vegetal de la cuenca.

### **2.6.1. Parámetros de relieve**

#### **a. Perímetro**

Es la medida de la línea envolvente o longitud del parte de la divisoria de aguas de la cuenca.

#### **b. Área**

Es la superficie delimitada por la divisoria de agua o proyección ortogonal de toda el área de drenaje dirigida directa o indirectamente a un cauce natural.

#### **c. Pendiente media**

Es la variación de la inclinación de la cuenca como producto del proceso de degradación y erosión. Está definido por la topografía, donde los grados de erosión se manifiestan con mayor medida en cuencas con pendiente alta, mientras en cuencas con pendiente baja se dan problemas de drenaje y sedimentación.

#### **d. Elevación media**

La elevación media es la variación altitudinal, esta tiene influencia en el régimen hidrológico. También, es un parámetro que ayuda a determinar características ecológicas y climatológicas.

### **2.6.2. Parámetros de forma**

#### **a. Índice de compacidad o índice de Gravelius**

Se define como el cociente entre el perímetro de la cuenca respecto al perímetro de un círculo de la misma área (círculo equivalente). Por lo que, mientras mayor sea el

coeficiente la forma de la cuenca será más distante que la forma del círculo. El coeficiente se define mediante la ecuación 38.

$$K_c = 0.282 * \left( \frac{P}{\sqrt{A}} \right) \quad (38)$$

$K_c$ : Índice de compacidad o índice de Gravelius (Adimensional)

A: Área de la cuenca ( $\text{Km}^2$ )

$L_m$ : Longitud de máximo recorrido (Km)

El índice de compacidad está relacionado con el tiempo de concentración, lo cual es el tiempo que tarda una gota de lluvia en moverse desde la parte más lejana hasta la salida de la cuenca. La FAO (1985) clasifica la cuenca dentro de unos rangos según su forma redonda como se muestra a continuación:

$K_c = 1$  representa a una cuenca redonda

$K_c = 1.25 < > 1.5$  cuenca oval redonda a oval oblonga

$K_c = 1.5 < > 1.75$  oval oblonga a rectangular oblonga.

A medida que el índice de compacidad es cercano a 1, la respuesta a las crecidas de la cuenca es menor, es decir las ondas de crecidas con continuas.

## b. Factor forma

Define la elongación de una cuenca, en redondeada o alargada. Matemáticamente es la relación entre el área de una cuenca y el cuadrado del máximo recorrido. En el ámbito hidrológico este parámetro permite medir la cuenca hacia las crecidas, de rápidas a muy intensas y de lentas a sostenidas.

$$F = \frac{A}{L_m^2} \quad (39)$$

Donde:

F: Factor forma.

A: Área de la cuenca ( $\text{Km}^2$ ).

$L_m$ : Longitud de máximo recorrido (Km).

Además, es adimensional.

### c. Índice de alargamiento

Es un parámetro de forma que muestra la tendencia de la cuenca a ser alargada en relación con su longitud axial y el ancho máximo de la cuenca. Cuando de este parámetro es mayor que uno, quiere decir que es más alargada que ancha, asimismo se puede predecir el comportamiento hidrológico de sus drenajes, por ende, el potencial erosivo o de arrastre. La ecuación 40 representa matemáticamente el índice de alargamiento.

$$I_a = \frac{L_m}{L_a} \quad (40)$$

Donde:

$I_a$ : Índice de alargamiento

$L_m$ : Longitud máxima de la cuenca

$L_a$ : Ancho máximo de la cuenca

### 2.6.3. Parámetros de red de drenaje

#### a. Longitud de cauce principal

Es la distancia máxima desde su nacimiento hasta el punto de aforo o salida de la cuenca dentro del límite de la cuenca.

#### b. Pendiente de cauce principal

Este parámetro es importante en la capacidad del cauce para el transporte de sedimentos, debido a la relación directa con la velocidad del agua. Cauces con pendiente mayores a 3% se considera de pendiente fuerte. Para el cálculo, principalmente se utiliza el método de elevaciones extremas, el cual es la relación de la diferencia entre la elevación máxima y elevación mínima sobre la longitud del tramo evaluado. Según Taylor Schwarz pendiente del cauce principal se representa mediante la ecuación 41.

$$S = \frac{H_{\max} - H_{\min}}{L} \quad (41)$$

Donde:

S: Pendiente media de cauce

Hmax: Altitud máxima del cauce (m.s.n.m)

Hmin: Altitud mínima del cauce (m.s.n.m)

L: Longitud del cauce principal (m)

**c. Tiempo de concentración**

Este parámetro se describe como el tiempo que demora una gota de lluvia desde el punto hidrológicamente más alejado de la cuenca hasta la desembocadura.

Kirpich desarrolló la siguiente ecuación para determinar el tiempo de concentración:

$$T_c = \left( \frac{0.870 * L^3}{H} \right)^{0.385} \quad (42)$$

Donde:

T<sub>c</sub>: Tiempo de concentración

L: Longitud del cauce principal (Km)

H: Diferencia entre las elevaciones extremas de la cuenca (m)

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Zona de estudio**

##### **3.1.1. Ubicación**

El embalse Torata, se ubica en el ámbito de operación de la empresa minera SPCC, operaciones Cuajone, en la zona media de la unidad hidrográfica Torata, el cual tiene un área aproximada de 400 km<sup>2</sup> y nace a una altitud de 5415 m.s.n.m, es uno de los principales afluentes de la cuenca hidrográfica Moquegua.

Geográficamente el embalse se localiza en las siguientes coordenadas geográficas: latitud 17°01'13", longitud 70°41'06", altitud 3420 m.s.n.m, zona 17S, datum horizontal WGS84. Políticamente se encuentra en el ámbito de la región Moquegua, provincia de Mariscal Nieto, distrito de Torata. Se detalla la ubicación en el Mapa N° 1 de Anexo 7.

##### **3.1.2. Vías de Acceso**

La principal vía de acceso desde Lima a la capital de la región Moquegua, es por la Panamericana Sur aproximadamente 1 145 kilómetros. Para posteriormente acceder por la carretera Moquegua – Cuajone, hasta la represa Torata y los puntos de monitoreo de la presente investigación.

##### **3.1.3. Suelos y ecología**

Los suelos de la zona de estudio tienen un escaso desarrollo edáfico, lo que se evidencia con acumulación de materia orgánica y crecimiento de escasa vegetación en la zona de Cuajone hasta Arundaya y hacia a la cabecera de cuenca se verifica crecimiento de pajonales y bofedales (SPCC-2000).

El uso de tierra en la zona de estudio, aguas arriba del embalse es principalmente pecuario, agrario y forestal. La población se encuentra dispersa en cabañas dedicándose únicamente al pastoreo de camélidos sudamericanos (llamas, alpacas), la actividad agrícola se desarrollaba en la zona de Arundaya de donde la totalidad de la población fue migrando a la capital provincial y distrital en busca de mejores oportunidades de empleo ya que la actividad agrícola a la que se dedicaban no son rentables por las duras condiciones climáticas, la escasés de recursos hídricos y la baja fertilidad del suelo.

#### **3.1.4. Características geológicas y geomorfológicas**

El Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMET, 2000) presenta los mapas geológicos en cuadrángulos, el área de estudio abarca los cuadrángulos de Omate (34-u2, u3), Huaytire (34-v3), Moquegua (35-u1, u4) y Tarata (35-v4). Del cual se puede describir que la zona de Cuajone la constituye principalmente rocas volcánico – sedimentarias e intrusivas con depósitos de areniscas, limolitas y conglomerados grises intercalados con tobas re TRABAJADAS; en la zona cercana al embalse existe de Rolita Samanape con presencia de Lavas Porfíricas gris claro. La edad geológica de las unidades litoestratificas comprenden desde el Cretáceo superior al Terciario Inferior con presencia limitada de depósitos cuaternarios. Los afloramientos que más abarcan la zona de estudio son la Formación Huaylillas y Formación Capillune, lo que constituye formación volcánica de varios miembros, las cuales fueron mineralizadas por fluidos hidrotermales en menor medida. Por lo tanto, se infiere que las rocas de esta zona tienen alta dureza, son compactas y buena capacidad portante. Pero también se encuentra formaciones alteradas que son inestables los cuales generan movimientos de masa.

La cabecera de cuenca se encuentra dentro de la faja volcánica de la cordillera de los andes, por ende, una amplia área de esta zona se encuentra cubierta por depósitos cuaternarios que fueron impactadas por las glaciaciones que dieron origen a la formación de suelos no consolidados permeables (de origen glaciar, fluvio-glaciar y aluvial), por ello, presencia de acuíferos que alimentan el río Torata.

En la zona de Titijones, Arundaya y Dique Torata el material que predomina es de origen glaciar (andesita porfírica), volcánico (andesita, depósitos morrenicos), coluvio-aluvial (deposito fluvio-glacial) y aluvial (formación capillune y huaylilla). Estas características dan



lugar a la formación del relieve de la cuenca siendo en la zona alta formas montañosas volcánicas, de laderas con pendiente fuerte y moderada donde tiene su lugar las áreas llanas y onduladas.

A medida que se va bajando la cuenca, el relieve es de características variables con predominancia de zonas montañosas con escasa vegetación y laderas empinadas y escarpadas que en ocasiones se desprende por la erosión natural en épocas de precipitaciones. Las descripciones antes mencionadas han sido inferidas del mapa geológico N° 3 del Anexo 7 elaborado para la cuenca.

### **3.1.5. Aspectos Climatológicos**

Según la clasificación climática del Perú, desarrollado por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) por el método Thornthwaite. La cuenca Torata se clasifica en 4 zonas climáticas: en cabecera de cuenca clasificación (B(o,i)D'H3) con clima semi frígido(D'), semiárido (B), con lluvia deficiente en otoño e invierno(o,i), con humedad relativa calificada como húmeda(H3); en zona alto andinas clasificación (C(o,i,p)C'H2) con clima semi seco (C), frío (C'), con deficiencia de lluvia en otoño, invierno y primavera (o,i,p), con humedad relativa calificada como seca (H2); en zona intermedia de la cuenca (D(o,i,p)B'2H2 ) clima semi árido(D) , templado(B'2), con deficiencias de lluvia en otoño, invierno y primavera(o,i,p), con humedad relativa calificada como seco (H2 ); finalmente en la cuenca baja el clima semi cálido, desértico, con deficiencia de lluvia en todas las estaciones, con humedad relativa calificada como húmedo (E(d)B'1H3), como se observa en el mapa N° 3 del Anexo 7.

### **3.1.6. Precipitación**

En la cuenca Torata se cuenta con una red de estaciones meteorológicas de propiedad de SPCC, sobre la base de estas estaciones el comportamiento de esta variable se puede describir como sigue:

En la estación Mina Cuajone, ubicada a 3435 m.s.n.m se tiene una información continua desde 1956. Lo que permite analizar valores representativos, la precipitación media anual fue de 140.3 mm, el año 2017 fue el más lluvioso, cuando se registró una precipitación de

350.3 mm, y el año más seco fue en 1983, coincidente con el fenómeno de El Niño, registrándose una precipitación de 25.3 mm. Por lo tanto, se define el clima del sector Cuajone como semidesértico a semiárido.

Según registros de SPCC, un año lluvioso puede duplicar la precipitación promedio a un año normal y un año seco puede registrar hasta la quinta parte de este año promedio normal.

El clima del sector Alto Andino es frío y subhúmedo, típico de las alturas de la cordillera andina sur occidental (Centro de Investigación de Zonas Áridas, 1982). Para el análisis de precipitación en esta zona se utilizó la información registrada en la estación Titijones Apacheta que cuenta con un registro continuo desde 1992. La precipitación media anual fue de 398.7 mm, el año más lluvioso fue en el 2012 con 672.2 mm, el año más seco 1992 con 147.6 mm. En la Tabla 4 se presenta la ubicación de estaciones meteorológicas de referencia para la presente investigación.

**Tabla 4: Ubicación y estaciones meteorológicas**

Nombre	Longitud	Latitud	Altitud (m.s.n.m)	País	Periodo de registros	
					Inicio	Final
Apacheta Totijones	70°27'0"O	16°57'36"S	4671	Perú	1999	2016
Pozo TW4	70°30'36"O	16°56'60"S	4573	Perú	1999	2016
Viña Blanca	70°40'12"O	17°03'36"S	3938	Perú	1999	2016
Mina Cuajone	70°45'36"O	17°03'36"S	3435	Perú	1999	2016

Fuente: Elaboración propia con información de SPCC, 2016.

### 3.1.7. Hidrografía

La cuenca del río Torata presenta un régimen hidrológico bien marcado; de enero a marzo, época de avenidas, de abril a julio, época de transición y de agosto a diciembre época de estiaje. Tiene sus nacientes sobre los 5415 m.s.n.m. desde donde escurre las aguas que van infiltrando y escurriendo a través de cauces y formando bofedales en las planicies. El principal tributario nace en zona de Titijones y a medida que se avanza aguas abajo se encuentra afluentes importantes, donde la quebrada Hidro 1 y Arundaya son los principales aportantes con flujo permanente.

### 3.1.8. Embalse Torata

La represa está ubicada en el río Torata, en las coordenadas 17°01'21" y 70°41'11" zona 17S Datum WGS84, aguas arriba del tajo de mina Cuajone; el eje de la corona se ubica en la cota 3430 m.s.n.m en un estrechamiento inferior del cauce de 10 metros de ancho, llegando a medir en la parte superior 400 metros de longitud por 155 metros de ancho y una altura de 130 metros.



**Figura 7: Embalse Torata**

Fuente: Adaptado de Google Earth, 2016.

El dique es de tipo relleno de escollera, con material de desmote de mina y revestido con pantalla de concreto. En su máximo nivel puede almacenar un volumen total de 16 MMC, siendo un sistema de control de avenidas diseñado para evacuar un caudal máximo de 10 m<sup>3</sup>/s por sus 3 válvulas de salida derivados a través de un túnel de 4 kilómetros, descargadas y conducidas mediante una tubería HDPE una distancia de 4 kilómetros hasta descargar aguas abajo del tajo y botadero de mina. El criterio de operación para épocas de avenida es mantener el nivel máximo de operación (NAMO), evacuar el excedente y determinar el caudal de salida según los caudales de entrada y los pronósticos de los operadores hidráulicos y la Autoridad Local del Agua Moquegua. En la Tabla 5 se identifica los niveles de operación del reservorio Torata al 2016, teniendo en consideración la tasa de sedimentación.

**Tabla 5: Niveles de operatividad del embalse Torata**

Nivel Min. Extremo	Nivel Operación	Nivel Normal Operación	Nivel Máximo Operación	Nivel Máximo Extremo	Corona Dique
m.s.n.m 3481.00	m.s.n.m 3490.00	m.s.n.m 3495.00	m.s.n.m 3498.00	m.s.n.m 3510.00	m.s.n.m 3538.00

Fuente: SPCC, 2016.

## 3.2. Materiales

### 3.2.1. Equipos y materiales

Los equipos necesarios para la realización de la investigación se definieron para cada actividad como sigue:

#### a. Equipo de muestreo de sedimentos de suspensión

- Botellas recolectoras de polietileno de boca ancha de 1 litro.
- Filtro de 0.45  $\mu\text{m}$  de porosidad y 47 mm de diámetro marca Whatman Millipore
- Balanza electrónica con precisión de 0.001 gr, modelo AND GF – Marca Navigator
- Bomba de vacío marca Mityvac de 30 in Hg
- Estufa
- Libreta de campo

#### b. Equipo de muestreo de sedimentos de fondo

- Lampas
- Wincha
- Bolsa de muestreo de material de lecho

#### c. Equipos para batimetría

- GPS diferencial
- Estación Total TOPCON ES105
- Transductor

- Ecosonda
- Batería de 12 V
- Trípode y base niveladora
- Bote Zodiac
- Multiparámetro YSI 556
- Wincha

**d. Equipos de gabinete**

- Laptop Core i7 Toshiba

**e. Programas de cómputo**

- Microsoft office
- AutoCAD Civil
- ArcGis 10.2
- HEC-RAS 3.5

### **3.3. Metodología y procedimientos**

#### **3.3.1. Monitoreo de sedimentos de suspensión**

Para el monitoreo de los sedimentos en suspensión en la cuenca del río Torata se utilizó el procedimiento de muestreo utilizado por el Servicio de Observación SO HYBAM basado en la Norma Internacional ASTM D3977-97 (2002), en el marco del proyecto “Control geodinámica, hidrológico y biogeoquímico de la erosión y alteración de las transferencias de materia en las cuencas del Amazonas, del Orinoco y del Congo”. Esta metodológica consiste en recolectar muestras en botellas de 500 a 1000 ml a una profundidad promedio de 0.5 m en la zona más cercana posible al centro del cauce.

En el caso específico del monitoreo de sedimentos en suspensión en el río Torata, esta se realizó durante la ocurrencia de lluvias, la cual es registrada en la estación remota ubicada en la zona alto andina de la cuenca. Se tomaron 2 puntos de control, en la Estación Hidrométrica Arundaya y Cola del Embalse para flujo de entrada al embalse, 1 punto de control de Salida del Embalse, Estación Hidrométrica El Cañón. Luego de la recolección de

la muestra, esta se endosa con datos fecha, hora y el nivel de la regla limnigráfica de la estación hidrométrica.

#### **a. Procesamiento de muestras**

El análisis y procesamiento de las muestras se realizan con los equipos y materiales con el que cuenta SPCC, a continuación, se detalla el procedimiento.

- Se registra el peso de la muestra en la balanza electrónica de precisión, el cual convertimos a unidades volumétricas considerando la densidad del agua 1 ml/gr.
- Se inicia el proceso de filtrado de la muestra a través del filtro de papel celulosa de 24  $\mu\text{m}$  de porosidad con una bomba de vacío hasta dejarla completamente limpia la botella de muestreo.
- Los filtros con los sedimentos retenidos se secan en una estufa a una temperatura de 70 °C por 6 horas, una vez seco el filtro con el sedimento retenido se pesa en la balanza de precisión.
- Se obtiene el peso del sedimento, hallando la diferencia en peso entre la muestra de sedimento seco y el peso del filtro, la concentración resulta ser el cociente entre el peso de sedimento seco y el volumen de agua retenido en el frasco, el resultado nos brinda un valor en unidades de gr/l.
- El gasto sólido en suspensión se determina del producto de la concentración con el caudal líquido instantáneo registrado en la estación hidrométrica.

#### **b. Determinación de la concentración de sedimentos**

El método ampliamente utilizado para predecir la cantidad de sedimentos en suspensión transportando es la curva de sedimentos que se obtiene de relacionar el caudal sólido con el caudal líquido de una gran cantidad de muestras. Esta relación según Walling (1974) y Zhang et al (2012) se obtiene de graficar los datos con una función potencia.

$$Q_s = aQ_l^b$$

Donde:

$Q_s$  = Caudal sólido o transporte de sedimentos

$Q_l$  = Caudal líquido o descarga de agua

a, b constante y exponente de la ecuación respectivamente.

La constante “a” y el exponente “b” se obtienen de la regresión ordinaria de mínimos cuadrados en logaritmos de los datos de concentración y caudal. Algunos investigadores a estos coeficientes le asignan significados físicos como Horowitz (2003) afirma que “a” es el índice de severidad, es decir que si este valor es alto indica que el suelo en la cuenca es intensamente erosionado y de fácil transporte. El coeficiente “b” determina el poder erosivo del río o la disponibilidad de sedimentos en nuevas fuentes.

Cuando  $0 < b < 1$  las concentraciones decrecen cuando las descargas aumentan, si  $b > 1$  la concentración aumenta cuando el caudal aumenta y finalmente si  $b < 0$  la concentración decrece rápido cuando el caudal aumenta.

### **3.3.2. Determinación de propiedades de sedimentos de fondo**

Debido a las condiciones extremas en épocas de avenida y los riesgos que conlleva extraer muestras de sedimentos en ríos turbulentos se utilizó el método de muestreo sub-superficial areal en los bancos de material acumulado en el cauce, en zonas cercanas a la cola del embalse. Para el cual se procedió de la siguiente manera.

- En el tramo del cauce donde se determinó los parámetros hidráulicos para el cálculo de transporte de sedimentos se ubicó bancos de material depositado por el río, donde se procedió a ubicar un área de 1x1 de donde se retiró la capa superficial del lecho.
- Se extrae material hasta una profundidad de 1 m y se realiza el cuarteo de todo el volumen de la muestra de 4 bancos diferentes.
- El primer problema fue definir la cantidad de material que se debía extraer para que la muestra fuese representativa estadísticamente. Para ello se utilizaron las recomendaciones de Church *et al.* (1996), de uso frecuente dentro del campo de la Geomorfología Fluvial. Estos autores consideran que la partícula más grande presente en la muestra debe determinar el volumen de la misma, ya que estará representada de manera única respecto al resto de tamaños. A partir de esta premisa y realizando varios ensayos granulométricos, los autores citados propusieron un gráfico donde se relaciona el tamaño de la muestra con el eje b de la partícula más grande. Se recomienda que la partícula más grande represente entre el 0,1 y el 5% del total de la muestra.

- Posteriormente se realizó la granulometría de la muestra cumpliendo la norma ASTM C-136.
- Finalmente se determinó el peso específico de las 4 muestras de bancos diferentes para cada los años de muestreo 2015 y 2016.

### 3.3.3. Información hidrométrica

A lo largo de la cuenca del río Torata existe una red de estaciones hidrométricas equipadas con limnigráfos y reglas limnimétricas que registran datos de niveles de manera continua. Estos datos de niveles se procesan para convertir en caudales con la ecuación del vertedero de cada estación hidrométrica.

Para el presente estudio esta información es proporcionada por SPCC, operador hidráulico del embalse Torata a nivel diario. El caudal que fluye hasta el embalse es monitoreado en la estación hidrométrica Arondaya y el caudal efluente en la estación hidrométrica El Cañón. En la tabla N° 6 se presenta la ubicación de las estaciones hidrométricas utilizadas en la presente investigación y los periodos de disponibilidad de información.

**Tabla 6: Ubicación de estaciones hidrométricas**

Nombre	Longitud	Latitud	Altitud (m.s.n.m)	País	Periodo de registros	
					Inicio	Final
Arondaya	70°0'36"O	17°39'0"S	3700	Perú	2000	2016
El Cañón	70°47'24"O	17°3'0"S	2930	Perú	2000	2016

Fuente: SPCC, 2016.

### 3.3.4. Información topográfica

La complejidad de la morfología del lecho de un río es un factor limitante para determinar la sección de análisis. Sin embargo, se fijó un tramo relativamente recto y/o uniforme, donde las características hidráulicas no variaron en los años de observación (2015, 2016) deben aproximarse a las condiciones en las que se establecieron las fórmulas empíricas. Al definir el tramo del río donde se realizó el análisis de las secciones, se hizo el levantamiento topográfico a detalle del cauce y los márgenes hasta una distancia prudente. Esta distancia se estimó considerando la máxima avenida por el método de la huella.



### **3.3.5. Información batimétrica**

La empresa SPCC construyó el sistema de control de avenidas embalse Torata, para tal fin realizó la topografía original del vaso en abril del 2001, posteriormente continuando con el monitoreo del embalse se realizaron trabajos batimétricos en noviembre de 2001, diciembre 2002, setiembre de 2003 y octubre de 2005.

Este trabajo fue ejecutado por la gerencia de recursos hídrico, operaciones Cuajone de la empresa SPCC. Es importante mencionar que los trabajos se realizan con la finalidad de analizar el relieve de fondo y la variación a través del tiempo, denominado “colmatación”. Las batimetrías en el embalse Torata fueron realizados con una estación total Pentax y ecosonda Raytheon de 90 Hz hasta el año 2003, para el año 2005 una estación tota Topcon GTS 310 y ecosonda Furuno Electric, modelo FE-81301. Los ecosondas fueron instalados en el bote que recorre sobre ejes predeterminados, donde el operador de la estación total se comunica a través de una radio portátil con el operador del ecosonda y porta prismas para tomar los datos del punto asignado en las secciones previamente ubicadas en el embalse.

La estación total determina las coordenadas X, Y de los puntos y la ecosonda registra las profundidades. Para determinar la cota de los puntos se realiza con la diferencia del nivel del espejo de agua del día en que se ejecutó el trabajo. Por lo tanto, se determina las coordenadas X, Y, Z para procesar con ayuda de software ArGis 10.1 o Civil 3D 2015.

En el año 2015 y 2016 la batimetría se realizó con equipos GPS diferencial JAVAD de alta precisión, donde se instala el GPS base nivelado en un punto geodésico conocido desde donde radiará señal RTK (movimiento en tiempo real), que será captado por el GPS rover instalado en el bote el cual registra las coordenadas Este y Norte según el movimiento del bote. La cota de la profundidad se obtiene a través de la diferencia del nivel del embalse y la profundidad medida con un ecosonda para cada punto.

Determinar la cantidad de material sólido que entra en el vaso es, sin duda, uno de los aspectos más importantes en el estudio del problema de sedimentación de un embalse.

**Tabla 7: Periodos batimétricos en el embalse Torata**

Periodo	Medición		Volumen de sedimentos acumulados
	Coordenadas (X,Y)	Profundidad (Z)	m <sup>3</sup>
2001	Estación Total Pentax	Ecosonda Raytheon	225404.0
2002	Estación Total Pentax	Ecosonda Raytheon	97956.0
2005	Estación Total Pentax	Ecosonda Furuno	139027.0
2015	GPS diferencial JAVAD	Ecosonda	346545.3
2016	GPS diferencial JAVAD	Ecosonda	12580.0

Fuente: Elaboración propia con información de SPCC, 2016.

### 3.3.6. Trabajos de gabinete

#### a. Determinación de parámetros hidráulicos de la sección.

Los parámetros hidráulicos de las secciones de análisis del río se obtiene previo modelamiento hidráulico con el software Hec-Ras a partir de los siguientes insumos: caudales medios diarios, topografía del tramo, coeficientes de rugosidad de Manning y definición de tipo de flujo en el tramo de análisis.

Para lo cual se utilizó las herramientas de sistema de información geográfica HEC-GeoRAS siendo esta una extensión del ArcGis donde se genera la geomorfología del cauce a partir del levantamiento topográfico del siguiente modo, según el manual del usuario:

- La capa de la línea del cauce del río se crea con el comando “Stream Center” digitalizando el eje del río en dirección de aguas arriba hacia aguas abajo.
- La capa borde del cauce del río se crea con el comando “Bank Lines” digitalizando los bordes del río.
- Los márgenes que definen los límites superiores del río o líneas de centro del flujo, donde se caracterizó y clasifico a cada FlowPath para definir el tipo de flujo en el cauce tanto en el banco derecho o izquierdo con el comando “Assing Line Type”.
- Las líneas de corte de la sección transversal se crearon con el comando “XS Cut Lines” digitalizando y generando con el comando “Construct XS Cut Lines”

- Los atributos del cauce como longitud, elevación y topología para obtener la capa River 3D.
- La sección transversal en 3D se generó con el comando “XS Cut Lines Attributes”
- Finalmente, los archivos generados se guardaron en una geodatabase en ArcGis para ser exportado al HEC-RAS con el comando “Export RAS Data”.

Posteriormente las capas generadas en ArcGis con la extensión Hec-GeoRAS, es el insumo principal para el modelamiento hidráulico con HEC-RAS. Sin embargo, en esta etapa se introduce otras variables como el caudal, coeficiente de rugosidad, tipo de flujo según; el cambio de profundidad del flujo (flujo permanente o flujo no permanente), según el número de Froude (flujo subcrítico, crítico y supercrítico). Teniendo como base los cálculos realizados, se sigue el procedimiento a continuación detallado según el manual del usuario:

- La creación del proyecto se realiza con el comando “New Project”
- Geometría del cauce se importa con el comando “Geometric Data”, sin embargo, en esta etapa se ingresan datos hidráulicos del río; coeficiente de rugosidad en la sección de análisis y otras condiciones de frontera.
- Los datos de caudal se ingresan con el comando “Steady Flow Data” y las condiciones de frontera se ingresa con el comando “Steady Flow Boundery Condition”.
- La simulación del modelo se realiza con el comando “Steady flow analysis” para los caudales medios diarios. Para los cual se aprecia la variación de niveles.
- Finalmente se identifica la sección de análisis para el cual se exporta el valor de los parámetros hidráulicos generados para un caudal determinado.

Los parámetros hidráulicos obtenidos del modelamiento hidráulico es el principal insumo para calcular el transporte de sedimentos en el río Torata.

Finalmente se realiza los cálculos de transporte total de sedimentos con las fórmulas empíricas Acker& White, Engelund & Hansen para sedimentos no uniformes y de Yang.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Análisis hidrológico de la cuenca

Para describir las características morfológicas de la cuenca Torata se dividió en 3 zonas de acuerdo al punto de muestreo de sedimentos. En sentido aguas abajo, la primera delimitación se realizó hasta la Cola de Presa Torata, la segunda hasta la Estación Hidrométrica El Cañón y la tercera hasta la salida de la cuenca Torata, como se muestra en plano N° 1 en el Anexo 7.

**Tabla 8: Parámetros morfológicos de la cuenca**

MORFOLOGÍA	PARÁMETRO	Unidad	Cuenca delimitada		
			Hasta Cola de Presa	Hasta Estación El Cañón	Hasta salida de cuenca
De relieve	Área	Km <sup>2</sup>	255.02	316.14	398.31
	Perímetro	Km	85.04	113.43	136.88
	Pendiente media	%	23.85	25.6	26.6
	Elevación Media	m.s.n.m	4650	4171	3376
	Altura máxima	m.s.n.m	5413	5413	5413
	Altura mínima	m.s.n.m	3531	2929	1339
De forma	Índice de compacidad o Gravelius	–	1.49	1.79	1.92
	Factor forma	–	0.264	0.153	0.082
	Índice de alargamiento	–	1.996	2.924	4.485
De drenaje	Longitud principal de cauce	Km	31.06	45.5	69.8
	Pendiente de cauce principal	%	4.2	4.8	5.2
	Tiempo de concentración	Km/Km <sup>2</sup>	0.12	0.14	0.18

Hasta la Cola de Presa Torata las características morfológicas de relieve son: área de 255.02 Km<sup>2</sup>, perímetro de 85.04 Km, pendiente media de la cuenca de 23.85%, por lo que se considera de relieve accidentado. En base a algunas características de relieve se determinó las características morfológicas que ayudaron a describir el comportamiento de la cuenca frente a algunos eventos de precipitación – escorrentía por ende a la erosión y transporte de sedimentos.

En cuanto al factor forma y coeficiente de compacidad de la cuenca, hasta la cola de la presa la cuenca tiene una forma oval oblogada y mayor respuesta a las crecidas. Aguas abajo la cuenca va tomando forma alargada y un mayor coeficiente de compacidad, es decir, mayor tiempo de concentración y menor respuesta a las crecientes. Sin embargo, el Dique Torata es una infraestructura de control de avenidas que modifica el tiempo de concentración en la Estación Hidrométrica El Cañón y salida de cuenca.

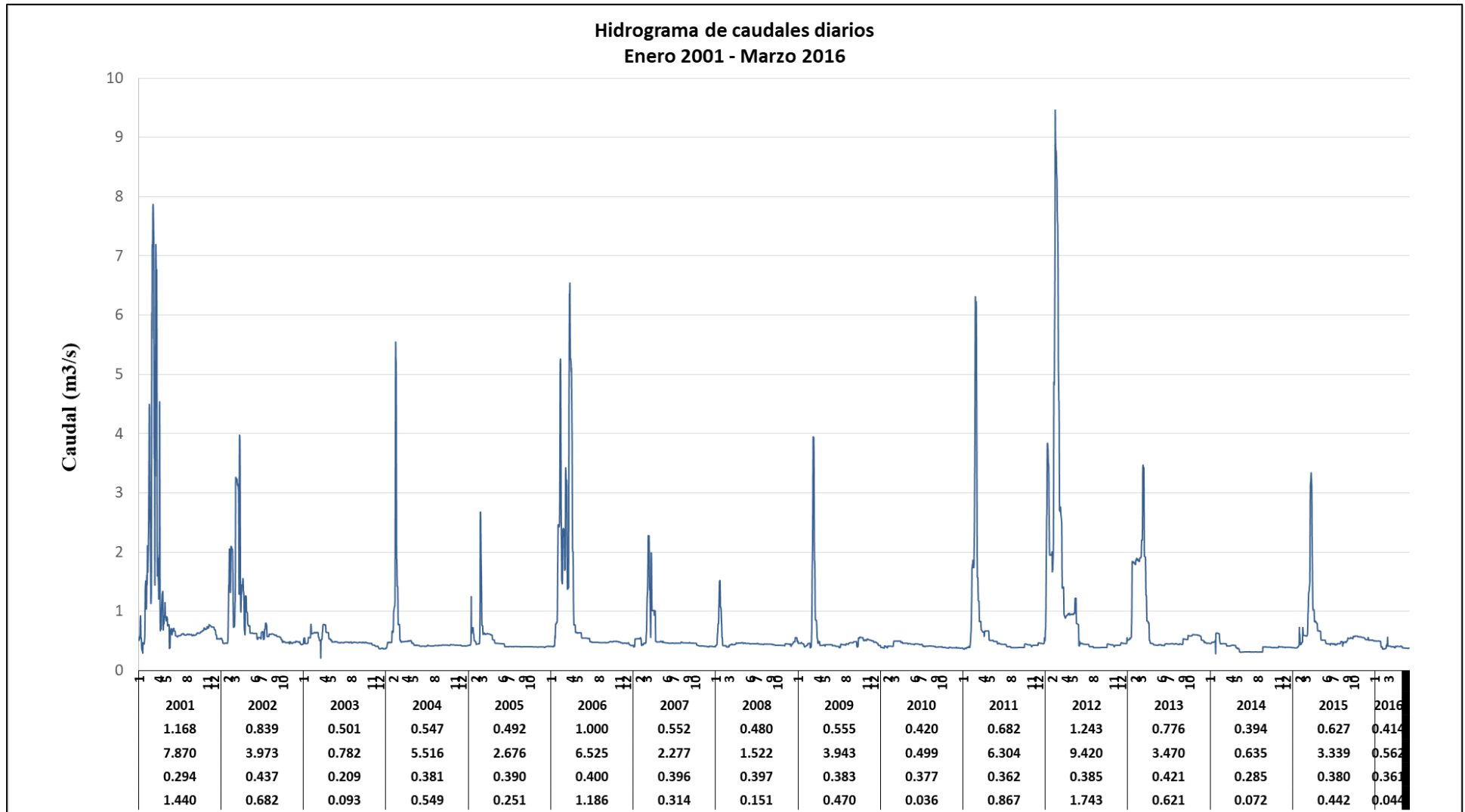
#### **4.2. Análisis hidrométrico**

El registro de caudales en el río Torata fue proporcionada por SPCC-unidad operativa Cuajone para la presente investigación, en base a esta información se elaboró el hidrograma de caudales diarios para la Estación Hidrometría Arundaya (Figura 8) como flujo de entrada al embalse Torata desde enero del 2001 a marzo del 2016, así también se elaboró el hidrograma de caudales promedio diario para la estación hidrométrica El Cañón (Figura 9) flujo de descargas del embalse, para las mismas fechas.

La variación de caudal en la cuenca de estudio es bien marcada durante el año como se registró en la estación hidrométrica Arundaya. Los caudales más altos se registraron de enero a abril diferenciándose los años lluviosos y secos, el año más lluvioso fue el 2012 donde se registró un caudal máximo de  $11.3 \text{ m}^3/\text{s}$  y el año más seco fue el año 2003 con un caudal máximo de  $1.8 \text{ m}^3/\text{s}$ . Los registros en la estación hidrométrica Arundaya se utilizaron para estimar los sedimentos totales transportados hacia el embalse Torata.

El caudal registrado en la Estación Hidrométrica El Cañón es producto de la descarga de flujo del embalse Torata a través de las compuertas, con criterios de apertura del operador hidráulico para controlar las avenidas en épocas de lluvia y en épocas de estiaje descargar el mismo flujo de entrada al embalse. El caudal máximo descargado fue de  $7.9 \text{ m}^3/\text{s}$  registrado en el año 2001 y el caudal mínimo  $0.29 \text{ m}^3/\text{s}$  el mismo año. Los caudales registrados en la estación hidrométrica El Cañón se utilizaron para estimar los sedimentos en suspensión que pasaron por el embalse Torata.





**Figura 9: Hidrograma de caudales Estación Hidrométrica El Cañón**

### **4.3. Análisis hidráulico**

#### **4.3.1. Sección estable del río o amplitud del cauce**

La elección de la sección estable del río Torata corresponde a un tramo de 400 metros de longitud cercano a la cola del embalse, donde las características hidráulicas como: geometría del cauce, pendiente, rugosidad del cauce no han variado significativamente en el punto de observación durante los eventos de avenidas 2015 y 2016.

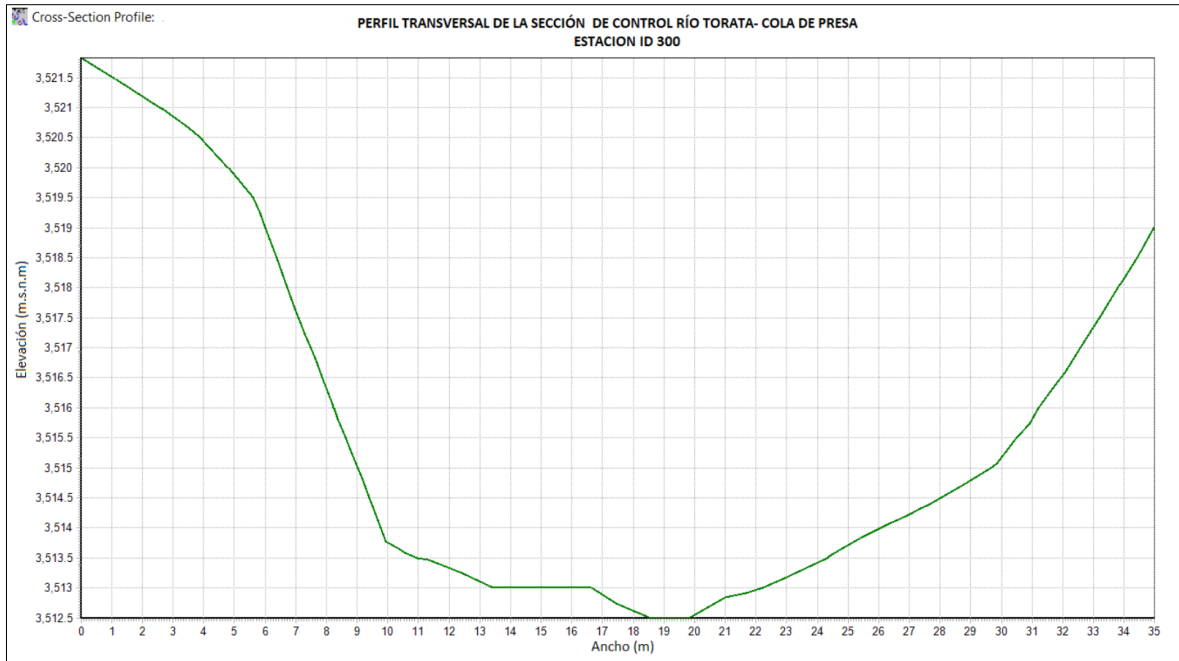
Definida la sección del río, se hizo el levantamiento topográfico a detalle del tramo en análisis que finalmente sirvió de insumo para la simulación hidráulica con el software HEC RAS.



***Figura 10: Registro fotográfico de la sección de 400 metros de longitud en la Cola del Embalse***

De la sección de 400 m se eligió la sección transversal intermedia ID 300 (Figura 11) como punto de control, para determinar los parámetros hidráulicos para los caudales promedios diarios desde enero del 2001 a marzo del 2016.





**Figura 11:** Perfil transversal de la sección de control ID 300

#### 4.3.2. Rugosidad del cauce

El coeficiente de rugosidad de Manning se determinó con la Tabla 3 donde se determina en base a las correcciones para el cálculo del coeficiente de rugosidad, según las condiciones de canal observadas en campo y contrastado con coeficiente de rugosidad conocidos en las publicación técnica de la USGS “Roughness Characteristics of Natural Channels” elaborado por Barnes en 1967, donde se muestra fotografías de diferentes corrientes naturales con los valores de coeficiente de rugosidad de Manning calibrados en campo (Figura 12).



**Figura 12:** Características superficiales del cauce del río Torata para cálculo de coeficiente de rugosidad de Manning



**Figura 13: Verificación de las características del cauce del río Torata para cálculo de coeficiente de rugosidad de Manning en la cola del embalse**

**Tabla 9: Coeficiente de Manning río Torata**

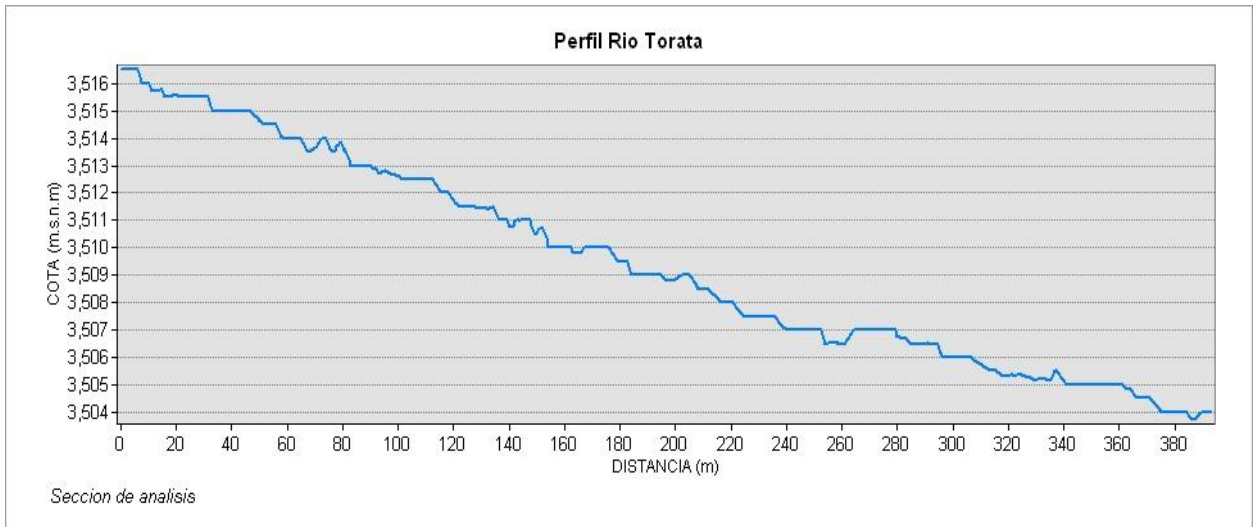
Condición de canal		Coeficiente	Valor
Material involucrado	Grava	$n_0$	0.024
Grado de irregularidad	Menor	$n_1$	0.006
Variación de la sección transversal	Ocasionalmente alternante	$n_2$	0.005
Efecto relativo de las obstrucciones	Menor	$n_3$	0.01
Vegetación	Baja	$n_4$	0.005
Grado de los efectos por meandros	Menor	$m_4$	1
<b>Coeficiente de rugosidad sección de río Torata.</b>		<b>n</b>	<b>0.05</b>

### 4.3.3. Pendiente

La pendiente de la sección de análisis se realizó sobre el perfil altitudinal (Figura 13) con la fórmula pendiente uniforme (Ecuación 44). En el tramo de análisis la pendiente es de 3.93% (Tabla 9), según la clasificación de ríos por su pendiente, este es considerado torrencial ( $S > 1.5\%$ ). Esta variable es importante en la estimación de transporte de sedimentos debido a la relación directa con algunos parámetros hidráulicos.

De acuerdo

$$S = \frac{H_{\max} - H_{\min}}{\text{Longitud}} \quad (44)$$



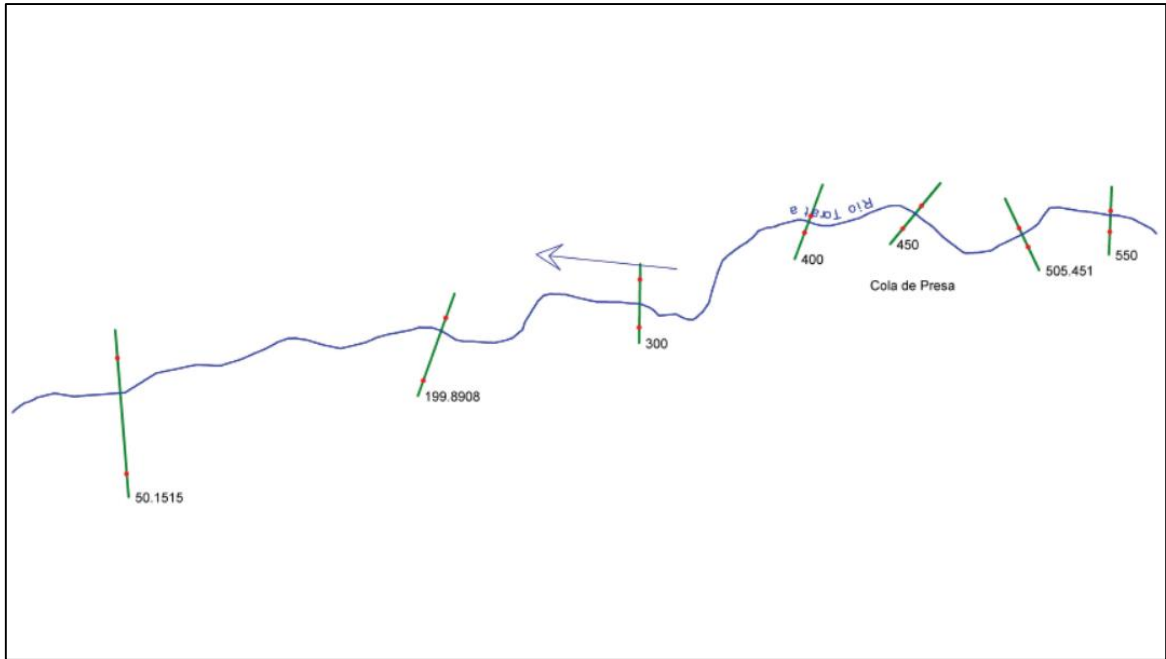
**Figura 14: Perfil longitudinal de la sección Cola de Embalse en el río Torata**

**Tabla 10: Resultado de la pendiente del tramo de análisis en el río Torata.**

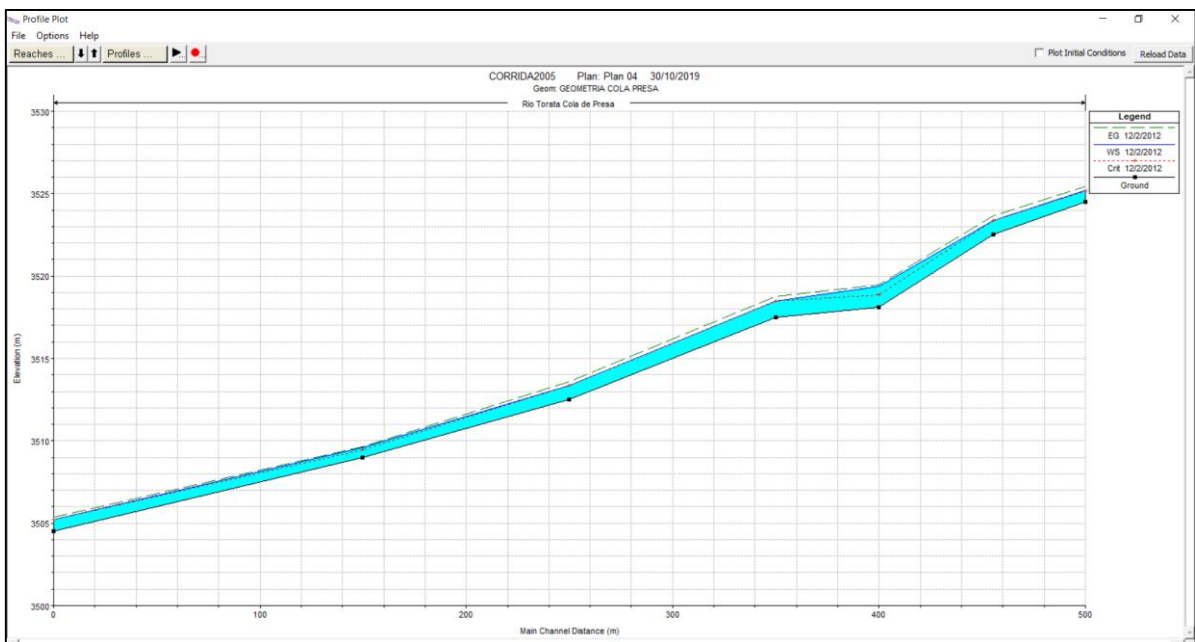
Pendiente	Valor
<i>S</i>	3.93%

#### 4.3.4. Simulación hidráulica con HEC RAS

La simulación hidráulica del tramo del cauce se realizó con el objetivo de determinar los parámetros hidráulicos (velocidad media, área, perímetro mojado, y radio hidráulico) para caudales promedios diarios en la sección de control de ID 300. La simulación se realizó desde el 01/01/2001 hasta 30/04/2016. Este análisis diario fue necesario para tener una mejor estimación de transporte total de sedimentos hacia el embalse Torata frente a los caudales promedios mensuales. En la Figura 15 se muestra la configuración en planta del tramo de análisis y las secciones representativas y en la Figura 16 se muestra la simulación del flujo en el tramo de análisis.



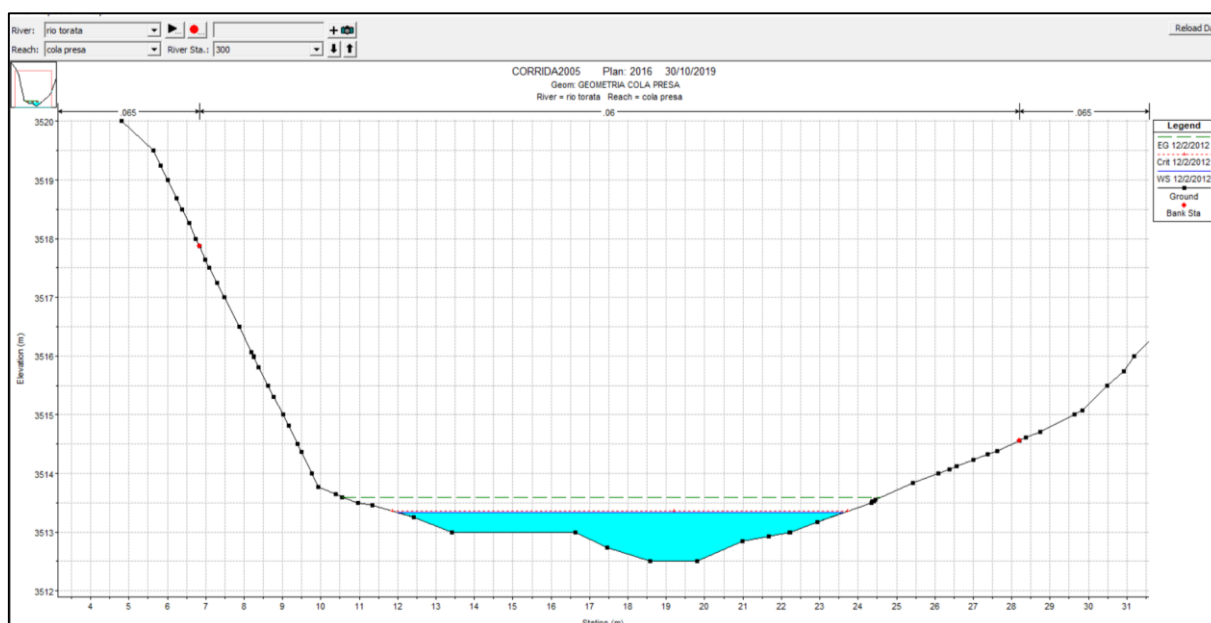
**Figura 15:** Representación del tramo de 400 m del río Torata en la cola del embalse



**Figura 16:** Perfil de flujo en el tramo de estudio Cola de Embalse Torata, para un flujo de  $11.28 \text{ m}^3/\text{s}$

Los resultados de la simulación hidráulica con HEC RAS muestran para un máximo caudal promedio diario de  $11.28 \text{ m}^3/\text{s}$  el espejo de agua es de 9.1 metros en la sección de control ID 300. Sin embargo, el caudal promedio diario no necesariamente refleja el máximo flujo registrado en dicha sección, lo cual se puede verificar con los registros de caudales

instantaneos del 8 de marzo del 2015, donde se registró un caudal maximo instantaneo de 29.98 m<sup>3</sup>/s, espejo de agua maximo de 20 metros, sin embargo el caudal promedio diario fue de 8.57 m<sup>3</sup>/s y espejo de agua 7.2 metros. La Figura 17 ejemplifica la simulacion de un caudal de 11.3 m<sup>3</sup>/s vista en perfil en la seccion de control y la Tabla 9 se muestra los resultados de los parametros hidraulicos para los registros de caudal del 01 de enero al 30 de abril del 2016. Asi tambien en el anexo N° 2 se adjunta los parametros hidraulicos para el periodo de estudio 2001-2016 con caudales diarios.



**Figura 17:** Nivel de flujo en la sección ID 300, caudal de 11.3 m<sup>3</sup>/s

**Tabla 11:** *Parámetros hidráulico de la sección de control, año 2016*

Parámetros Hidráulicos obtenidos del Modelamiento con Hec-Ras						
Fecha	Caudal promedio	Velocidad media	Área mojada	Perímetro mojado	Ancho de espejo	Radio hidráulico
	Q	V	A	P	T	R
	(m <sup>3</sup> /seg.)	(m/seg.)	(m <sup>2</sup> )	(m)	(m)	(m)
1/1/2016	0.313	0.61	0.49	5.05	5.31	0.10
2/1/2016	0.313	0.61	0.49	5.05	5.31	0.10
3/1/2016	0.314	0.55	0.54	5.13	5.40	0.11
4/1/2016	0.314	0.55	0.54	5.13	5.40	0.11
5/1/2016	0.314	0.55	0.54	5.13	5.40	0.11
6/1/2016	0.319	0.55	0.56	5.16	5.43	0.11
7/1/2016	0.339	0.60	0.54	5.13	5.40	0.11
8/1/2016	0.346	0.59	0.56	5.17	5.44	0.11

«continuación»

9/1/2016	0.335	0.57	0.56	5.18	5.45	0.11
10/1/2016	0.332	0.58	0.54	5.14	5.41	0.11
11/1/2016	0.336	0.60	0.53	5.12	5.39	0.10
12/1/2016	0.345	0.58	0.57	5.18	5.46	0.11
13/1/2016	0.341	0.59	0.55	5.15	5.43	0.11
14/1/2016	0.329	0.58	0.54	5.13	5.40	0.10
15/1/2016	0.328	0.59	0.53	5.12	5.39	0.10
16/1/2016	0.339	0.60	0.54	5.13	5.40	0.11
17/1/2016	0.342	0.60	0.54	5.14	5.41	0.11
18/1/2016	0.349	0.59	0.56	5.17	5.44	0.11
19/1/2016	0.355	0.62	0.55	5.15	5.42	0.11
20/1/2016	0.363	0.63	0.55	5.15	5.42	0.11
21/1/2016	0.361	0.60	0.57	5.19	5.47	0.11
22/1/2016	0.357	0.61	0.56	5.17	5.44	0.11
23/1/2016	0.341	0.59	0.55	5.15	5.43	0.11
24/1/2016	0.338	0.61	0.52	5.11	5.38	0.10
25/1/2016	0.325	0.60	0.51	5.09	5.35	0.10
26/1/2016	0.323	0.60	0.51	5.09	5.35	0.10
27/1/2016	0.321	0.58	0.52	5.11	5.38	0.10
28/1/2016	0.332	0.58	0.54	5.14	5.41	0.11
29/1/2016	0.334	0.59	0.54	5.14	5.41	0.11
30/1/2016	0.342	0.60	0.54	5.14	5.41	0.11
31/1/2016	0.345	0.58	0.57	5.18	5.46	0.11
1/2/2016	0.437	0.67	0.62	5.27	5.56	0.12
2/2/2016	0.408	0.63	0.61	5.26	5.55	0.12
3/2/2016	0.371	0.63	0.56	5.17	5.44	0.11
4/2/2016	0.368	0.61	0.58	5.19	5.47	0.11
5/2/2016	0.360	0.63	0.54	5.14	5.41	0.11
6/2/2016	0.436	0.65	0.64	5.30	5.59	0.12
7/2/2016	0.628	0.74	0.80	5.57	5.89	0.14
8/2/2016	0.448	0.67	0.64	5.30	5.59	0.12
9/2/2016	0.401	0.62	0.61	5.26	5.54	0.12
10/2/2016	0.383	0.64	0.57	5.19	5.46	0.11
11/2/2016	1.315	0.96	1.30	6.32	6.72	0.21
12/2/2016	1.260	0.95	1.26	6.26	6.65	0.20
13/2/2016	0.845	0.83	0.97	5.83	6.17	0.17
14/2/2016	0.686	0.77	0.85	5.64	5.97	0.15
15/2/2016	0.504	0.70	0.68	5.38	5.67	0.13
16/2/2016	1.155	0.92	1.20	6.18	6.56	0.19
17/2/2016	0.977	0.87	1.07	5.98	6.34	0.18
18/2/2016	1.311	0.96	1.30	6.33	6.72	0.21
19/2/2016	1.385	0.98	1.34	6.39	6.79	0.21
20/2/2016	1.560	1.02	1.44	6.53	6.94	0.22
21/2/2016	1.339	0.97	1.31	6.34	6.74	0.21
22/2/2016	2.685	1.21	2.09	7.37	7.87	0.28
23/2/2016	2.890	1.24	2.19	7.49	8.00	0.29
24/2/2016	3.066	1.27	2.27	7.52	8.04	0.30

«continuación»

---

25/2/2016	2.974	1.25	2.25	7.51	8.03	0.30
26/2/2016	3.084	1.27	2.29	7.53	8.05	0.30
27/2/2016	1.748	1.06	1.56	6.68	7.11	0.23
28/2/2016	1.378	0.98	1.33	6.37	6.77	0.21
29/2/2016	1.119	0.91	1.16	6.12	6.50	0.19
1/3/2016	1.047	0.89	1.11	6.06	6.42	0.18
2/3/2016	0.937	0.86	1.04	5.94	6.30	0.17
3/3/2016	0.674	0.77	0.84	5.63	5.95	0.15
4/3/2016	0.576	0.72	0.76	5.50	5.82	0.14
5/3/2016	0.482	0.66	0.69	5.40	5.69	0.13
6/3/2016	0.446	0.67	0.64	5.30	5.59	0.12
7/3/2016	0.450	0.68	0.63	5.28	5.57	0.12
8/3/2016	0.489	0.69	0.68	5.37	5.67	0.13
9/3/2016	0.462	0.68	0.65	5.32	5.61	0.12
10/3/2016	0.463	0.67	0.66	5.34	5.63	0.12
11/3/2016	0.457	0.67	0.65	5.31	5.61	0.12
12/3/2016	0.448	0.67	0.64	5.30	5.59	0.12
13/3/2016	0.466	0.65	0.68	5.38	5.67	0.13
14/3/2016	0.587	0.73	0.76	5.51	5.82	0.14
15/3/2016	0.547	0.70	0.75	5.49	5.79	0.14
16/3/2016	0.523	0.70	0.71	5.42	5.72	0.13
17/3/2016	0.481	0.68	0.68	5.37	5.67	0.13
18/3/2016	0.449	0.67	0.64	5.30	5.59	0.12
19/3/2016	0.420	0.66	0.61	5.26	5.54	0.12
20/3/2016	0.392	0.59	0.63	5.29	5.58	0.12
21/3/2016	0.384	0.64	0.57	5.19	5.47	0.11
22/3/2016	0.366	0.60	0.58	5.20	5.48	0.11
23/3/2016	0.377	0.64	0.56	5.17	5.45	0.11
24/3/2016	0.376	0.62	0.58	5.21	5.49	0.11
25/3/2016	0.362	0.61	0.57	5.18	5.46	0.11
26/3/2016	0.357	0.61	0.56	5.17	5.44	0.11
27/3/2016	0.356	0.58	0.59	5.21	5.49	0.11
28/3/2016	0.367	0.64	0.54	5.14	5.41	0.11
29/3/2016	0.374	0.62	0.57	5.19	5.47	0.11
30/3/2016	0.370	0.61	0.58	5.20	5.48	0.11
31/3/2016	0.370	0.61	0.58	5.20	5.48	0.11
1/4/2016	0.302	0.59	0.49	5.04	5.30	0.10
2/4/2016	0.302	0.59	0.49	5.04	5.30	0.10
3/4/2016	0.309	0.59	0.50	5.06	5.33	0.10
4/4/2016	0.307	0.55	0.53	5.11	5.38	0.10
5/4/2016	0.298	0.58	0.49	5.05	5.31	0.10
6/4/2016	0.299	0.57	0.50	5.07	5.33	0.10
7/4/2016	0.308	0.55	0.54	5.13	5.40	0.10
8/4/2016	0.329	0.58	0.54	5.13	5.40	0.10
9/4/2016	0.332	0.58	0.54	5.14	5.41	0.11
10/4/2016	0.329	0.58	0.54	5.13	5.40	0.10
11/4/2016	0.334	0.59	0.54	5.14	5.41	0.11

---

«continuación»

12/4/2016	0.329	0.58	0.54	5.13	5.40	0.10
13/4/2016	0.325	0.60	0.51	5.09	5.35	0.10
14/4/2016	0.330	0.58	0.54	5.13	5.40	0.10
15/4/2016	0.316	0.58	0.52	5.10	5.37	0.10
16/4/2016	0.295	0.56	0.50	5.06	5.33	0.10
17/4/2016	0.299	0.57	0.50	5.07	5.33	0.10
18/4/2016	0.300	0.57	0.50	5.07	5.34	0.10
19/4/2016	0.300	0.57	0.50	5.07	5.34	0.10
20/4/2016	0.310	0.59	0.50	5.06	5.33	0.10
21/4/2016	0.307	0.55	0.53	5.11	5.38	0.10
22/4/2016	0.300	0.57	0.50	5.07	5.34	0.10
23/4/2016	0.307	0.55	0.53	5.11	5.38	0.10
24/4/2016	0.307	0.55	0.53	5.11	5.38	0.10
25/4/2016	0.304	0.56	0.52	5.09	5.36	0.10
26/4/2016	0.297	0.57	0.50	5.06	5.33	0.10
27/4/2016	0.301	0.60	0.48	5.02	5.28	0.09
28/4/2016	0.310	0.59	0.50	5.06	5.33	0.10
29/4/2016	0.323	0.60	0.51	5.09	5.35	0.10
30/4/2016	0.309	0.59	0.50	5.06	5.33	0.10

#### 4.4. Análisis granulométrico de sedimentos

El análisis granulométrico de los sedimentos transportados por el río Torata en la Cola de Embalse (Tabla 12 y Tabla 13), consistió en elaborar la curva granulométrica (Figura 18) a partir del tamizado según Norma ASTM C-136 de las muestras obtenidas por el método Sub-superficial Areal. Además, la finalidad del análisis granulométrico fue determinar algunos parámetros estadísticos para caracterizar la gradación y calcular algunos diámetros representativos que se utilizaron en las ecuaciones para la estimación del transporte de sedimentos.

**Tabla 12: Distribución granulométrica de sedimentos muestreados el año 2015**

TAMIZ	C-1 2015	C-2 2015		C-3 2015		C-4 2015			
		% Retenido	% Pasante	% Retenido	% Pasante	% Retenido	% Pasante		
Denominación	mm								
3"	76.2	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.5	3.9	96.1	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0
2"	50.8	7.2	89.0	3.2	96.8	1.7	98.3	0.0	100.0
1 1/2"	38.1	7.7	81.2	10.3	86.5	0.9	97.4	1.3	98.7
1"	25.4	9.2	72.1	8.5	78.1	6.1	91.3	1.1	97.7
3/4"	19.1	4.5	67.6	5.5	72.6	5.5	85.9	1.8	95.9
1/2"	12.7	6.6	60.9	6.5	66.2	5.8	80.1	2.9	93.0

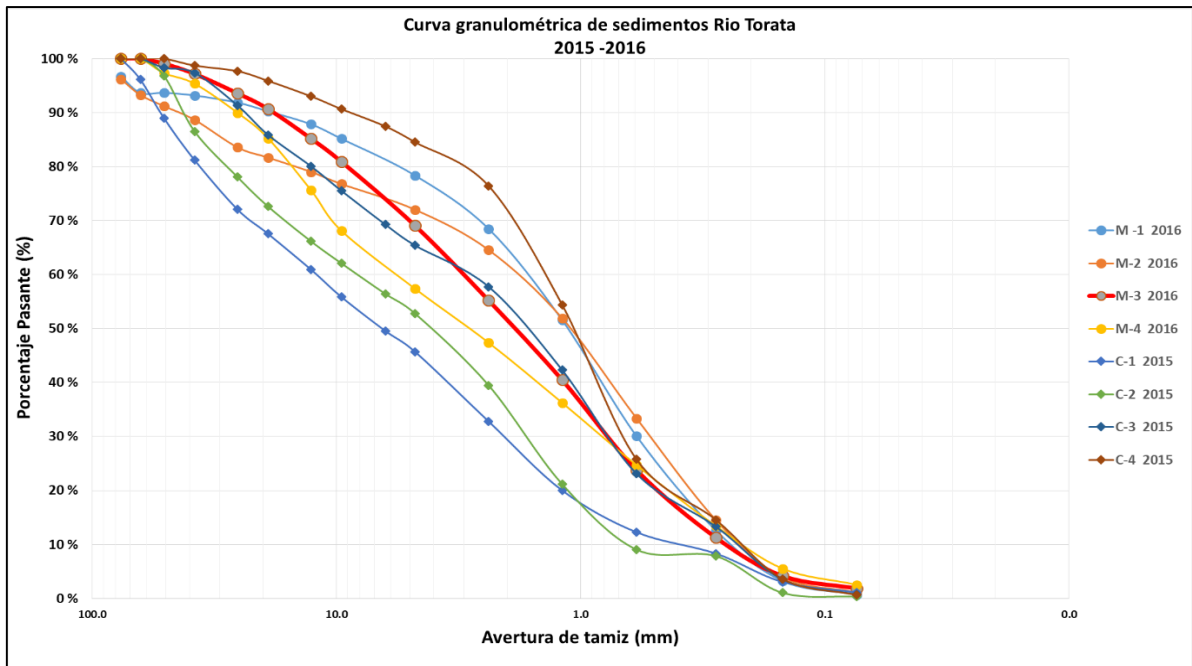


«continuación»

3/8"	9.5	5.1	55.8	4.1	62.1	4.5	75.5	2.4	90.7
1/4"	6.3	6.3	49.6	5.7	56.4	6.3	69.3	3.2	87.5
N°4	4.8	3.9	45.7	3.7	52.8	3.9	65.4	2.9	84.5
N° 8	2.4	12.9	32.8	13.3	39.5	7.7	57.8	8.1	76.4
N° 16	1.2	12.8	20.0	18.3	21.2	15.4	42.3	25.0	54.4
N°30	0.6	7.8	12.3	12.1	9.1	19.2	23.1	25.7	25.8
N° 50	0.3	4.0	8.3	4.2	7.8	9.8	13.3	11.2	14.6
N° 100	0.1	5.3	3.1	3.8	1.1	9.8	3.5	11.0	3.6
N°200	0.1	1.9	1.1	0.7	0.3	2.8	0.7	3.0	0.6

**Tabla 13: Distribución granulométrica de sedimentos muestreados el año 2016**

Denominación	TAMIZ Mm	M -1 2016		M-2 2016		M-3 2016		M-4 2016	
		% Retenido	% Pasante	% Retenido	% Pasante	% Retenido	% Pasante	% Retenido	% Pasante
3"	76.2	3.3	96.7	3.8	96.2	0.0	100.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.5	3.0	93.7	2.9	93.3	0.0	100.0	0.0	100.0
2"	50.8	0.0	93.7	2.1	91.2	0.9	99.1	2.7	97.3
1 1/2"	38.1	0.5	93.2	2.6	88.7	1.9	97.2	2.0	95.4
1"	25.4	1.4	91.9	5.1	83.6	3.6	93.6	5.4	90.0
3/4"	19.1	1.6	90.3	1.9	81.7	2.9	90.7	4.7	85.3
1/2"	12.7	2.4	87.9	2.7	79.0	5.5	85.2	9.6	75.6
3/8"	9.5	2.7	85.2	2.2	76.8	4.3	80.9	7.5	68.1
N°4	4.8	6.8	78.4	4.8	72.0	11.8	69.1	10.7	57.4
N° 8	2.4	9.9	68.5	7.5	64.6	13.9	55.2	10.0	47.4
N° 16	1.2	16.9	51.6	12.6	51.9	14.7	40.5	11.1	36.3
N°30	0.6	21.5	30.1	18.5	33.4	16.7	23.8	11.6	24.7
N° 50	0.3	17.5	12.6	18.9	14.5	12.5	11.3	11.3	13.4
N° 100	0.1	9.3	3.3	10.6	4.0	7.1	4.2	7.9	5.5
N°200	0.1	2.5	0.7	2.8	1.1	2.3	1.9	299.0	2.5



**Figura 18:** Curva granulométrica de sedimentos muestreado el año 2015 y 2016

Luego de la representación en escala semi-logarítmica de la curva granulométrica de los sedimentos muestreados en el río Torata y la determinación de coeficiente de uniformidad de Hazen (Cu) y coeficiente de compacidad (Cc) en la Tabla 14 y Tabla 15, se infirió que los sedimentos transportado y depositado en los bancos cercanos a la Cola del embalse son sedimentos bien graduados o de granulometría extendida. Es decir, que los sedimentos del río Torata tiene una vasta variedad de tamaños de grano, esto se confirma con los valores de la desviación estándar geométrico ( $\sigma_g$ ), asimetría geométrica (S<sub>kg</sub>) y curtosis geométrica (K<sub>g</sub>) que se muestra en el Tabla 17. Donde se cumple según la SUCS (Servicio de Conservación de Suelos de Estados Unidos), para suelos con  $Cu > 4$  y  $1 < Cc < 3$  son suelos bien graduados. Asimismo, Basile (2018) menciona que si  $4 > \sigma_g > 16$  son de granulometría muy extendida.

**Tabla 14:** Diámetros representativos y Coeficiente de Uniformidad y Curvatura de muestras sedimentaria 2015

ID	d <sub>60</sub> (mm)	d <sub>10</sub> (mm)	d <sub>30</sub> (mm)	Cu	Cc
M-1	12.13	0.72	3.31	16.79	1.25
M-2	8.35	1.24	2.95	6.75	0.84
M-3	3.08	0.37	1.41	8.44	1.76
M-4	1.49	0.35	1.28	4.20	3.09
Promedio	6.26	0.67	2.24	9.04	1.73

**Tabla 15: Diámetros representativos y Coeficiente de uniformidad y curvatura de muestras sedimentaria 2016**

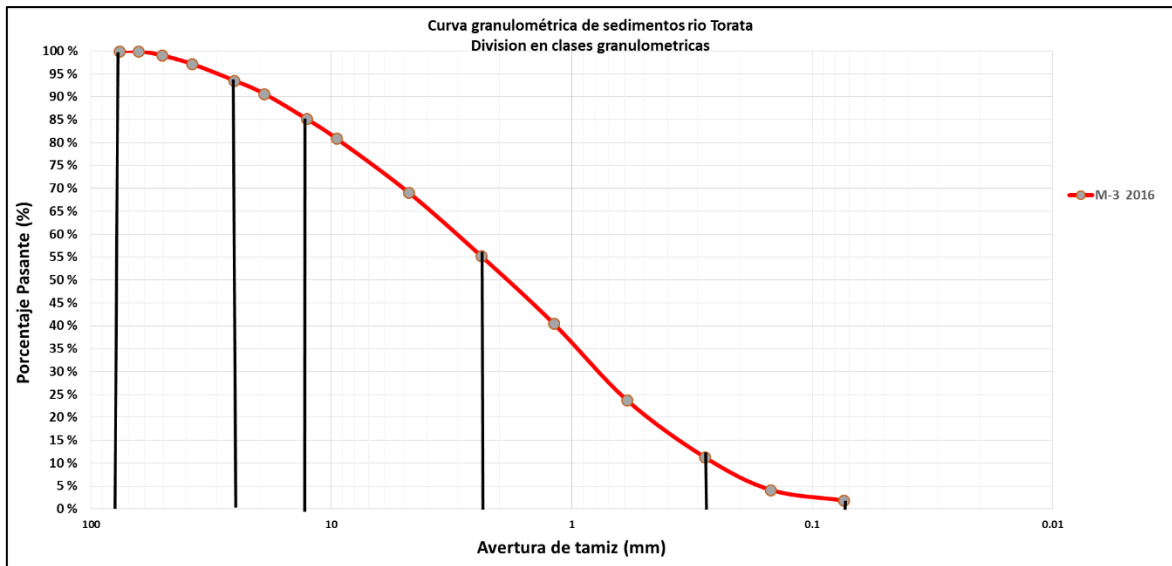
ID	d <sub>60</sub> (mm)	d <sub>10</sub> (mm)	d <sub>30</sub> (mm)	Cu	Cc
M -1	1.78	0.37	0.90	4.78	1.22
M-2	1.95	0.35	0.85	5.52	1.04
M-3	3.20	0.39	1.41	8.30	1.62
M-4	5.93	0.35	1.47	16.81	1.03
Promedio	3.22	0.37	1.16	8.85	1.22

Al evaluar los parámetros estadísticos granulométricos, se decidió que la muestra M-3 de la campaña 2016 es la más representativa para el análisis del transporte de sedimentos, debido a un mejor ajuste de los Coeficientes de Uniformidad y Coeficiente de Curvatura al promedio aritmético global de las muestras de los sedimentos del río Torata de la campaña 2015 y 2016.

Asimismo, Basile (2018) indica que para sedimentos de granulometría extendida es recomendable realizar la discretización de la curva granulométrica en un número de clases granulométricas. El mismo autor propuso una ecuación (Ecuación 12) para determinar el número de clases granulométricas, según esta determinación la muestra elegida en la presente investigación fue dividida en 5 clases, como se muestra en la Figura 19 y Tabla 16, además de determinar los parámetros estadísticos (Tabla 17) y los diámetros representativos (Tabla 18).

**Tabla 16: Distribución en clases granulométricas de la muestra representativa M-3 2016, del río Torata**

N°	Clase granulométrica	d <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (m)
1	<0.074 - 0.279>	0.18	0.0002
2	<0.279 - 2.380>	1.33	0.0013
3	<2.380 - 12.700>	7.54	0.0075
4	<12.700 - 25.400>	19.05	0.0191
5	<25.400 - 63.500>	44.45	0.0445



**Figura 19:** Curva granulométrica de la muestra representativa de sedimentos M-3 2016 del río Torata.

**Tabla 17:** *Parámetros estadísticos representativos de los sedimentos de la muestra M-3 2016*

Parámetro	Símbolo	Valor
Diámetro medio	$d_m$ (mm)	4.98
Diámetro geométrico medio	$d_g$ (mm)	2.05
Desviación estándar geométrico	$\sigma_g$	4.71
Asimetría geométrica	$S_{kg}$	1.12
Curtosis geométrica	$K_g$	0.97

**Tabla 18:** *Diámetros representativos de la muestra de sedimentos M-3 2016*

Diámetro característico	M - 3 (mm)
D10	0.386
D16	0.397
D30	1.414
D40	1.773
D50	3.149
D65	6.442
D66	6.614
D84	11.823
D90	18.263
Dm	4.980
Dg	2.049

Además, en la caracterización de los sedimentos fue necesario determinar algunas propiedades como Viscosidad Cinemática del agua del río Torata en función la temperatura, Peso Específico del Sedimento, Peso Específico del Agua y Gravedad Especifica del Sedimento. Los valores mostrados en la Tabla 19 fueron determinados a partir de la muestra representativa M-3 2016 y la temperatura del agua en el punto de extracción de sedimentos para determinar la viscosidad cinemática en base a tablas teóricas (Anexo 1).

**Tabla 19: Propiedades físicas de los sedimentos representativos del río Torata M-3 2016**

<b>Propiedad</b>	<b>Simbología</b>	<b>Unidades</b>	<b>Valor</b>
Viscosidad cinemática del agua a 10 °C	<b>v</b>	m <sup>2</sup> /s	1.31 x10 <sup>-6</sup>
Peso específico del agua	$\gamma$	Kg/m <sup>3</sup>	1000
Peso específico del sedimento	$\gamma_s$	Kg/m <sup>3</sup>	2468
Gravedad	<b>g</b>	m/m <sup>2</sup>	9.81
Gravedad específica	<b>s</b>	–	2.468

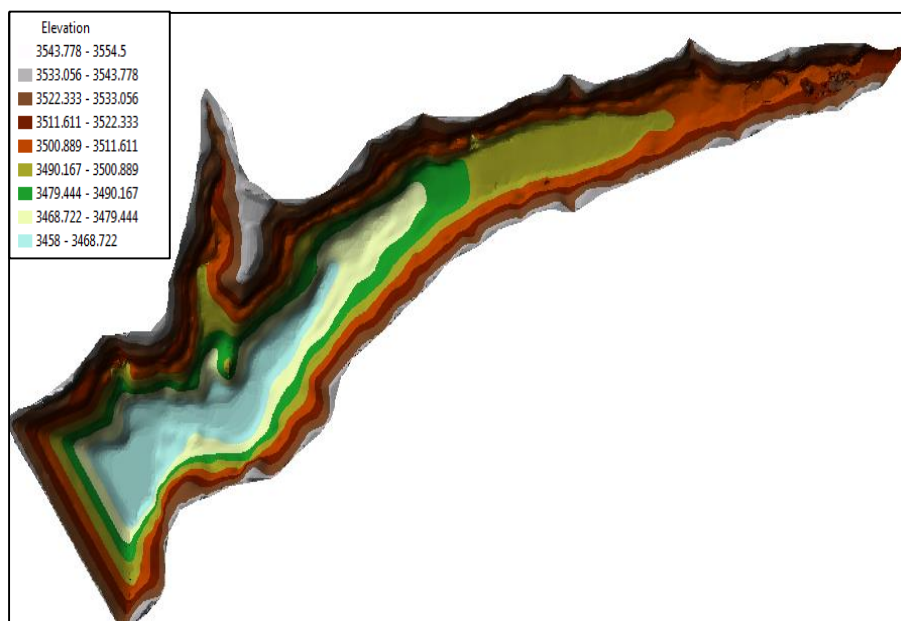
#### **4.5. Sedimentación del embalse**

El embalse Torata como estructura hidráulica de control de avenidas, anualmente recibe sedimentos transportados por el río Torata, entre material de lavado de la cuenca, erosión de lecho y laderas adedañas al cauce principal.

Según la información proporcionada por Southern Peru Copper Corporation, el embalse pierde anualmente 7% de su capacidad de almacenamiento en años hidrológicamente húmedos (abundante precipitación) y 4% en años hidrológicamente secos (poca precipitación). Esta pérdida de capacidad de almacenamiento trae como consecuencia la reducción de tiempo de vida útil de manera acelerada, sin embargo, esta pérdida se ve amortiguada con la extracción o dragado de aproximadamente 50 000 m<sup>3</sup> anuales de sedimentos a más obedeciendo los criterios del operador hidráulico. La extracción se realiza cuando el nivel del agua en el embalse baja hasta nivel mínimo de operación.

La medición del volumen de sedimentos acumulados (Tabla 20) en el embalse se realizó a partir de la diferencia de volúmenes útiles, calculados a partir de la curva altura –área – volumen (Figura 19), el cual se obtuvo de los resultados de las batimetrías realizadas en el

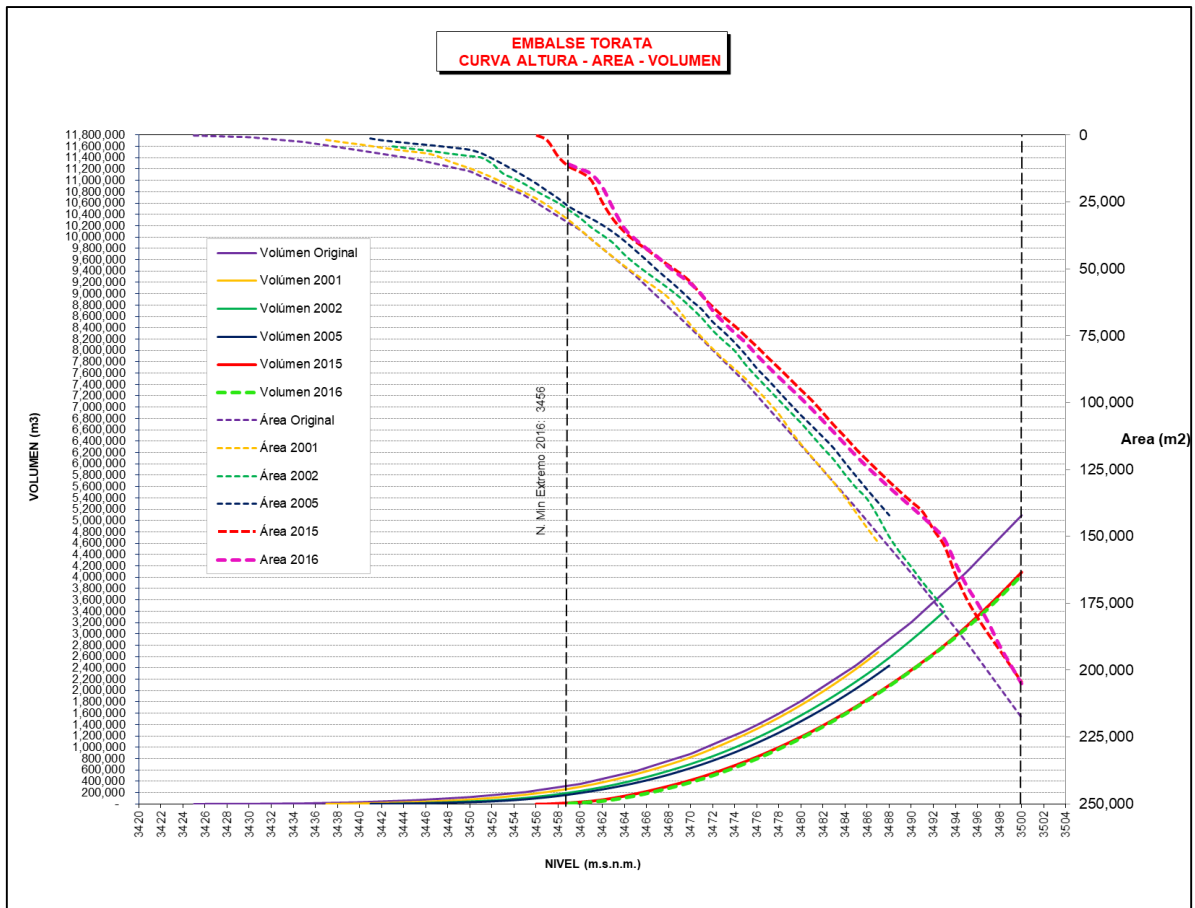
año 2001, 2002, 2005, 2015 y 2016 (ver Tabla 20). Esta información es de vital importancia para propósitos de la presente investigación, debido a que fue nuestra variable observada (sedimentos medidos por batimetría) para determinar el porcentaje de variación frente a la variable estimada (sedimentos estimados por ecuaciones) y finalmente determinar el error cuadrático medio entre estas variables para los métodos elegidos.



**Figura 19:** Configuración topográfica del fondo de embalse- batimetría 2016

**Tabla 20:** Volúmenes de sedimentos acumulados y dragados del embalse

Periodo	Sedimento acumulado m <sup>3</sup>	Sedimento dragado m <sup>3</sup>
Original - 2001	225404.0	2000.0
2001 - 2002	97956.0	23500.0
2003 - 2005	139027.0	25000.0
2006 -2015	346545.3	500000.0
2015 - 2016	12580.0	—



**Figura 20:** Curva Altura-Área-Volumen del embalse Torata de batimetrías 2001, 2002, 2005, 2015 y 2016.

#### 4.6. Análisis de transporte de sedimentos

El transporte de sedimentos en el lecho del río Torata se realiza tanto en transporte de fondo, como transporte en suspensión de una variedad de tamaños de sedimentos que fueron analizados en el acápite 4.4.

Para la presente investigación se desarrolló el transporte total de sedimentos hacia el embalse Torata. Entre la amplia variedad de formulaciones empíricas se seleccionó teniendo como criterio aspectos morfológicos, hidráulicos y sedimentológicos locales del río Torata; la ecuación de Ackers & White, Engelund & Hansen modificado para sedimentos no uniformes y de Yang para sedimentos no uniformes con granulometría extendida y discretizadas en clases granulométricas.

#### 4.6.1. Transporte de total de sedimentos

##### a. Ackers & White

Para la ecuación planteada por Ackers & White se determinó los coeficientes K, n, m y parámetro de movilidad crítico (A), en base a las restricciones de diámetro adimensional para un diámetro representativo ( $d_i$ ) de cada clase granulométrica como se muestra en la Tabla 21.

**Tabla 21: Coeficientes de la ecuación Ackers & White para cada clase granulométrica**

N°	Clase granulométrica	$d_i$ (mm)	$d_i$ (m)	Diámetro adimensional	Coeficientes de Fórmula Ackers & White			Parámetro de movilidad crítica
					K	n	m	A
1	<0.074 - 0.279>	0.18	0.00018	3.59	0.006	0.689	2.833	0.261
2	<0.279 - 2.380>	1.33	0.00133	27.02	0.033	0.198	0.498	0.184
3	<2.380 - 12.700>	7.54	0.00754	153.22	0.025	0	1.5	0.17
4	<12.700 - 25.400>	19.05	0.01905	387.12	0.025	0	1.5	0.17
5	<25.400 - 63.500>	44.45	0.04445	903.28	0.025	0	1.5	0.17

Entre otros parámetros necesarios para determinar el transporte volumétrico total por unidad de ancho ( $qt$ ), se requiere calcular el transporte total adimensional ( $\phi$ ) que se determina en función del coeficiente K, Tensión de corte adimensional ( $\tau_*$ ), Factor de fricción o coeficiente adimensional de Chezy ( $C_f$ ) y Parámetro de movilidad general ( $F_{gr}$ ), según la Ecuación 7. La velocidad de corte ( $u_*$ ) según la Ecuación 9, en función del Radio hidráulico ( $h$ ), Gravedad ( $g$ ) y pendiente ( $S$ ). Y otros parámetros necesarios como gravedad específica del sedimento ( $s$ ), Velocidad media del flujo ( $V$ ), y Diámetro de la partícula ( $d_i$ ).

En la Tabla 23 se muestra los resultados de los parámetros antes mencionado para un caudal promedio diario máximo de  $11.28 \text{ m}^3/\text{s}$  registrado en el río Torata el 12 de febrero del 2012 y un caudal mínimo de  $0.30 \text{ m}^3/\text{s}$



**Tabla 22: Parámetros hidráulicos para caudal máximo y mínimo registrado en la sección de control ID 300**

PARÁMETRO	Caudal promedio	Velocidad media	Área mojada	Perímetro mojado	Ancho de espejo	Radio hidráulico
SÍMBOLO	Q	V	A	P	T	R
UNIDADES	(m <sup>3</sup> /seg)	(m/seg)	(m <sup>2</sup> )	(m)	(m)	(m)
VALOR	11.28	2.08	5.04	8.30	9.07	0.61
	0.30	0.57	0.5	5.07	5.34	0.1

**Tabla 23: Parámetros de ingreso y transporte total de sedimentos para caudal máximo y mínimo en la sección de control ID 300**

PARÁMETRO	Caudal promedio	Velocidad de corte	Parámetro de movilidad general	Tensión de corte adimensional	Coefficiente adimensional de Chezy	Transporte total adimensional	Transporte total volumétrico			
SÍMBOLO	Q	u*	F <sub>gr</sub>	τ*	C <sub>f</sub>	φ	q <sub>t</sub>			
UNIDADES	(m <sup>3</sup> /seg)	(m <sup>2</sup> /s)		-	-		(m <sup>2</sup> /s)	Kg/m.s	Tn/día	m <sup>3</sup> /día
VALOR	11.28	0.47	5.40	87.04	4.42	2985.99	0.0266	69.72	54634.14	22137
	0.30	0.08	1.10	2.34	7.39	6.90	6.13646E-05	0.15	71.46	28.95

**Tabla 24: Transporte de sedimento total por clases granulométricas, método Ackers&White**

Método Ackers&White						
Año	Clase granulométrica (mm)					Suma de Total (m <sup>3</sup> )
	<0.074 - 0.279>	<0.279 - 2.380>	<2.380 - 12.700>	<12.700 - 25.400>	<25.400 - 63.500>	
2001	369819.55	397.91	6747.74	4048.91	916.81	381930.92
2002	176941.07	286.93	2553.78	874.89	25.38	180682.04
2003	57473.82	170.66	183.64	1.80	0.00	57829.91
2004	83909.45	172.52	880.92	327.92	35.37	85326.18
2005	65554.17	151.31	596.72	253.33	43.48	66599.02
2006	286450.74	365.56	4906.88	2230.21	169.81	294123.20
2007	79941.85	173.03	825.60	104.29	0.00	81044.77
2008	59807.21	141.47	524.83	306.06	162.22	60941.80
2009	96841.36	182.14	1233.51	428.48	0.55	98686.05
2010	50325.35	139.54	328.19	75.93	0.00	50869.01
2011	173282.45	254.53	2723.16	1236.82	281.94	177778.90
2012	505976.99	510.20	9219.40	5806.63	1954.39	523467.61
2013	292348.24	353.04	5061.72	2767.25	661.66	301191.90
2014	47053.42	129.94	324.11	109.42	1.06	47617.95
2015	186618.80	287.99	2807.10	1104.31	123.15	190941.36

«continuación»

2016	49683.94	126.07	474.06	116.78	0.00	50400.85
Total general	2582028.41	3842.84	39391.36	19793.03	4375.83	2649431.48

**b. Engelund & Hansen modificado para sedimentos no uniformes**

La ecuación de Engelund&Hansen modificada para sedimentos no uniformes tiene como principal aporte la corrección de la tensión de corte adimensional para cada partícula de la clase granulométrica evaluada, este factor de corrección denominado “coeficiente de protección-exposición” se determinó con la Ec. 18, donde para fines de la investigación el exponente b se consideró 0.8 según recomendación de Basile (2018) para sedimentos de granulometría extendida donde se evidencia una alta correlación entre partículas en movimiento.

Los resultados obtenidos para los parámetros se tienen en la Tabla 25 y 26. Y los resultados de volúmenes de sedimentos transportados por clase granulométrica se tienen la Tabla 27 donde se registra que sedimentos en el rango granulométrico de <0.279 - 2.380> mm son mayormente transportados por el río Torata.

**Tabla 25: Parámetros de ingreso por clases granulométricas de la ecuación Engelund&Hansen modificada para sedimento no uniformes**

Nº	Clase granulométrica	di (mm)	di (m)	Fracción en peso f	Coefficiente de protección-exposición $\xi_{oi}$
1	<0.074 - 0.279>	0.18	0.00018	0.113	0.069
2	<0.279 - 2.380>	1.33	0.00133	0.440	0.348
3	<2.380 - 12.700>	7.54	0.00754	0.300	1.394
4	<12.700 - 25.400>	19.05	0.01905	0.084	2.925
5	<25.400 - 63.500>	44.45	0.04445	0.064	5.762

**Tabla 26: Parámetros de ingreso y transporte total de sedimentos con la ecuación Engelung & Hansen modificada para sedimentos no uniformes para un caudal máximo y mínimo en la sección de control ID 300**

PARÁMETRO	Velocidad de corte	Tensión de corte adimensional	Coefficiente adimensional de Chezy	Transporte total adimensional	Transporte total volumétrico			
SÍMBOLO	$u^*$	$\tau^*$	$C_f$	$\phi$	$q_t$			
UNIDADES	(m <sup>2</sup> /s)	-	-	-	(m <sup>2</sup> /s)	Kg/m.s	Tn/día	m <sup>3</sup> /día
VALOR	0.48	92.52	4.29	0.66	12.9471	117.43	10146.00	4111.02
	0.20	15.17	2.90	0.05	2.61491E-05	0.06453598	29.71959345	12.04197465

**Tabla 27: Transporte de sedimento total por clases granulométricas, método Engelung&Hansen modificada para sedimentos no uniformes**

Método Engelund&Hansen modificada para sedimentos no uniformes						
Año	Clase granulométrica (mm)					Suma de Total (m <sup>3</sup> )
	<0.074 - 0.279>	<0.279 - 2.380>	<2.380 - 12.700>	<12.700 - 25.400>	<25.400 - 63.500>	
2001	54413.60	141820.57	68371.54	15896.48	10267.83	290770.02
2002	22492.61	58623.49	28262.32	6571.03	4244.35	120193.80
2003	5905.32	15391.31	7420.13	1725.19	1114.33	31556.29
2004	10122.17	26381.87	12718.67	2957.11	1910.05	54089.87
2005	7609.43	19832.79	9561.37	2223.03	1435.90	40662.51
2006	39363.54	102594.93	49460.90	11499.73	7427.89	210346.99
2007	9167.73	23894.25	11519.39	2678.28	1729.95	48989.60
2008	7062.24	18406.63	8873.82	2063.18	1332.64	37738.51
2009	11870.83	30939.48	14915.89	3467.97	2240.02	63434.19
2010	5429.98	14152.41	6822.86	1586.32	1024.64	29016.21
2011	23013.83	59981.95	28917.23	6723.30	4342.70	122979.01
2012	76989.94	200662.27	96739.06	22491.97	14527.98	411411.21
2013	41654.87	108566.94	52340.00	12169.12	7860.26	222591.20
2014	5079.57	13239.11	6382.56	1483.95	958.51	27143.71
2015	24333.12	63420.48	30574.94	7108.72	4591.65	130028.91
2016	5615.64	14636.30	7056.14	1640.56	1059.67	30008.32
Total general	350124.43	912544.77	439936.84	102285.94	66068.38	1870960.35

### c. Ecuación de Yang

Para la aplicación correcta de la ecuación de Yang se clasificó el material para según la escala sedimentológica Udden & Wentworth las 5 clases granulométricas donde se fija el límite entre arena y grava. Yang define 2 ecuaciones diferentes para la

velocidad de caída o sedimentación según el número de Reynolds de corte (Ecuación 21 y 22), los resultados se muestran en la Tabla 28 donde se evidencia que, a mayor diámetro, se tiene mayor velocidad de caída.

Asimismo, se tiene los resultados de transporte total para un caudal máximo y mínimo en la Tabla 29. Finalmente se tiene los volúmenes de sedimento total transportado por clases granulométricas en la Tabla 30, donde el mayor volumen de sedimentos transportando por el río Torata se encuentra en el rango granulométrico de <0.074 - 0.279> mm.

**Tabla 28: Parámetros de ingreso y transporte total de sedimentos con la ecuación Yang para un caudal máximo y mínimo en la sección de control ID 300**

N°	Clase granulométrica	di (mm)	di (m)	Fracción en peso	Ws (cm/s)	Ws (m/s)	Clasificación de material
1	<0.074 - 0.279>	0.18	0.00018	0.11	1.61	0.02	Arena fina
2	<0.279 - 2.380>	1.33	0.00133	0.44	11.86	0.12	Arena muy gruesa
3	<2.380 - 12.700>	7.54	0.00754	0.30	32.45	0.32	Grava fina
4	<12.700 - 25.400>	19.05	0.01905	0.08	48.76	0.49	Grava gruesa
5	<25.400 - 63.500>	44.45	0.04445	0.06	69.17	0.69	Grava muy gruesa

**Tabla 29: Transporte total de sedimentos por la ecuación de Yang para caudal máximo y mínimo en la sección de control ID 300**

PARÁMETRO	Velocidad de corte	Numero de Reynold	Transporte total	Transporte total volumétrico		
SÍMBOLO	u*	Re	Cs	qt		
UNIDADES	(m <sup>2</sup> /s)		ppm	Kg/m.s	Tn/día	m <sup>3</sup> /día
VALOR	0.48	5.40	256878.18	325.93	28759.40	11652.92
	0.20	26.45	79522.77	4.53	235.04	95.24

**Tabla 30: Parámetros de ingreso y transporte total de sedimentos para caudal máximo y mínimo en la sección de control ID 300**

Método Yang						
Año	Clase granulométrico (mm)					Suma de Total (m <sup>3</sup> )
	<0.074 - 0.279>	<0.279 - 2.380>	<2.380 - 12.700>	<12.700 - 25.400>	<25.400 - 63.500>	
2001	220486.78	73765.29	1613.78	173.58	53.77	296093.20
2002	111164.97	38125.91	519.45	47.90	10.98	149869.21
2003	38604.95	13429.78	63.11	2.44	0.12	52100.39
2004	53754.26	18493.70	203.33	17.53	4.25	72473.07
2005	42447.20	14612.79	139.03	11.41	2.63	57213.06
2006	175011.15	59308.46	1058.55	107.36	29.57	235515.10
2007	51896.01	17976.22	161.90	12.14	1.58	70047.84
2008	38572.92	13216.39	134.84	11.86	3.25	51939.26
2009	61502.81	21105.79	254.97	22.77	5.15	82891.49
2010	33310.34	11501.16	76.79	5.26	0.89	44894.43
2011	107001.89	36360.42	587.78	58.11	15.60	144023.80
2012	298437.86	99320.27	2358.46	258.33	83.01	400457.93
2013	176544.07	59437.38	1176.52	123.44	36.72	237318.13
2014	31050.41	10698.58	74.34	5.31	0.97	41829.62
2015	116220.35	39676.30	593.10	56.97	14.43	156561.15
2016	32406.82	11120.79	96.55	8.00	1.58	43633.75
Total general	1588412.80	538149.24	9112.50	922.40	264.50	2136861.44

#### 4.6.2. Descarga de sedimentos en el embalse

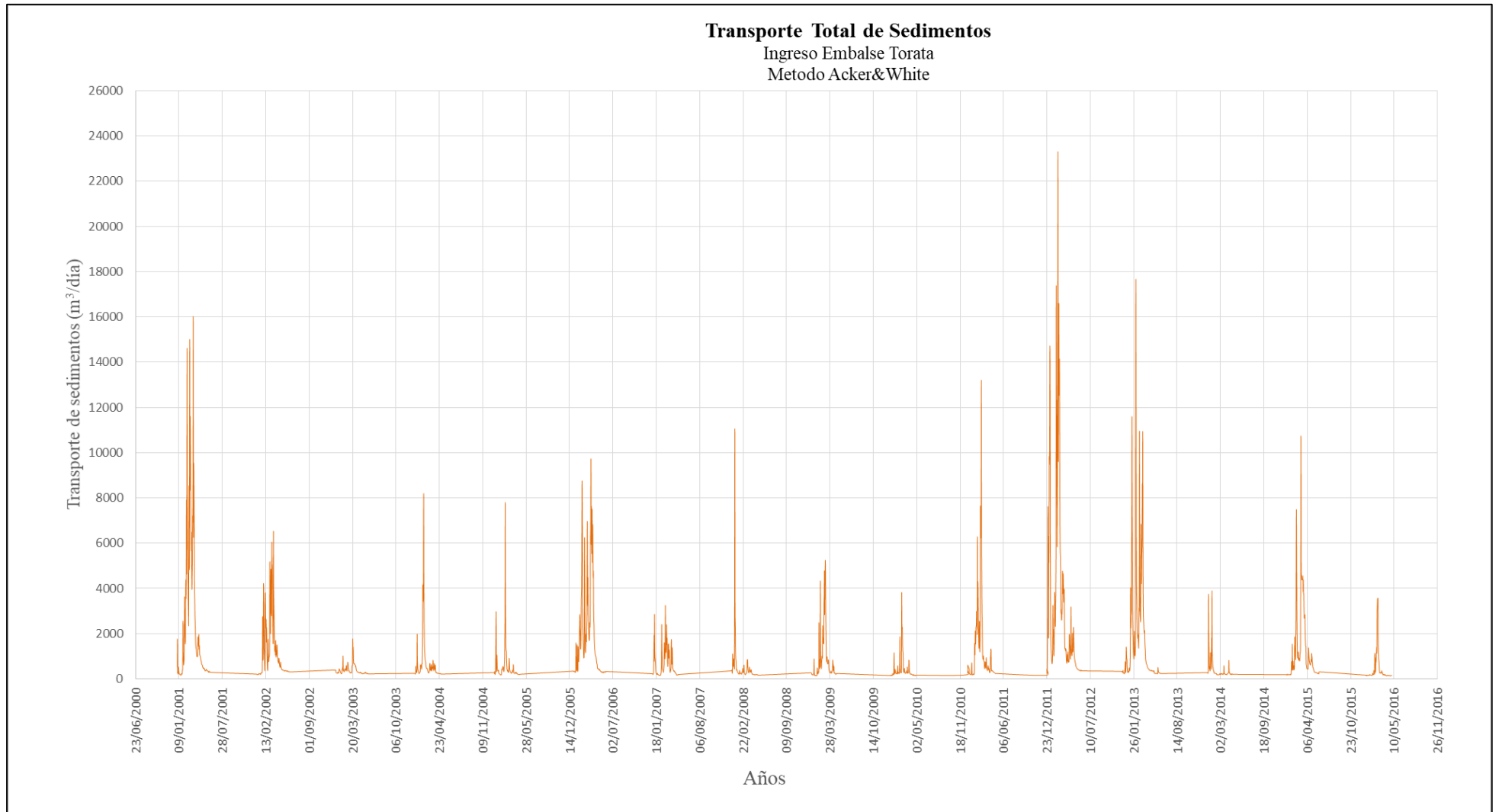
Los resultados de la descarga de sedimentos en el embalse Torata estimados por las fórmulas empíricas Ackers & White, Engelund & Hansen modificado para sedimentos no uniformes y Yang no son muy variables entre sí. Según los resultados mostrados en la Tabla 31 el volumen máximo de sedimentos descargados en el embalse Torata se registró el año 2012 con 523467.6 m<sup>3</sup> estimado con la ecuación Ackers & White, 411411.2 m<sup>3</sup> estimado con la ecuación Engelund & Hansen modificado para sedimentos no uniformes y 400457.9 m<sup>3</sup> estimado con la ecuación Yang, estos resultados reafirman que para mayores caudales de entrada al embalse se tiene mayor volumen de sedimentos depositados y viceversa.

También se muestra el histograma de transporte total de sedimentos en m<sup>3</sup>/día para cada método en la Figura 20, 21 y 22 donde se registró el volumen máximo diario de 23022.1

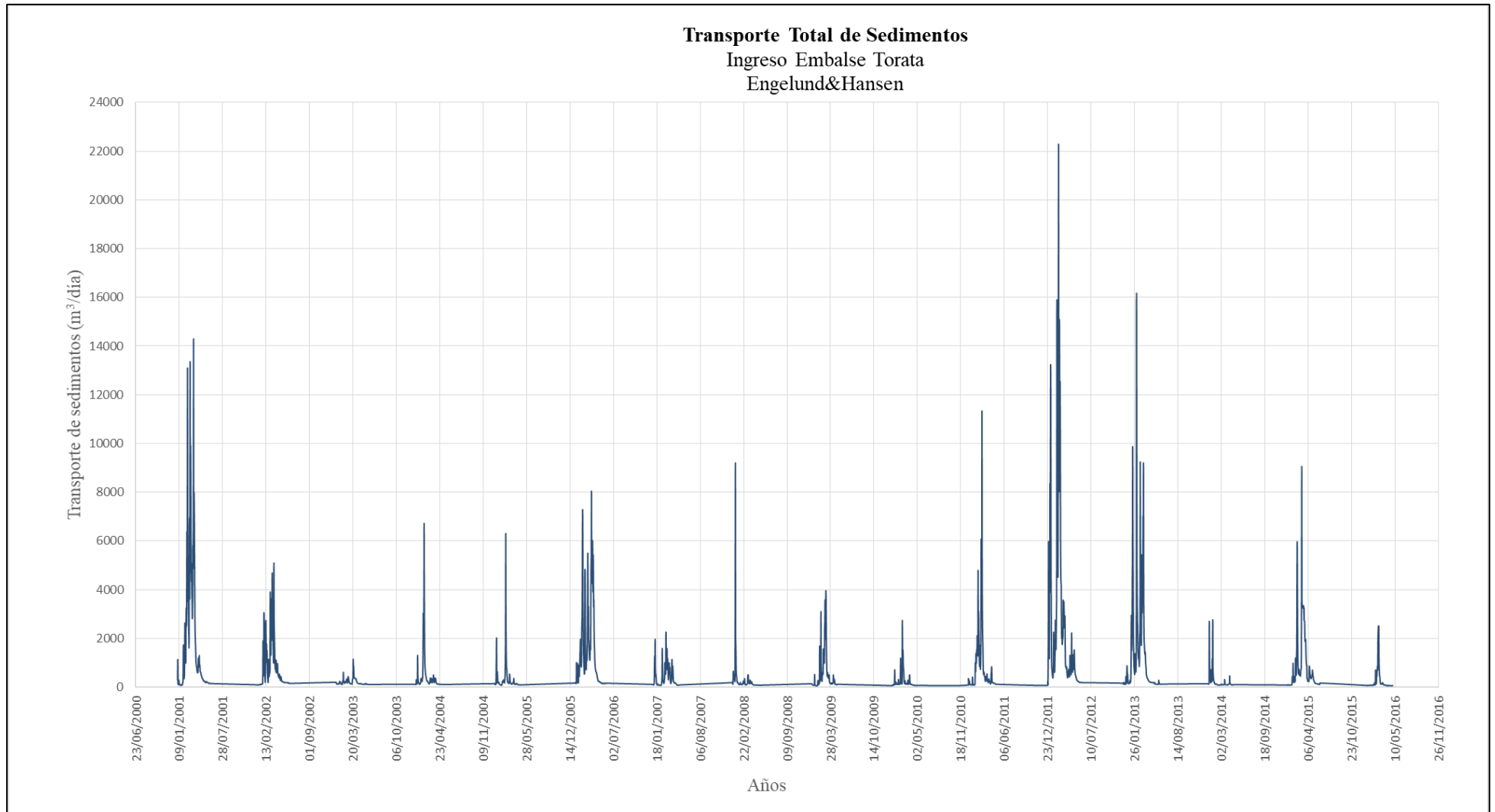
m<sup>3</sup>/día para método Ackers&White, 21968.1 m<sup>3</sup>/día para Engelund&Hansen modificado para sedimentos no uniformes y 15502.7 m<sup>3</sup>/día para el método Yang para un caudal máximo diario de 11.28 m<sup>3</sup>/s el 12/2/2012.

**Tabla 31: Variación de sedimentos transportados por métodos Ackers & White, Engelund & Hansen y Yang**

Año	Volumen acumulado			Porcentaje de variación		
	Ecuación Ackers & White m <sup>3</sup>	Ecuación Engelud & Hansen m <sup>3</sup>	Ecuación Yang m <sup>3</sup>	Ackers &White vs Engelund &Hansen %	Ackers &White vs Yang %	Engelund &Hansen vs Yang %
2001	381930.92	290770.02	296093.20	23.9	22.5	-1.8
2002	180682.04	120193.80	149869.21	33.5	17.1	-24.7
2003	57829.91	31556.29	52100.39	45.4	9.9	-65.1
2004	85326.18	54089.87	72473.07	36.6	15.1	-34.0
2005	66599.02	40662.51	57213.06	38.9	14.1	-40.7
2006	294123.20	210346.99	235515.10	28.5	19.9	-12.0
2007	81044.77	48989.60	70047.84	39.6	13.6	-43.0
2008	60941.80	37738.51	51939.26	38.1	14.8	-37.6
2009	98686.05	63434.19	82891.49	35.7	16.0	-30.7
2010	50869.01	29016.21	44894.43	43.0	11.7	-54.7
2011	177778.90	122979.01	144023.80	30.8	19.0	-17.1
2012	523467.61	411411.21	400457.93	21.4	23.5	2.7
2013	301191.90	222591.20	237318.13	26.1	21.2	-6.6
2014	47617.95	27143.71	41829.62	43.0	12.2	-54.1
2015	190941.36	130028.91	156561.15	31.9	18.0	-20.4
2016	50400.85	30008.32	43633.75	40.5	13.4	-45.4

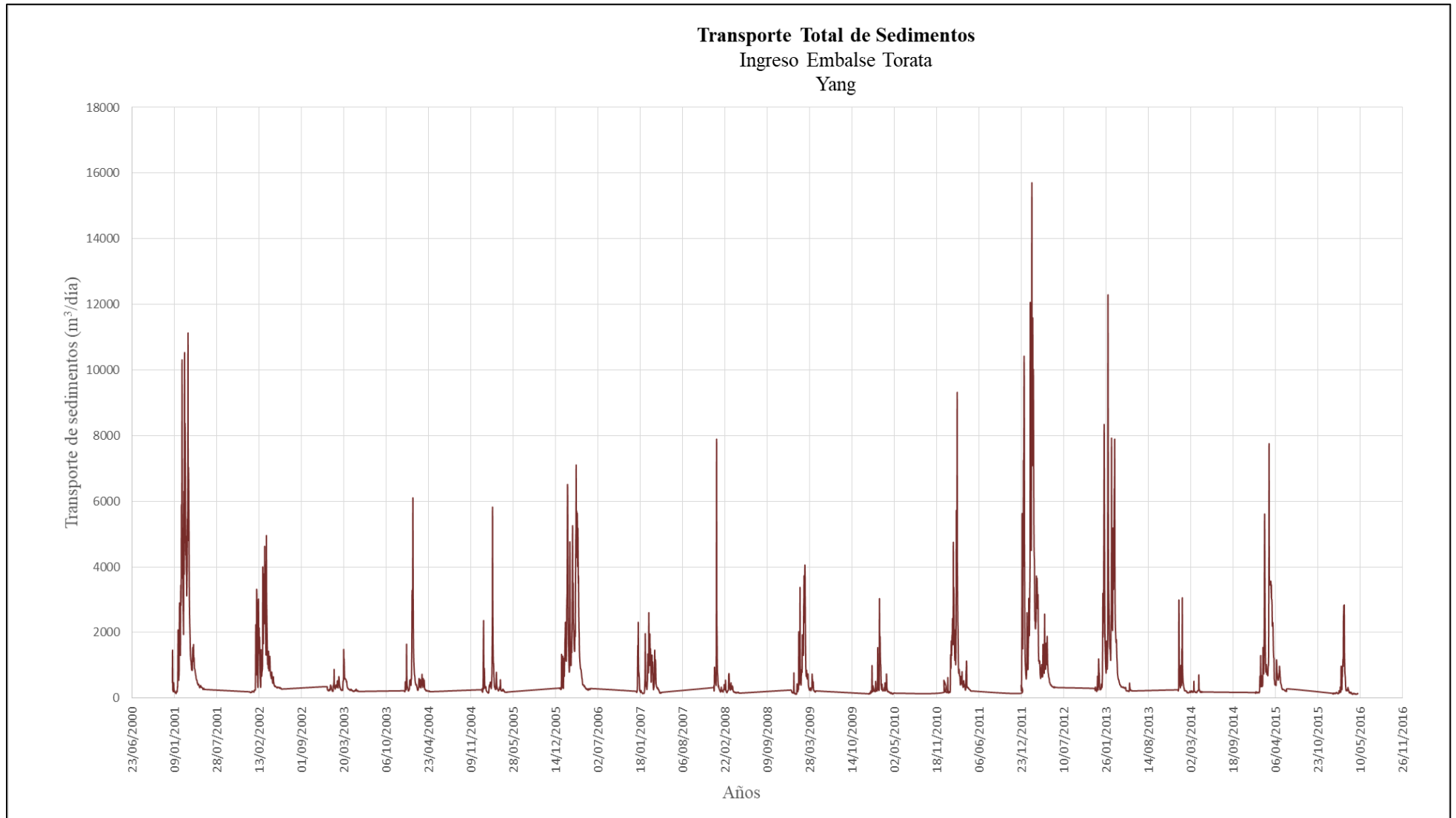


**Figura 21: Histograma de sedimentos transportados método Ackers & White**



**Figura 22: Histograma de sedimentos transportados método Engelund & Hansen**





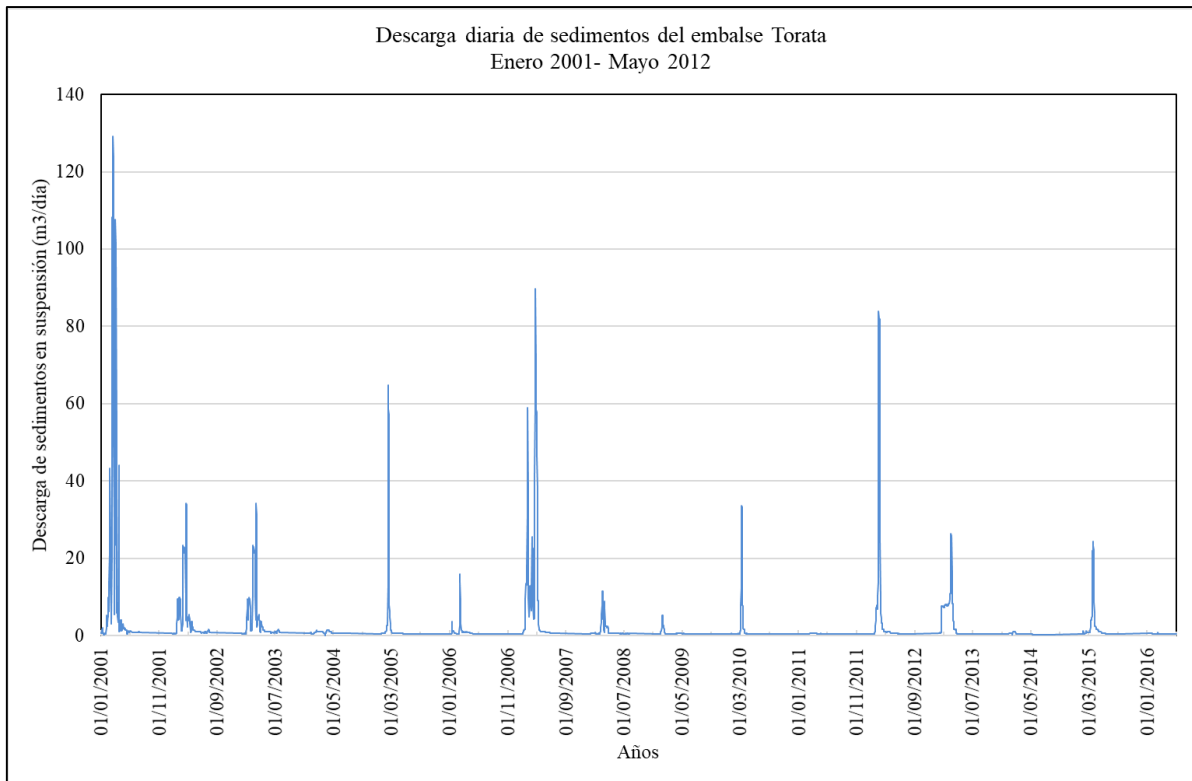
**Figura 23: Histograma de sedimentos transportados método Yang**

#### 4.6.3. Descarga de sedimentos del embalse

El volumen de sedimentos descargados por el flujo derivado del embalse Torata se calculó utilizando la relación caudal líquido (Q) y caudal sólido en suspensión (Q<sub>ss</sub>) para determinar la ecuación de curva de sedimentos en suspensión (Ver Anexo 4) determinadas por Requena en el año 2014 ( $Q_{ss}=5.8368xQ^{1.944}$ ,  $R=0.8776$ ) para el periodo 2001-2012 y completado hasta marzo del 2016. Como muestra los resultados en la Tabla 32 y en relación al flujo descargado (Figura 7), se tiene que a mayor flujo descargado de la presa mayor volumen de sedimentos descargados (Figura 25). Preponderantemente los sedimentos descargados son muy finos (limos y arcillas) y se encuentran en suspensión en estado de remanso en el embalse.

**Tabla 32: Volumen de sedimentos evacuados del embalse Torata 2001 – 2016**

Año	Evacuación (m3)
2001	2545.53
2002	864.76
2003	864.76
2004	157.58
2005	426.86
2006	203.58
2007	1833.76
2008	275.94
2009	147.28
2010	352.21
2011	101.11
2012	990.03
2013	717.93
2014	88.40
2015	390.11
2016	64.67



**Figura 24: Histograma de descarga de sedimentos del embalse Torata**

#### 4.6.4. Análisis comparativo de transporte de sedimentos por los métodos planteados

Según los monitoreos in situ, mayor carga de sedimentos transportados por el río Torata se realizó durante las épocas de avenida, por ello la estimación por fórmulas empíricas se realizó en base a la variación de caudales diarios registrados en la estación hidrométrica Arundaya. La clasificación de los meses representativos se dio en base al aumento del caudal por sobre el promedio de épocas de estiaje, es decir desde el día que se registra la precipitación y por consiguiente un aumento de escorrentía superficial, para lo cual se tiene en la Tabla 33 los meses que se consideraron para la estimación de transporte total de sedimentos.

**Tabla 33: Meses del año considerados para simulación de transporte total de sedimentos**

Meses simulados para el transporte total de sedimentos		
Año	Inicio	Final
2001	Enero	Mayo
2002	Enero	Mayo
2003	Enero	Mayo
2004	Enero	Abril

«continuación»

2005	Enero	Abril
2006	Enero	Mayo
2007	Enero	Abril
2008	Enero	Abril
2009	Enero	Abril
2010	22-dic	Abril
2011	20-dic	Abril
2012	5-dic	Mayo
2013	Enero	Mayo
2014	Enero	Abril
2015	Enero	Mayo
2016	Enero	Abril

En la Tabla 34 se muestra la estimación de error entre el volumen de sedimentos calculados por batimetría y el volumen de sedimentos estimados por ecuaciones empíricas, para los periodos donde se registra la batimetría del embalse. Las fórmulas empíricas de menor error son Engelund & Hansen modificado para sedimentos no uniformes y la fórmula de Yang, mientras que la fórmula de mayor sobrestimación es Ackers & White como se observa muestra en la tabla. Cabe resaltar que la fórmula de Yang estima hasta con errores de 2.4% y 10.6% frente al volumen medido por batimetría.

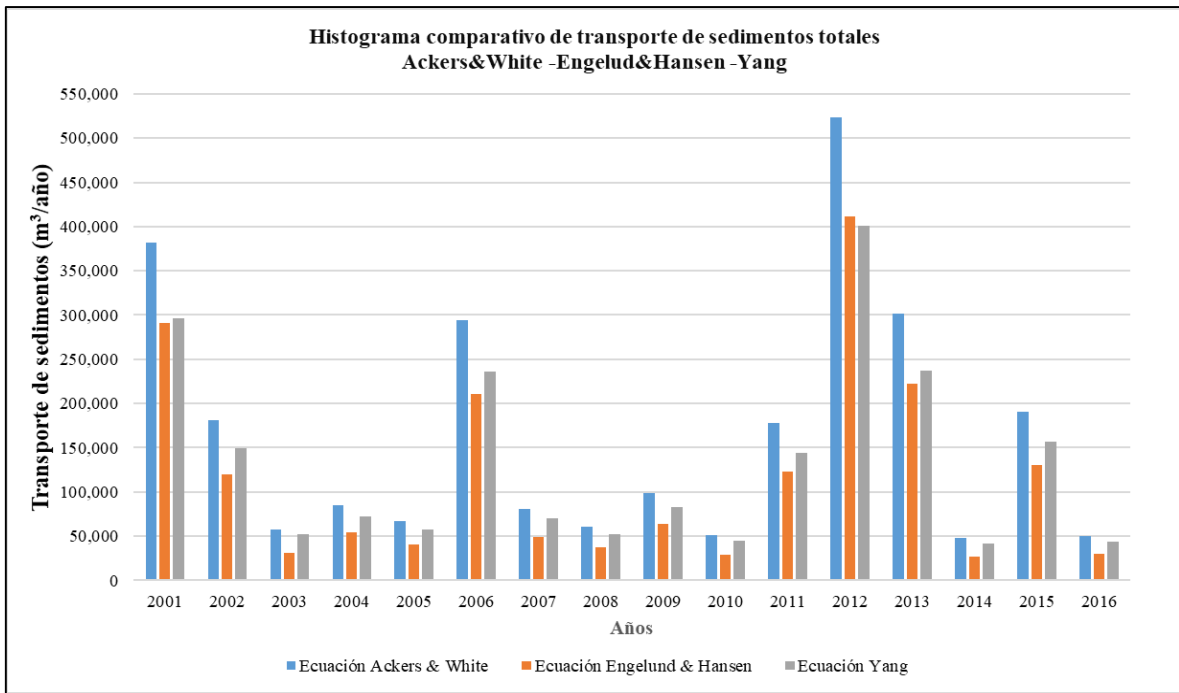
**Tabla 34: Estimación de error entre sedimento medido y estimado.**

PERIODO	Sedimento acumulado					
	Volumen medido (batimetría)			Simulado con ecuaciones		
	Sedimento acumulado (m <sup>3</sup> )	Sedimento dragado (m <sup>3</sup> )	Total (m <sup>3</sup> )	Método	Volumen (m <sup>3</sup> )	Error (%)
Original - 2001	225404.0	2000	225404.0	Acker & White	381930.9	41.0
				Engelund y Hansen	290770.0	22.5
				Yang	296093.2	23.9
2002	97956.0	23500	99956.0	Acker & White	180682.0	44.7
				Engelund y Hansen	120193.8	16.8
				Yang	149869.2	33.3
2003 - 2005	139026.6	-	162526.6	Acker & White	209755.1	22.5
				Engelund y Hansen	126308.7	28.7
				Yang	181786.5	10.6
2006 -2015	346545.3	500000	846545.3	Acker & White	1826662.6	53.7
				Engelund y Hansen	1303679.5	35.1
				Yang	1465478.8	42.2
2015 - 2016	12580.0	30000	42580.0	Acker & White	50400.8	15.5
				Engelund y Hansen	30008.3	41.9
				Yang	43633.7	2.4

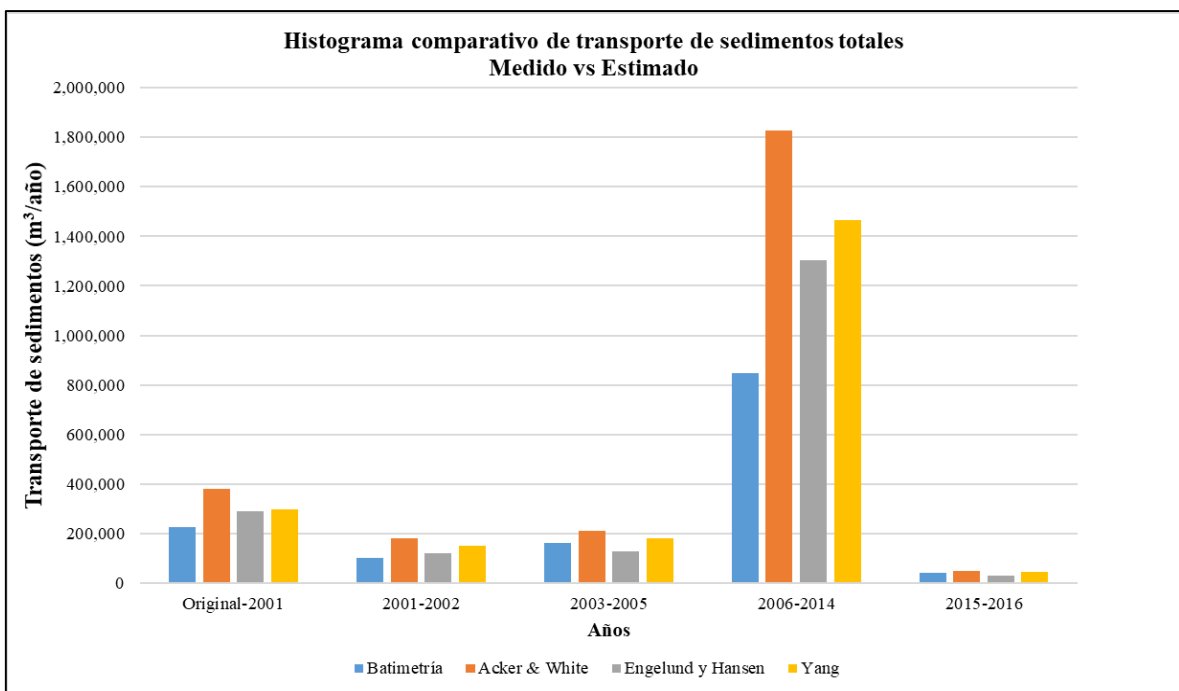
Luego del análisis de los errores, los cuales son estadísticamente aceptables, se realizó un análisis de volúmenes de sedimentos anuales descargados en el embalse Torata como se muestra en la Figura 26, donde se observa que los métodos Engelund & Hansen modificado para sedimentos no uniformes y Yang tienen los volúmenes estimados con menor rango de variabilidad entre sí.

En cuanto al análisis de años con eventos extremos (2001, 2011,2015), con eventos moderados (2002, 2011,2015), con eventos medios (2004, 2007,2009) y con eventos bajos (2003, 2008, 2010, 2014,2016), se tiene que los eventos extremos transportan 2.3 veces más que el promedio para un año normal y los eventos bajos 3.2 veces menor para el mismo promedio. Y comparativamente entre los años con eventos extremos y bajos, el primero transporta 7.5 veces más, estas estimaciones pueden incrementarse con la presencia de El Niño Oscilación del Sur (ENOS), no registradas en el periodo analizado para la presente investigación.

En la Figura 26, se muestra la variación de resultados de los sedimentos estimados por ecuaciones empíricas y volúmenes de sedimentos calculados por batimetría para los períodos existentes de este último. Según el análisis de estos resultados la ecuación de Ackers & White refleja una alta sobreestimación, sobre todo para periodos largos sin registro batimétrico.

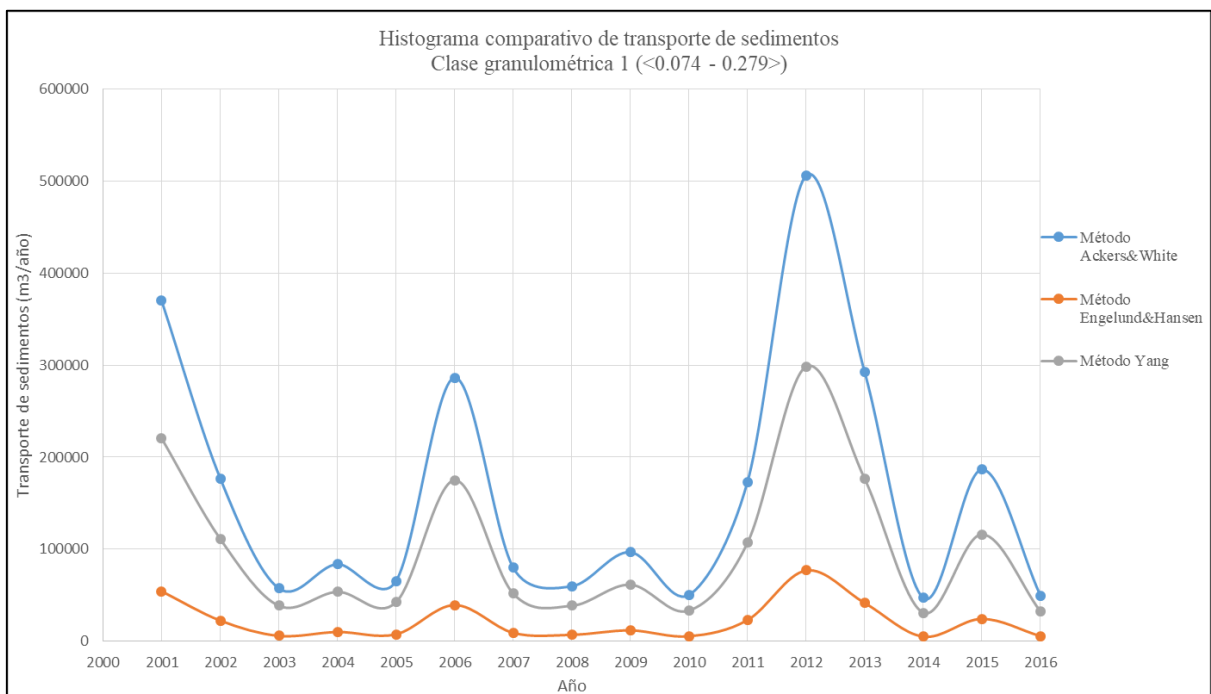


**Figura 25: Histograma de volúmenes anuales de sedimentos transportado por Ackers & White, Engelund & Hansen y Yang**

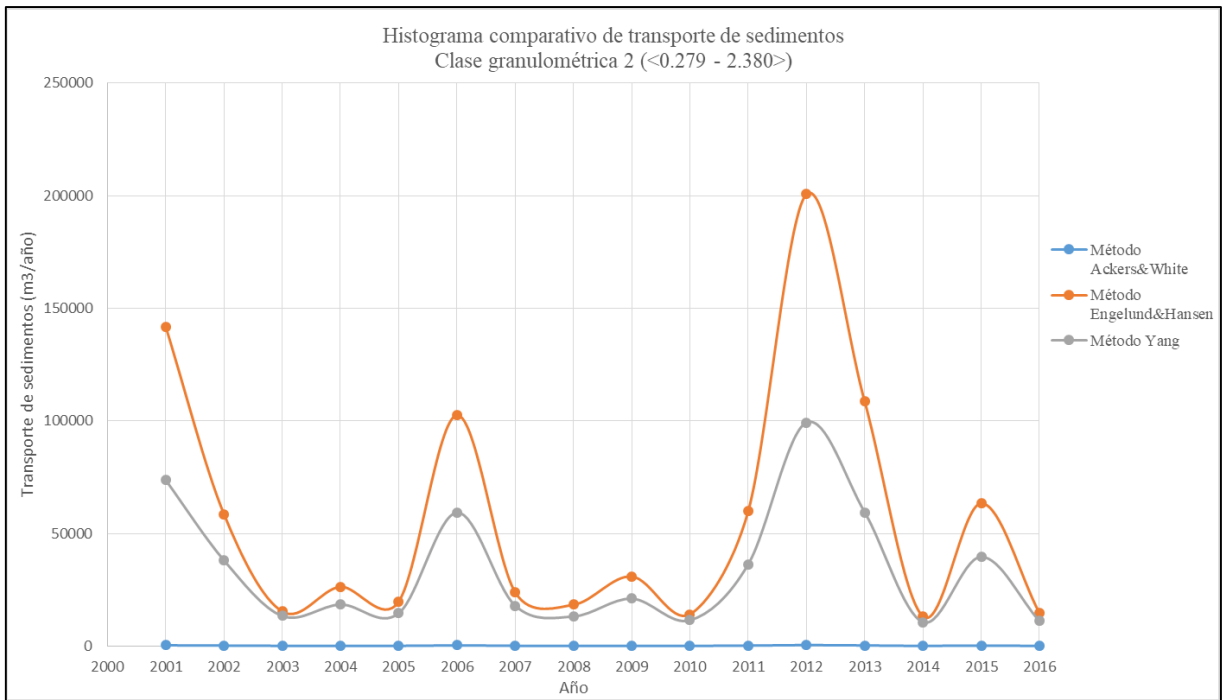


**Figura 26: Histograma de volúmenes estimados de sedimentos por ecuaciones y batimetría**

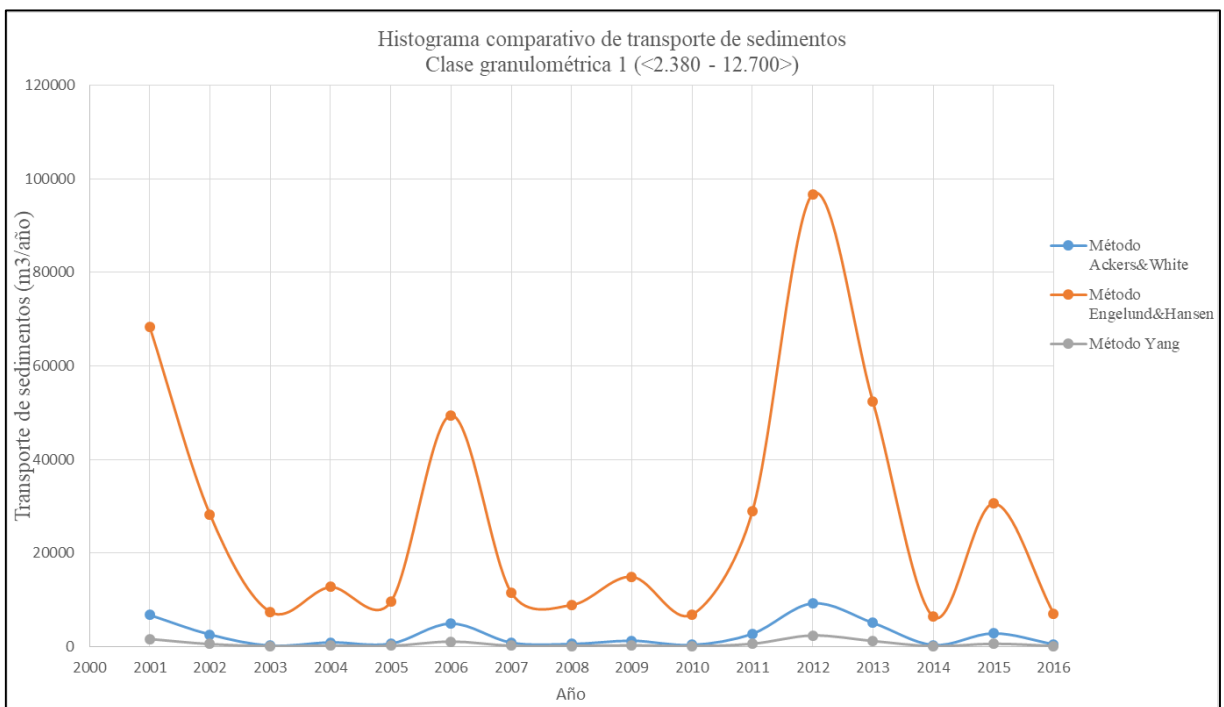
En el análisis de transporte total de sedimentos por los diferentes métodos y por clases granulométricas, el método que mejor distribuye la capacidad de transporte para diferentes diámetros a partir de un diámetro mayor a 0.279 mm es la de Engelund & Hansen modificado para sedimentos no uniformes como se muestra en las figuras 28, 29, 30,31 y 32. Y alta variabilidad o selectivo para cierto diámetro de sedimentos es la fórmula de Ackers & White. Sin embargo, la fórmula de Yang estima mejor el transporte total de sedimentos distribuyendo para diámetros menores, mayor transporte y viceversa, esto siguiendo la lógica de que diámetros mayores necesitan mayores esfuerzos de corte para el inicio de movimiento.



**Figura 27: Histograma comparativo de sedimento total transportado para clase granulométrica 1 por Ackers & White, Engelund & Hansen y Yang**

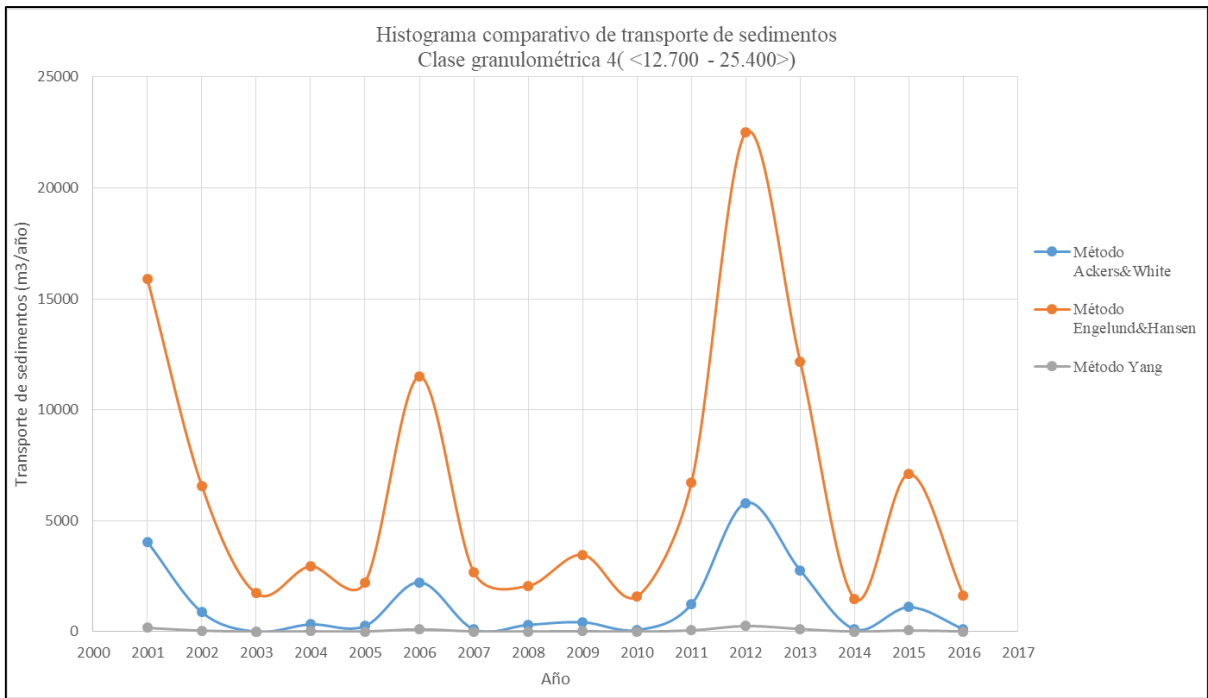


**Figura 28:** Histograma comparativo de sedimento total transportado para clase granulométrica 2 por Ackers & White, Engelund & Hansen y Yang

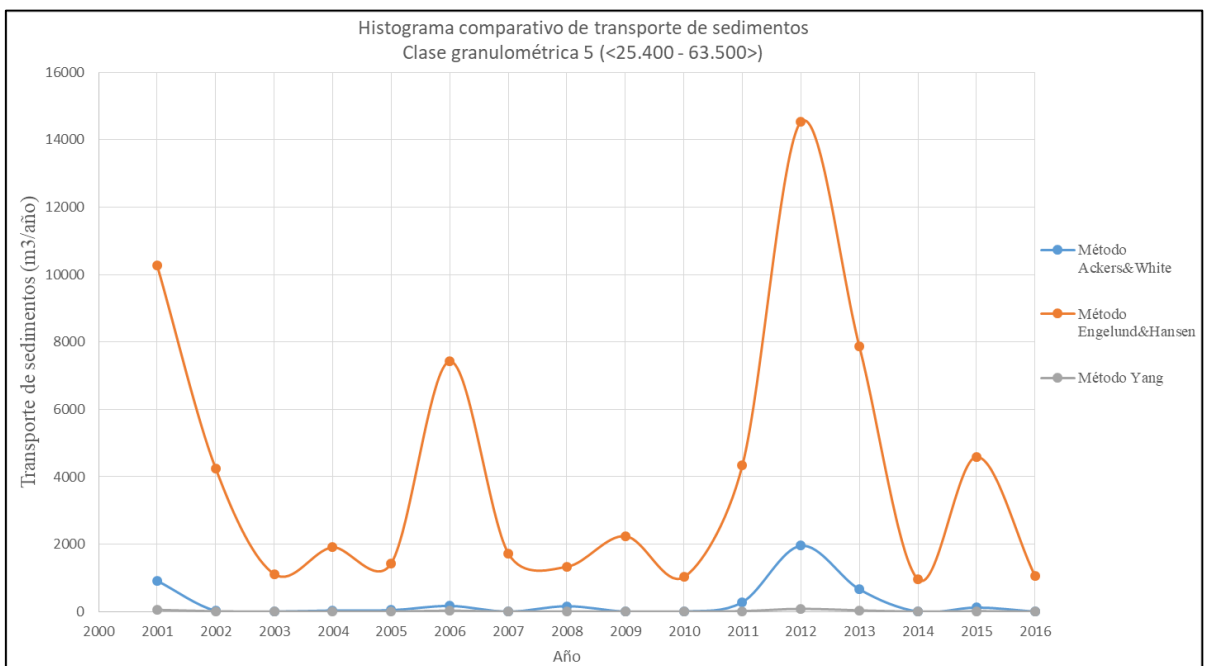


**Figura 29:** Histograma comparativo de sedimento total transportado para clase granulométrica 3 por Ackers & White, Engelund & Hansen y Yang





**Figura 30: Histograma comparativo de sedimento total transportado para clase granulométrica 4 por Ackers & White, Engelund & Hansen y Yang**



**Figura 31: Histograma comparativo de sedimento total transportado para clase granulométrica 5 por Ackers & White, Engelund & Hansen y Yang**

## V. CONCLUSIONES

- La curva granulometría representativa utilizada en la presente investigación es determinante para la estimación de transporte total de sedimentos hacia el embalse Torata por métodos empíricos (Ackers & White, Engelund & Hansen y Yang.). Debido a que este define las ecuaciones empíricas de mejor ajuste al comportamiento sedimentológico de la cuenca. Específicamente la cuenca Torata produce sedimentos de granulometría muy extendida o no uniforme (limos, arcillas, arenas, grava y bolonerías), demostrada con los muestreos del año 2015 y 2016. Esta característica granulométrica del río Torata nos permitió seleccionar los métodos apropiados para la estimación de transporte total de sedimentos.
- Comparativamente en términos porcentuales de error medio del transporte total de sedimentos por el método Ackers & White frente a los sedimentos determinados por batimetría para los periodos 2001, 2002, 2003-2005, 2006-2015 y 2015-2016 se tiene una sobreestimación de 41%,44%,22.5%,53.7 y 15.5%, por el método Yang una sobrestimación de 23.9%,33.3%,10%,42%,2.4% respectivamente. Sin embargo, para el método Engelsing & Hansen modificado para sedimentos de granulometría no uniforme se tiene una sobrestimación para los periodos 2001, 2002,2006-2015 de 22.5%,16.8%,35.1% y una subestimación de 28.7% y 41.9% para los periodos 2003-2005 y 2015-2016.En términos de promedios en todo el periodo de análisis el que mejor se ajusta al comportamiento sedimentológico de la cuenca Torata es la ecuación de Yang.
- El transporte de sedimentos está fuertemente relacionado con la hidrología, geomorfología y cobertura vegetal de la cuenca. La variabilidad de los factores antes mencionados es espacial y temporal. Y en la cuenca Torata (aguas arriba del embalse Torata), se registran flujos instantáneos 3 veces mayor que el caudal promedio horario y 5 veces mayor que caudal promedio diario en la estación hidrométrica Arundaya.

- El transporte de sedimentos está fuertemente relacionado con la hidrología, geomorfología y cobertura vegetal de la cuenca. La variabilidad de los factores antes mencionados es espacial y temporal. Y en la cuenca Torata (aguas arriba del embalse Torata), se registran flujos instantáneos 3 veces mayor que el caudal promedio horario y 5 veces mayor que caudal promedio diario en la estación hidrométrica Arondaya.
  
- En la presente investigación se demostró que las fórmulas empíricas seleccionadas para el transporte total de sedimentos son capaces de predecir de manera razonable el volumen de sedimentos totales transportados hacia el embalse Torata, a pesar de la característica granulométrica muy extendida, los resultados se encuentran dentro de rangos aceptables estadísticamente. La variación entre los diferentes métodos estimados es de 34% para Ackers & White frente al método Engelund & Hansen modificado para sedimentos de granulometría no uniforme y 16.4% frente al método Yang. Y para el método Engelund & Hansen modificado para sedimentos no uniformes frente al método Yang es de 30.3%.
  
- Las ecuaciones basadas en el esfuerzo hidráulico crítico predicen con altos índices de error en ríos de montaña debido a que ignoran las fuerzas de ascenso en condiciones hidráulicas de flujo de transición y/o turbulento. Así también, la velocidad crítica para iniciar el movimiento de las partículas es una variable importante para estimar el transporte total de sedimentos por métodos empíricos. Por lo que en los resultados obtenidos se tiene una alta variabilidad en transporte total de sedimentos por clases granulométricas para el método Ackers & White que tiene como principal función el esfuerzo hidráulico crítico.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación es importante realizar la batimetría del embalse Torata antes y después de la época de avenidas. Esto con la finalidad de poseer información precisa del volumen de sedimentos acumulados en cada evento de lluvias. Asimismo, es importante realizar un monitoreo continuo de la concentración de sedimentos en el flujo de descarga del embalse.
- Siendo el muestreo de sedimentos una etapa importante en el procedimiento de estimar el transportado total de sedimentos por métodos empíricos, es recomendable evaluar otras metodologías de muestreo y evaluar la eficacia de los resultados frente a los resultados de la presente investigación.
- Se recomienda determinar el coeficiente de rugosidad de Manning del río Torata de manera experimental, debido a que los resultados de los parámetros hidráulicos son sensibles a la variación del coeficiente de rugosidad. Además, es una variable determinante en la calibración de modelos hidráulicos.
- La validación de los métodos empíricos de transporte total de sedimentos de mejor aproximación para el comportamiento sedimentológico de la cuenca Torata (aguas arriba del embalse), conlleva a analizar variables como: tipo de granulometría de los sedimentos transportados, cohesión del material disponible en el cauce, coeficiente de resistencia sobre el fondo del lecho y sobre las partículas para diferentes tipos de flujo, entre otros. Por ello, es recomendable medir cada variable de manera experimental para las condiciones del río Torata, para finalmente estimar el transporte total de sedimentos con variables calibradas y validadas en campo.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

- Ackers, P.; White, W. (1973). Sediment Transport: New approach and Analysis. *Journal of the Hydraulic Division. ASCE*, 99 (HY11), 2041-2060.
- Aguirre, J. & Oliveros, M.L. (2000). Transporte de Sedimentos en cauces de alta pendiente. Fundación para el fomento de la Ingeniería del Agua. Universidad de Cordoba, España.
- Aguirre, J. (1988). Hidráulica de Sedimentos. Universidad de los Andes, Facultad de Ingeniería, Merida, Venezuela.
- Asselman, N.E. (2000). Fiting and interpretation of sediment rating curves. *Journal of Hydrology*.
- Basile, P.A. (2000). Revisión de Ecuaciones de Transporte Modificadas para Sedimentos Heterogéneos. XIX Congreso Latinoamericano de Hidráulica – IAHR, Córdoba. Tomo I, 369-378.
- Basile, P.A. (2000). Revisión de Ecuaciones de Transporte Modificadas para Sedimentos Heterogéneos. XIX Congreso Latinoamericano de Hidráulica – IAHR, Córdoba. Tomo I, 369-378.
- Basile, P.A. (2002). Simulación numérica de eventos hidro-sedimentológicos extremos en ambientes fluviales.
- Basile, P.A. (2018). Transporte de sedimentos y morfodinámica de ríos aluviales. UNR Editora. Editorial de la Universidad Nacional de Rosario.

- Bowles, J.E. (1981). Manual de laboratorio de suelos en ingeniería civil Libros McGraw Hill de México S.A de C.V
- Bray, D.I. (1982a). Flow resistance in gravel-bed river. In Gravel-Bed Rivers, Chapter 19. Wiley, NY 517 -541.
- Carvalho, N. (2008). Hidrosedimentología Práctica. (2da ed.). Rio de Janeiro: Interciencia, 2008
- Chow, T.E. (2000). Hidráulica de canales abiertos. Santa Fe de Bogotá, Colombia: McGraw-Hill Interamericana S.A.
- Conesa, C. (2009). Variación granulométrica y mineralógica en profundidad en los sedimentos retenidos por dique. Estudio en cauces torrenciales semiáridos del sureste peninsular. Universidad de Murcia.
- Coronado del Águila, F. (1992). Facultad de Ingeniería Civil – Universidad Nacional de Ingeniería.
- Engelud, F. y Hansen, E. (1967). A monograph on sediment transport in alluvial stream. Report, Technical University of Denmark, Hydraulic Lab., January 1967, Copenhagen, Denmark.
- Espinoza, J.C. (2003). Determinación del Gasto Sólido Total y Calibración del Gasto Sólido de Fondo Mediante los Métodos de H.A. Einstein y Meyer Peter & Müller, para el río Sama, Región Tacna. (Tesis de Grado). Lima, Perú: UNALM 149 pp.
- Espinoza, R. (2008). Determinación de la concentración de los sólidos en suspensión en los ríos de la amazonia peruana mediante imágenes satelitales MODIS – Universidad Nacional Agraria La Molina. (Tesis de Maestría).
- Estuardo, A.; Aguirre, J. (1988). Hidráulica de Sedimentos. Mecánica de suelos I.

- García, C. y Vide, J. (año). Caracterización granulométrica del lecho móvil de un río de gravas efímero: Aplicación a un tramo de la riera de Les Arenas.
- García, M. & Maza, J. (1998) Origen y propiedad de los sedimentos.
- Horowitz, A. (2003). An evaluation of sediment rating curves for estimating suspended sediment concentrations for subsequent flux calculation, Hydrological Processes.
- Hydrologic Engineering Center. (2002). River Analysis System. User's Manual, U.S Army Corps of Engineers, Institute For Water Resources, Davis, CA.
- Kellerhals, R.; Bray, D.I. (1971). Sampling procedures for coarse fluvial sediments.
- Martin, J.P. (2002). *Ingeniería de ríos*. Edición UPC Alfaomega. pp. 55-71, 305-310
- Maza, J.A. & Garcia Flores (1986). Distribución de los tamaños de los sedimentos del fondo en cauces naturales. Memoria del XII Congreso Latinoamericano de Hidráulica, Brasil,
- Milliman, J.D.; Meade, E.H. (2008). World-wide delivery of river sediment to the oceans. *Journal of geology*.
- Morera, S.B. (2014) Magnitud, frecuencia y factores que controlan los flujos sedimentarios desde los andes centrales occidentales hacia el Océano Pacífico peruano. (Tesis de Doctorado).
- Morera, S.; Condom, T.; Crave, A.; Steer, P. y Guyot, J. (2017). The impact of extreme El Niño events on modern sediment transport along the western Peruvian Andes (1968–2012). *Nature*, 11947, 4-11.
- Ochoa, T. (2012). Hidráulica de ríos y procesos morfológicos. p. 62-78

- Orfeo, O. y Boneto, A. (1984). Caracteres sedimentológicos de la carga en suspensión del río Paraná entre Confluencia y Esquina. *Revista de la Asociación Argentina de Mineralogía, Petrología y Sedimentología*.
- Osio, M.; Valencia, F.; Cartaya, H. (2000). Cálculo del coeficiente de rugosidad n manning en grandes ríos. Venezuela. Ingeniería UC. 12 pp.
- Quincho, J.B. (2015). Estudio experimental del transporte de sedimentos en suspensión y fondo y comparación con fórmulas empíricas en los ríos Puyango – Tumbes y Zarumilla. (Tesis de Grado).
- Requena, N. (2014). Análisis de producción de sedimentos en diferentes escalas de tiempo en una subcuenca semiárida, Moquegua, Perú.
- Rocha, A. (1998). Introducción a la Hidráulica Fluvial. Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil, Lima, Perú.
- SENAMHI. Clasificación climática.  
[http://idesepe.senamhi.gob.pe/portaledesepe/idesepe\\_tema\\_caracterizacion\\_climatica.jsp](http://idesepe.senamhi.gob.pe/portaledesepe/idesepe_tema_caracterizacion_climatica.jsp)
- Shick, A. (1977). Study of sediment generation, transport and deposition in semiarid zones. *Hydrological Science*.
- Simons, D.B. (1957). Theory and Design of Stable Channels in Alluvial Material. (PhD Thesis). Colorado State Univ. USA.
- Udden, J.A. (1914). Mechanical Composition of Clastic Sediments. *Bulletin Geol. S.A.*, Vol. 25.
- Van Rijn, L. (1993). Principles of Sediment Transport in River Estuaries and Coastal Seas, (11 ed.). Amsterdam, Netherlands: Aqua Publication.
- Vanoni, V.A. (1964). Measurements of critical shear stress for entraining fine sediments in a boundary layer.



- Vázquez, D. (2012). Transporte de sedimentos como carga de fondo en la cuenca del río Narcea (Vertiente Norte de la Cordillera Cantábrica)
- Walling, D.E. (1978). Suspended sediment and solute response characteristics of the river Exe, Devon, England Research in fluvial systems geoabstracts.
- Wentworth, C.K. (1922). A Scale of Grade and Class Term for Clastic Sediments. *Journal of Geology*, 30, 377-392.
- White, W. y Day, T. (1982). Transport oh Gradea Gravel Bed Material. Gravel-Bed River. Edited by Hey, Bathurst and Thorne, Jhon Willey & Sons, NY.
- Yang, C.T.; Randle, T.J.; Daraio, J. (2006). Erosion and Sedimentation Manual. doi:10.1300/J155v07n03\_01.
- Zhang, W.; Wei, X.; Zheng, J.; Zhu, Y.; Zhang, Y. (2012). Estimating suspended sediment loads in the Pearl river Delta región using sediment curves. *Continental Shelf Research*, v. 38 pp. 35-46.

## VIII. ANEXOS

### Anexo 1: Viscosidad del agua en relación con la temperatura

Temperatura °C	Densidad	Densidad Relativa	Viscosidad Dinámica			Viscosidad Cinemática	
			N-s/m <sup>2</sup>	Kgf-s/cm <sup>2</sup>	grm-s/cm <sup>2</sup>	(m <sup>2</sup> /s)	(cm <sup>2</sup> /s)
0	1000	1.000	0.00179	1.8253E-04	5.10E-07	1.79E-06	5.07E-07
10	1000	1.000	0.00131	1.3358E-04	3.70E-07	1.31E-06	3.71E-07
20	998	0.998	0.00100	1.0197E-04	2.80E-07	1.00E-06	2.84E-07
30	996	0.996	0.00080	8.1373E-05	2.30E-07	8.00E-07	2.27E-07
40	992	0.992	0.00065	6.6587E-05	1.80E-07	6.60E-07	1.86E-07
50	988	0.988	0.00055	5.5778E-05	1.50E-07	5.50E-07	1.57E-07
60	983	0.983	0.00047	4.7621E-05	1.30E-07	4.70E-07	1.35E-07
70	978	0.978	0.00040	4.1196E-05	1.10E-07	4.10E-07	1.17E-07
80	972	0.972	0.00036	3.6200E-05	1.00E-07	3.70E-07	1.03E-07
90	965	0.965	0.00032	3.2121E-05	9.00E-08	3.30E-07	9.20E-08
100	958	0.958	0.00028	2.5756E-05	8.00E-08	2.90E-07	8.30E-08

Fuente: Grbrart, Gros, Hochstein; Fundamentos de Mecánica de Fluidos, 2005.

## Anexo 2: Parámetros hidráulicos del río Torata, por caudal medio diario 2001 -2016

Parámetros Hidráulicos obtenidos del Modelamiento con Hec-Ras						
Fecha	Caudal promedio	Velocidad media	Área mojada	Perímetro mojado	Ancho de espejo	Radio hidráulico
	Q	V	A	P	T	R
	(m <sup>3</sup> /seg)	(m/seg)	(m <sup>2</sup> )	(m)	(m)	(m)
1/1/2001	0.780	0.80	0.93	5.77	6.11	0.16
2/1/2001	1.827	1.07	1.61	6.76	7.20	0.24
3/1/2001	0.464	0.66	0.67	5.36	5.65	0.13
4/1/2001	0.486	0.68	0.68	5.37	5.67	0.13
5/1/2001	0.427	0.63	0.65	5.31	5.61	0.12
6/1/2001	0.414	0.66	0.60	5.24	5.52	0.11
7/1/2001	0.767	0.80	0.92	5.76	6.09	0.16
8/1/2001	0.575	0.73	0.75	5.49	5.80	0.14
9/1/2001	0.493	0.68	0.69	5.38	5.68	0.13
10/1/2001	0.469	0.65	0.69	5.38	5.68	0.13
11/1/2001	0.456	0.66	0.66	5.33	5.63	0.12
12/1/2001	0.423	0.65	0.62	5.28	5.57	0.12
13/1/2001	0.376	0.62	0.58	5.21	5.49	0.11
14/1/2001	0.367	0.64	0.54	5.14	5.41	0.11
15/1/2001	0.388	0.62	0.60	5.23	5.51	0.11
16/1/2001	0.366	0.60	0.58	5.20	5.48	0.11
17/1/2001	0.338	0.61	0.52	5.11	5.38	0.10
18/1/2001	0.328	0.59	0.53	5.12	5.39	0.10
19/1/2001	0.342	0.60	0.54	5.14	5.41	0.11
20/1/2001	0.387	0.65	0.57	5.18	5.46	0.11
21/1/2001	0.424	0.66	0.61	5.26	5.55	0.12
22/1/2001	0.394	0.64	0.58	5.21	5.49	0.11
23/1/2001	0.384	0.64	0.57	5.19	5.47	0.11
24/1/2001	0.467	0.67	0.66	5.34	5.64	0.12
25/1/2001	0.636	0.75	0.81	5.58	5.90	0.14
26/1/2001	0.608	0.74	0.78	5.54	5.85	0.14
27/1/2001	1.386	0.98	1.34	6.38	6.78	0.21
28/1/2001	2.406	1.17	1.95	7.19	7.67	0.27
29/1/2001	1.356	0.97	1.33	6.37	6.77	0.21
30/1/2001	1.072	0.90	1.13	6.08	6.45	0.19
31/1/2001	0.846	0.83	0.97	5.84	6.18	0.17
1/2/2001	0.992	0.88	1.07	6.00	6.36	0.18
2/2/2001	1.097	0.91	1.15	6.11	6.48	0.19
3/2/2001	2.324	1.16	1.89	7.11	7.59	0.27
4/2/2001	3.097	1.27	2.30	7.53	8.05	0.31
5/2/2001	2.059	1.10	1.76	6.95	7.41	0.25
6/2/2001	2.138	1.14	1.78	6.97	7.43	0.26
7/2/2001	1.767	1.07	1.57	6.69	7.13	0.23
8/2/2001	1.720	1.04	1.56	6.68	7.11	0.23
9/2/2001	3.098	1.28	2.28	7.53	8.05	0.30

«continuación»

---

10/2/2001	3.543	1.34	2.48	7.58	8.12	0.33
11/2/2001	3.066	1.27	2.27	7.52	8.04	0.30
12/2/2001	3.570	1.35	2.50	7.59	8.13	0.33
13/2/2001	5.342	1.57	3.19	7.78	8.39	0.41
14/2/2001	3.742	1.36	2.58	7.61	8.16	0.34
15/2/2001	5.963	1.64	3.41	7.85	8.48	0.43
16/2/2001	8.271	1.84	4.19	8.07	8.77	0.52
17/2/2001	4.945	1.52	3.06	7.75	8.34	0.40
18/2/2001	4.277	1.45	2.78	7.67	8.24	0.36
19/2/2001	3.972	1.40	2.67	7.64	8.20	0.35
20/2/2001	3.599	1.35	2.51	7.59	8.13	0.33
21/2/2001	2.979	1.26	2.23	7.51	8.03	0.30
22/2/2001	2.698	1.20	2.11	7.39	7.90	0.29
23/2/2001	2.315	1.15	1.90	7.13	7.60	0.27
24/2/2001	5.038	1.53	3.09	7.76	8.35	0.40
25/2/2001	5.610	1.60	3.28	7.81	8.43	0.42
26/2/2001	3.835	1.38	2.61	7.62	8.17	0.34
27/2/2001	6.173	1.66	3.48	7.87	8.50	0.44
28/2/2001	8.348	1.86	4.18	8.07	8.76	0.52
1/3/2001	5.600	1.60	3.27	7.81	8.42	0.42
2/3/2001	6.964	1.74	3.75	7.94	8.60	0.47
3/3/2001	6.407	1.69	3.56	7.89	8.53	0.45
4/3/2001	5.407	1.58	3.21	7.79	8.40	0.41
5/3/2001	4.619	1.49	2.92	7.71	8.29	0.38
6/3/2001	4.206	1.44	2.75	7.66	8.23	0.36
7/3/2001	4.671	1.49	2.94	7.71	8.30	0.38
8/3/2001	3.932	1.40	2.65	7.63	8.19	0.35
9/3/2001	3.753	1.37	2.58	7.61	8.16	0.34
10/3/2001	3.283	1.31	2.37	7.55	8.08	0.31
11/3/2001	3.625	1.36	2.51	7.59	8.14	0.33
12/3/2001	4.062	1.41	2.71	7.65	8.21	0.35
13/3/2001	5.014	1.53	3.07	7.75	8.35	0.40
14/3/2001	4.892	1.52	3.03	7.74	8.33	0.39
15/3/2001	6.110	1.65	3.47	7.86	8.50	0.44
16/3/2001	8.728	1.89	4.31	8.10	8.81	0.53
17/3/2001	4.687	1.49	2.95	7.72	8.30	0.38
18/3/2001	6.097	1.65	3.45	7.86	8.49	0.44
19/3/2001	5.851	1.63	3.37	7.84	8.46	0.43
20/3/2001	5.132	1.55	3.12	7.76	8.36	0.40
21/3/2001	4.336	1.45	2.81	7.68	8.25	0.37
22/3/2001	3.427	1.32	2.44	7.57	8.11	0.32
23/3/2001	2.894	1.25	2.19	7.49	8.00	0.29
24/3/2001	2.601	1.19	2.06	7.33	7.82	0.28
25/3/2001	2.341	1.16	1.90	7.14	7.61	0.27
26/3/2001	2.027	1.11	1.72	6.90	7.36	0.25
27/3/2001	1.706	1.06	1.52	6.64	7.06	0.23
28/3/2001	1.597	1.02	1.48	6.58	7.00	0.23

---

«continuación»

---

29/3/2001	1.519	1.01	1.42	6.50	6.91	0.22
30/3/2001	1.483	1.00	1.40	6.46	6.87	0.22
31/3/2001	1.396	0.98	1.35	6.39	6.80	0.21
1/4/2001	1.278	0.96	1.26	6.27	6.66	0.20
2/4/2001	1.217	0.93	1.24	6.23	6.62	0.20
3/4/2001	1.211	0.93	1.24	6.24	6.62	0.20
4/4/2001	1.206	0.94	1.22	6.21	6.59	0.20
5/4/2001	1.187	0.93	1.21	6.19	6.57	0.20
6/4/2001	1.655	1.03	1.52	6.63	7.05	0.23
7/4/2001	1.920	1.09	1.66	6.83	7.27	0.24
8/4/2001	1.796	1.07	1.59	6.73	7.16	0.24
9/4/2001	1.783	1.07	1.57	6.70	7.13	0.23
10/4/2001	1.592	1.03	1.47	6.56	6.98	0.22
11/4/2001	1.986	1.10	1.70	6.88	7.33	0.25
12/4/2001	1.493	1.00	1.41	6.48	6.89	0.22
13/4/2001	1.593	1.04	1.46	6.54	6.96	0.22
14/4/2001	1.515	1.01	1.42	6.49	6.90	0.22
15/4/2001	1.283	0.95	1.28	6.29	6.68	0.20
16/4/2001	1.249	0.95	1.25	6.25	6.64	0.20
17/4/2001	1.263	0.94	1.27	6.28	6.67	0.20
18/4/2001	1.183	0.93	1.21	6.20	6.58	0.20
19/4/2001	1.140	0.92	1.17	6.15	6.52	0.19
20/4/2001	1.117	0.90	1.18	6.15	6.52	0.19
21/4/2001	1.043	0.89	1.11	6.05	6.41	0.18
22/4/2001	1.036	0.89	1.10	6.04	6.40	0.18
23/4/2001	0.947	0.85	1.06	5.98	6.34	0.18
24/4/2001	0.896	0.85	1.00	5.89	6.24	0.17
25/4/2001	0.880	0.84	0.99	5.87	6.22	0.17
26/4/2001	0.847	0.83	0.97	5.84	6.19	0.17
27/4/2001	0.854	0.83	0.98	5.85	6.20	0.17
28/4/2001	0.810	0.82	0.94	5.79	6.12	0.16
29/4/2001	0.774	0.79	0.93	5.77	6.11	0.16
30/4/2001	0.756	0.80	0.90	5.73	6.07	0.16
1/5/2001	0.719	0.77	0.88	5.71	6.04	0.16
2/5/2001	0.709	0.77	0.87	5.68	6.01	0.15
3/5/2001	0.702	0.78	0.86	5.67	5.99	0.15
4/5/2001	0.678	0.77	0.84	5.63	5.96	0.15
5/5/2001	0.706	0.79	0.85	5.65	5.97	0.15
6/5/2001	0.694	0.78	0.85	5.65	5.98	0.15
7/5/2001	0.648	0.76	0.81	5.59	5.91	0.15
8/5/2001	0.618	0.76	0.77	5.53	5.84	0.14
9/5/2001	0.612	0.74	0.79	5.56	5.87	0.14
10/5/2001	0.602	0.72	0.80	5.57	5.88	0.14
11/5/2001	0.598	0.73	0.78	5.53	5.85	0.14
12/5/2001	0.609	0.74	0.78	5.54	5.86	0.14
13/5/2001	0.623	0.74	0.80	5.57	5.89	0.14
14/5/2001	0.644	0.75	0.81	5.59	5.91	0.15

---

«continuación»

15/5/2001	0.651	0.76	0.82	5.60	5.92	0.15
16/5/2001	0.614	0.74	0.79	5.56	5.88	0.14
17/5/2001	0.607	0.73	0.79	5.55	5.87	0.14
18/5/2001	0.604	0.74	0.77	5.53	5.84	0.14
19/5/2001	0.603	0.73	0.78	5.54	5.85	0.14
20/5/2001	0.604	0.74	0.77	5.53	5.84	0.14
21/5/2001	0.577	0.72	0.76	5.51	5.82	0.14
22/5/2001	0.558	0.72	0.74	5.47	5.78	0.14
23/5/2001	0.552	0.71	0.74	5.48	5.78	0.14
24/5/2001	0.545	0.73	0.71	5.43	5.73	0.13
25/5/2001	0.532	0.69	0.73	5.46	5.76	0.13
26/5/2001	0.537	0.68	0.75	5.49	5.79	0.14
27/5/2001	0.541	0.69	0.75	5.49	5.80	0.14
28/5/2001	0.545	0.73	0.71	5.43	5.73	0.13
29/5/2001	0.537	0.68	0.75	5.49	5.79	0.14
30/5/2001	0.540	0.73	0.71	5.42	5.72	0.13
31/5/2001	0.534	0.69	0.74	5.47	5.78	0.13

Fuente: Elaboración propia, 2016.

<b>Parámetros Hidráulicos obtenidos del Modelamiento con Hec-Ras</b>						
<b>Fecha</b>	<b>Caudal promedio</b>	<b>Velocidad media</b>	<b>Área mojada</b>	<b>Perímetro mojado</b>	<b>Ancho de espejo</b>	<b>Radio hidráulico</b>
	Q	V	A	P	T	R
	(m <sup>3</sup> /seg)	(m/seg)	(m <sup>2</sup> )	(m)	(m)	(m)
1/1/2002	0.398	0.65	0.58	5.21	5.48	0.11
2/1/2002	0.398	0.65	0.58	5.21	5.48	0.11
3/1/2002	0.393	0.61	0.61	5.26	5.54	0.12
4/1/2002	0.378	0.62	0.59	5.21	5.49	0.11
5/1/2002	0.373	0.62	0.58	5.20	5.48	0.11
6/1/2002	0.374	0.62	0.57	5.19	5.47	0.11
7/1/2002	0.371	0.63	0.56	5.17	5.44	0.11
8/1/2002	0.376	0.62	0.58	5.21	5.49	0.11
9/1/2002	0.383	0.64	0.57	5.19	5.46	0.11
10/1/2002	0.388	0.62	0.60	5.23	5.51	0.11
11/1/2002	0.407	0.61	0.63	5.29	5.58	0.12
12/1/2002	0.420	0.66	0.61	5.26	5.54	0.12
13/1/2002	0.406	0.63	0.61	5.26	5.55	0.12
14/1/2002	0.411	0.65	0.61	5.25	5.53	0.12
15/1/2002	0.415	0.64	0.61	5.26	5.55	0.12
16/1/2002	0.413	0.66	0.59	5.22	5.51	0.11
17/1/2002	0.415	0.64	0.61	5.26	5.55	0.12
18/1/2002	0.414	0.66	0.60	5.24	5.52	0.11
19/1/2002	0.411	0.65	0.61	5.25	5.53	0.12
20/1/2002	0.408	0.63	0.61	5.26	5.55	0.12
21/1/2002	0.407	0.61	0.63	5.29	5.58	0.12

«continuación»

---

22/1/2002	0.451	0.66	0.65	5.32	5.61	0.12
23/1/2002	0.471	0.69	0.65	5.32	5.61	0.12
24/1/2002	0.471	0.69	0.65	5.32	5.61	0.12
25/1/2002	0.473	0.67	0.67	5.36	5.65	0.13
26/1/2002	0.477	0.68	0.67	5.35	5.64	0.12
27/1/2002	0.494	0.67	0.71	5.42	5.72	0.13
28/1/2002	0.499	0.68	0.70	5.41	5.71	0.13
29/1/2002	1.389	0.97	1.36	6.41	6.81	0.21
30/1/2002	2.521	1.19	2.00	7.25	7.74	0.28
31/1/2002	1.196	0.93	1.21	6.20	6.58	0.20
1/2/2002	1.060	0.90	1.12	6.06	6.43	0.18
2/2/2002	1.427	0.99	1.36	6.42	6.82	0.21
3/2/2002	3.418	1.33	2.43	7.57	8.10	0.32
4/2/2002	3.323	1.31	2.39	7.56	8.09	0.32
5/2/2002	2.771	1.22	2.14	7.42	7.93	0.29
6/2/2002	1.497	1.00	1.41	6.49	6.90	0.22
7/2/2002	1.360	0.97	1.33	6.37	6.77	0.21
8/2/2002	0.869	0.83	0.99	5.87	6.22	0.17
9/2/2002	0.631	0.73	0.82	5.60	5.92	0.15
10/2/2002	1.641	1.03	1.50	6.61	7.03	0.23
11/2/2002	2.948	1.24	2.23	7.51	8.03	0.30
12/2/2002	3.183	1.29	2.32	7.54	8.06	0.31
13/2/2002	2.191	1.14	1.82	7.03	7.49	0.26
14/2/2002	2.221	1.14	1.84	7.05	7.52	0.26
15/2/2002	2.449	1.18	1.96	7.20	7.69	0.27
16/2/2002	1.706	1.06	1.52	6.64	7.06	0.23
17/2/2002	2.172	1.14	1.81	7.01	7.48	0.26
18/2/2002	1.781	1.06	1.59	6.72	7.16	0.24
19/2/2002	1.237	0.94	1.25	6.25	6.64	0.20
20/2/2002	0.977	0.87	1.07	5.98	6.34	0.18
21/2/2002	0.753	0.79	0.91	5.74	6.08	0.16
22/2/2002	0.610	0.73	0.79	5.56	5.87	0.14
23/2/2002	0.688	0.78	0.84	5.64	5.96	0.15
24/2/2002	1.814	1.07	1.60	6.74	7.18	0.24
25/2/2002	1.394	0.98	1.35	6.39	6.80	0.21
26/2/2002	0.990	0.88	1.07	5.99	6.35	0.18
27/2/2002	0.995	0.88	1.08	6.00	6.37	0.18
28/2/2002	1.128	0.92	1.17	6.13	6.51	0.19
1/3/2002	1.190	0.94	1.20	6.18	6.56	0.19
2/3/2002	1.223	0.94	1.23	6.23	6.61	0.20
3/3/2002	1.444	0.99	1.37	6.43	6.84	0.21
4/3/2002	3.964	1.40	2.66	7.63	8.19	0.35
5/3/2002	2.072	1.11	1.76	6.95	7.41	0.25
6/3/2002	2.141	1.12	1.81	7.01	7.48	0.26
7/3/2002	2.015	1.11	1.72	6.89	7.34	0.25
8/3/2002	3.670	1.36	2.54	7.60	8.14	0.33
9/3/2002	3.870	1.38	2.63	7.63	8.18	0.34

---

«continuación»

---

10/3/2002	3.523	1.34	2.48	7.58	8.12	0.33
11/3/2002	2.665	1.21	2.08	7.35	7.85	0.28
12/3/2002	2.535	1.20	2.00	7.26	7.74	0.28
13/3/2002	4.470	1.46	2.87	7.69	8.27	0.37
14/3/2002	3.603	1.35	2.51	7.59	8.13	0.33
15/3/2002	3.945	1.39	2.66	7.64	8.19	0.35
16/3/2002	3.475	1.32	2.47	7.58	8.12	0.33
17/3/2002	2.644	1.21	2.06	7.33	7.83	0.28
18/3/2002	2.119	1.12	1.78	6.98	7.44	0.26
19/3/2002	1.727	1.04	1.57	6.69	7.13	0.23
20/3/2002	1.704	1.04	1.56	6.68	7.11	0.23
21/3/2002	4.671	1.49	2.94	7.71	8.30	0.38
22/3/2002	3.201	1.29	2.34	7.54	8.07	0.31
23/3/2002	2.767	1.23	2.12	7.41	7.91	0.29
24/3/2002	2.389	1.17	1.93	7.16	7.64	0.27
25/3/2002	2.045	1.11	1.74	6.92	7.38	0.25
26/3/2002	1.621	1.03	1.49	6.59	7.01	0.23
27/3/2002	1.399	0.98	1.35	6.40	6.80	0.21
28/3/2002	1.550	1.02	1.44	6.52	6.94	0.22
29/3/2002	1.596	1.03	1.47	6.57	6.98	0.22
30/3/2002	1.276	0.95	1.27	6.28	6.67	0.20
31/3/2002	1.774	1.06	1.59	6.72	7.16	0.24
1/4/2002	1.499	1.00	1.42	6.49	6.90	0.22
2/4/2002	1.204	0.92	1.24	6.24	6.62	0.20
3/4/2002	1.365	0.97	1.33	6.37	6.77	0.21
4/4/2002	1.262	0.95	1.25	6.26	6.65	0.20
5/4/2002	1.581	1.02	1.46	6.55	6.97	0.22
6/4/2002	1.669	1.03	1.53	6.64	7.07	0.23
7/4/2002	1.501	1.01	1.41	6.47	6.88	0.22
8/4/2002	1.197	0.93	1.22	6.22	6.60	0.20
9/4/2002	1.141	0.92	1.18	6.16	6.53	0.19
10/4/2002	1.045	0.89	1.12	6.06	6.42	0.18
11/4/2002	0.998	0.88	1.08	6.00	6.37	0.18
12/4/2002	0.979	0.87	1.07	6.00	6.36	0.18
13/4/2002	0.929	0.86	1.03	5.93	6.29	0.17
14/4/2002	1.074	0.89	1.15	6.10	6.47	0.19
15/4/2002	1.164	0.92	1.20	6.19	6.57	0.19
16/4/2002	1.074	0.89	1.15	6.10	6.47	0.19
17/4/2002	0.950	0.85	1.06	5.97	6.33	0.18
18/4/2002	0.881	0.83	1.01	5.89	6.24	0.17
19/4/2002	0.791	0.81	0.93	5.78	6.12	0.16
20/4/2002	0.745	0.79	0.89	5.72	6.05	0.16
21/4/2002	0.739	0.81	0.87	5.68	6.01	0.15
22/4/2002	0.858	0.84	0.97	5.84	6.18	0.17
23/4/2002	1.001	0.87	1.09	6.02	6.38	0.18
24/4/2002	0.826	0.82	0.95	5.81	6.15	0.16
25/4/2002	0.803	0.80	0.95	5.81	6.15	0.16

---



«continuación»

---

26/4/2002	0.723	0.77	0.89	5.71	6.04	0.16
27/4/2002	0.661	0.76	0.82	5.61	5.93	0.15
28/4/2002	0.675	0.76	0.85	5.65	5.97	0.15
29/4/2002	0.652	0.75	0.83	5.61	5.93	0.15
30/4/2002	0.649	0.73	0.84	5.64	5.96	0.15
1/5/2002	0.640	0.74	0.83	5.61	5.94	0.15
2/5/2002	0.641	0.75	0.81	5.59	5.91	0.15
3/5/2002	0.643	0.74	0.83	5.61	5.94	0.15
4/5/2002	0.649	0.73	0.84	5.64	5.96	0.15
5/5/2002	0.627	0.74	0.81	5.58	5.90	0.14
6/5/2002	0.623	0.74	0.80	5.57	5.89	0.14
7/5/2002	0.615	0.74	0.79	5.55	5.87	0.14
8/5/2002	0.610	0.73	0.79	5.56	5.87	0.14
9/5/2002	0.588	0.73	0.76	5.51	5.82	0.14
10/5/2002	0.587	0.73	0.76	5.51	5.82	0.14
11/5/2002	0.600	0.71	0.81	5.58	5.90	0.14
12/5/2002	0.609	0.74	0.78	5.54	5.86	0.14
13/5/2002	0.590	0.73	0.77	5.52	5.83	0.14
14/5/2002	0.591	0.73	0.77	5.53	5.84	0.14
15/5/2002	0.599	0.73	0.78	5.54	5.85	0.14
16/5/2002	0.587	0.73	0.76	5.51	5.82	0.14
17/5/2002	0.582	0.74	0.75	5.49	5.80	0.14
18/5/2002	0.580	0.72	0.76	5.51	5.82	0.14
19/5/2002	0.577	0.72	0.76	5.51	5.82	0.14
20/5/2002	0.568	0.73	0.74	5.47	5.78	0.14
21/5/2002	0.559	0.71	0.75	5.50	5.81	0.14
22/5/2002	0.552	0.71	0.74	5.48	5.78	0.14
23/5/2002	0.567	0.71	0.76	5.50	5.81	0.14
24/5/2002	0.603	0.73	0.78	5.54	5.85	0.14
25/5/2002	0.561	0.72	0.74	5.48	5.79	0.14
26/5/2002	0.565	0.70	0.77	5.52	5.84	0.14
27/5/2002	0.551	0.72	0.73	5.46	5.77	0.13
28/5/2002	0.549	0.73	0.71	5.43	5.73	0.13
29/5/2002	0.550	0.71	0.74	5.47	5.78	0.14
30/5/2002	0.557	0.72	0.74	5.47	5.78	0.13
31/5/2002	0.539	0.70	0.73	5.46	5.77	0.13

---

Fuente: Elaboración propia, 2016.

**Parámetros Hidráulicos obtenidos del Modelamiento con Hec-Ras**

<b>Fecha</b>	<b>Caudal promedio</b>	<b>Velocidad media</b>	<b>Área mojada</b>	<b>Perímetro mojado</b>	<b>Ancho de espejo</b>	<b>Radio hidráulico</b>
	Q	V	A	P	T	R
	(m <sup>3</sup> /seg)	(m/seg)	(m <sup>2</sup> )	(m)	(m)	(m)
1/1/2003	0.630	0.75	0.80	5.58	5.89	0.14
2/1/2003	0.567	0.71	0.76	5.50	5.81	0.14
3/1/2003	0.519	0.69	0.72	5.44	5.74	0.13
4/1/2003	0.494	0.67	0.71	5.42	5.72	0.13
5/1/2003	0.478	0.69	0.66	5.33	5.63	0.12
6/1/2003	0.460	0.68	0.64	5.31	5.60	0.12
7/1/2003	0.463	0.67	0.66	5.34	5.63	0.12
8/1/2003	0.475	0.66	0.68	5.38	5.67	0.13
9/1/2003	0.458	0.66	0.66	5.33	5.63	0.12
10/1/2003	0.476	0.65	0.70	5.40	5.70	0.13
11/1/2003	0.520	0.69	0.72	5.44	5.75	0.13
12/1/2003	0.503	0.69	0.70	5.40	5.70	0.13
13/1/2003	0.487	0.66	0.70	5.41	5.71	0.13
14/1/2003	0.479	0.67	0.68	5.38	5.68	0.13
15/1/2003	0.475	0.66	0.68	5.38	5.67	0.13
16/1/2003	0.528	0.70	0.72	5.44	5.74	0.13
17/1/2003	0.640	0.74	0.83	5.61	5.94	0.15
18/1/2003	0.677	0.77	0.84	5.64	5.96	0.15
19/1/2003	0.658	0.75	0.83	5.62	5.95	0.15
20/1/2003	0.652	0.75	0.83	5.61	5.93	0.15
21/1/2003	0.619	0.74	0.79	5.56	5.88	0.14
22/1/2003	0.566	0.72	0.75	5.49	5.80	0.14
23/1/2003	0.503	0.69	0.70	5.40	5.70	0.13
24/1/2003	0.483	0.68	0.68	5.37	5.67	0.13
25/1/2003	0.494	0.67	0.71	5.42	5.72	0.13
26/1/2003	0.441	0.66	0.64	5.30	5.59	0.12
27/1/2003	0.423	0.65	0.62	5.28	5.57	0.12
28/1/2003	0.428	0.66	0.62	5.26	5.55	0.12
29/1/2003	0.435	0.66	0.63	5.29	5.58	0.12
30/1/2003	0.418	0.65	0.62	5.27	5.55	0.12
31/1/2003	0.672	0.76	0.84	5.63	5.95	0.15
1/2/2003	0.598	0.73	0.78	5.53	5.85	0.14
2/2/2003	0.747	0.79	0.90	5.73	6.06	0.16
3/2/2003	0.668	0.78	0.82	5.60	5.92	0.15
4/2/2003	1.229	0.94	1.24	6.25	6.63	0.20
5/2/2003	0.744	0.77	0.92	5.76	6.10	0.16
6/2/2003	0.623	0.74	0.80	5.57	5.89	0.14
7/2/2003	0.580	0.72	0.76	5.51	5.82	0.14
8/2/2003	0.558	0.72	0.74	5.47	5.78	0.14
9/2/2003	0.543	0.70	0.74	5.46	5.77	0.13
10/2/2003	0.569	0.71	0.77	5.52	5.83	0.14
11/2/2003	0.658	0.75	0.83	5.62	5.95	0.15

«continuación»

---

12/2/2003	0.609	0.74	0.78	5.54	5.86	0.14
13/2/2003	0.689	0.77	0.85	5.65	5.98	0.15
14/2/2003	0.642	0.75	0.81	5.59	5.91	0.15
15/2/2003	0.607	0.73	0.79	5.55	5.87	0.14
16/2/2003	0.664	0.76	0.83	5.62	5.95	0.15
17/2/2003	0.669	0.76	0.84	5.64	5.96	0.15
18/2/2003	0.675	0.76	0.85	5.65	5.97	0.15
19/2/2003	0.843	0.82	0.98	5.85	6.20	0.17
20/2/2003	0.683	0.77	0.85	5.65	5.97	0.15
21/2/2003	0.582	0.74	0.75	5.49	5.80	0.14
22/2/2003	0.561	0.72	0.74	5.48	5.79	0.14
23/2/2003	0.574	0.74	0.74	5.47	5.77	0.13
24/2/2003	0.820	0.82	0.95	5.81	6.15	0.16
25/2/2003	0.832	0.83	0.95	5.81	6.16	0.16
26/2/2003	1.004	0.87	1.09	6.03	6.39	0.18
27/2/2003	0.941	0.85	1.05	5.96	6.32	0.18
28/2/2003	0.837	0.82	0.97	5.84	6.18	0.17
1/3/2003	0.744	0.77	0.92	5.76	6.10	0.16
2/3/2003	0.661	0.76	0.82	5.61	5.93	0.15
3/3/2003	0.602	0.72	0.80	5.57	5.88	0.14
4/3/2003	0.606	0.74	0.78	5.54	5.85	0.14
5/3/2003	0.551	0.72	0.73	5.46	5.77	0.13
6/3/2003	0.529	0.72	0.70	5.41	5.71	0.13
7/3/2003	0.518	0.68	0.73	5.46	5.76	0.13
8/3/2003	0.505	0.68	0.71	5.42	5.72	0.13
9/3/2003	0.493	0.68	0.69	5.38	5.68	0.13
10/3/2003	0.487	0.66	0.70	5.41	5.71	0.13
11/3/2003	0.482	0.66	0.69	5.40	5.69	0.13
12/3/2003	0.480	0.66	0.70	5.40	5.70	0.13
13/3/2003	0.489	0.69	0.68	5.37	5.67	0.13
14/3/2003	0.500	0.69	0.69	5.40	5.70	0.13
15/3/2003	0.484	0.68	0.67	5.36	5.66	0.13
16/3/2003	0.477	0.68	0.67	5.35	5.64	0.12
17/3/2003	0.709	0.77	0.87	5.68	6.01	0.15
18/3/2003	0.837	0.82	0.97	5.84	6.18	0.17
19/3/2003	0.837	0.82	0.97	5.84	6.18	0.17
20/3/2003	0.855	0.83	0.98	5.86	6.20	0.17
21/3/2003	1.836	1.07	1.62	6.77	7.21	0.24
22/3/2003	1.531	1.01	1.43	6.51	6.93	0.22
23/3/2003	1.587	1.02	1.47	6.57	6.98	0.22
24/3/2003	1.259	0.95	1.26	6.27	6.66	0.20
25/3/2003	0.962	0.87	1.05	5.97	6.32	0.18
26/3/2003	0.924	0.86	1.03	5.92	6.28	0.17
27/3/2003	0.906	0.85	1.01	5.91	6.26	0.17
28/3/2003	0.940	0.86	1.04	5.94	6.30	0.17
29/3/2003	0.890	0.85	0.99	5.87	6.22	0.17
30/3/2003	0.923	0.85	1.04	5.94	6.30	0.17

---

«continuación»

---

31/3/2003	0.887	0.84	1.01	5.89	6.24	0.17
1/4/2003	0.871	0.84	0.98	5.86	6.21	0.17
2/4/2003	0.832	0.83	0.95	5.81	6.16	0.16
3/4/2003	0.806	0.81	0.94	5.80	6.14	0.16
4/4/2003	0.819	0.81	0.96	5.83	6.17	0.17
5/4/2003	0.738	0.78	0.90	5.72	6.06	0.16
6/4/2003	0.653	0.75	0.83	5.61	5.94	0.15
7/4/2003	0.625	0.74	0.80	5.57	5.89	0.14
8/4/2003	0.594	0.72	0.79	5.55	5.87	0.14
9/4/2003	0.564	0.72	0.75	5.49	5.79	0.14
10/4/2003	0.546	0.72	0.72	5.44	5.74	0.13
11/4/2003	0.536	0.72	0.71	5.42	5.73	0.13
12/4/2003	0.531	0.68	0.75	5.48	5.79	0.14
13/4/2003	0.517	0.71	0.70	5.40	5.70	0.13
14/4/2003	0.521	0.70	0.71	5.43	5.73	0.13
15/4/2003	0.513	0.69	0.71	5.43	5.73	0.13
16/4/2003	0.504	0.70	0.68	5.38	5.67	0.13
17/4/2003	0.498	0.68	0.69	5.40	5.70	0.13
18/4/2003	0.485	0.70	0.66	5.34	5.63	0.12
19/4/2003	0.488	0.68	0.68	5.38	5.67	0.13
20/4/2003	0.482	0.66	0.69	5.40	5.69	0.13
21/4/2003	0.482	0.66	0.69	5.40	5.69	0.13
22/4/2003	0.482	0.66	0.69	5.40	5.69	0.13
23/4/2003	0.490	0.68	0.68	5.38	5.68	0.13
24/4/2003	0.504	0.70	0.68	5.38	5.67	0.13
25/4/2003	0.508	0.70	0.69	5.38	5.68	0.13
26/4/2003	0.489	0.69	0.68	5.37	5.67	0.13
27/4/2003	0.482	0.66	0.69	5.40	5.69	0.13
28/4/2003	0.473	0.67	0.67	5.36	5.65	0.13
29/4/2003	0.466	0.65	0.68	5.38	5.67	0.13
30/4/2003	0.471	0.69	0.65	5.32	5.61	0.12
1/5/2003	0.450	0.68	0.63	5.28	5.57	0.12
2/5/2003	0.442	0.66	0.64	5.30	5.59	0.12
3/5/2003	0.440	0.67	0.63	5.29	5.57	0.12
4/5/2003	0.430	0.66	0.62	5.27	5.55	0.12
5/5/2003	0.432	0.64	0.64	5.31	5.60	0.12
6/5/2003	0.430	0.66	0.62	5.27	5.55	0.12
7/5/2003	0.435	0.66	0.63	5.29	5.58	0.12
8/5/2003	0.434	0.65	0.63	5.29	5.58	0.12
9/5/2003	0.432	0.64	0.64	5.31	5.60	0.12
10/5/2003	0.453	0.66	0.66	5.34	5.63	0.12
11/5/2003	0.466	0.65	0.68	5.38	5.67	0.13
12/5/2003	0.467	0.67	0.66	5.34	5.64	0.12
13/5/2003	0.458	0.66	0.66	5.33	5.63	0.12
14/5/2003	0.480	0.66	0.70	5.40	5.70	0.13
15/5/2003	0.471	0.69	0.65	5.32	5.61	0.12
16/5/2003	0.459	0.66	0.66	5.34	5.63	0.12

---

«continuación»

17/5/2003	0.489	0.69	0.68	5.37	5.67	0.13
18/5/2003	0.500	0.69	0.69	5.40	5.70	0.13
19/5/2003	0.516	0.70	0.71	5.42	5.72	0.13
20/5/2003	0.490	0.68	0.68	5.38	5.68	0.13
21/5/2003	0.460	0.68	0.64	5.31	5.60	0.12
22/5/2003	0.440	0.67	0.63	5.29	5.57	0.12
23/5/2003	0.431	0.65	0.63	5.29	5.58	0.12
24/5/2003	0.433	0.67	0.62	5.27	5.56	0.12
25/5/2003	0.440	0.67	0.63	5.29	5.57	0.12
26/5/2003	0.460	0.68	0.64	5.31	5.60	0.12
27/5/2003	0.436	0.65	0.64	5.30	5.59	0.12
28/5/2003	0.428	0.66	0.62	5.26	5.55	0.12
29/5/2003	0.432	0.64	0.64	5.31	5.60	0.12
30/5/2003	0.431	0.65	0.63	5.29	5.58	0.12
31/5/2003	0.432	0.64	0.64	5.31	5.60	0.12

Fuente: Elaboración propia, 2016.

**Parámetros Hidráulicos obtenidos del Modelamiento con Hec-Ras**

<b>Fecha</b>	<b>Caudal promedio</b>	<b>Velocidad media</b>	<b>Área mojada</b>	<b>Perímetro mojado</b>	<b>Ancho de espejo</b>	<b>Radio hidráulico</b>
	Q	V	A	P	T	R
	(m <sup>3</sup> /seg)	(m/seg)	(m <sup>2</sup> )	(m)	(m)	(m)
1/1/2004	0.422	0.67	0.60	5.24	5.53	0.12
2/1/2004	0.410	0.67	0.59	5.22	5.50	0.11
3/1/2004	0.408	0.63	0.61	5.26	5.55	0.12
4/1/2004	0.425	0.63	0.64	5.31	5.60	0.12
5/1/2004	0.481	0.68	0.68	5.37	5.67	0.13
6/1/2004	0.820	0.82	0.95	5.81	6.15	0.16
7/1/2004	0.543	0.70	0.74	5.46	5.77	0.13
8/1/2004	0.584	0.75	0.74	5.48	5.79	0.14
9/1/2004	0.490	0.68	0.68	5.38	5.68	0.13
10/1/2004	0.485	0.70	0.66	5.34	5.63	0.12
11/1/2004	0.598	0.73	0.78	5.53	5.85	0.14
12/1/2004	1.993	1.10	1.72	6.90	7.35	0.25
13/1/2004	1.137	0.91	1.18	6.16	6.54	0.19
14/1/2004	0.797	0.82	0.92	5.77	6.10	0.16
15/1/2004	0.669	0.76	0.84	5.64	5.96	0.15
16/1/2004	0.622	0.75	0.79	5.56	5.87	0.14
17/1/2004	0.585	0.73	0.76	5.50	5.82	0.14
18/1/2004	0.540	0.73	0.71	5.42	5.72	0.13
19/1/2004	0.486	0.68	0.68	5.37	5.67	0.13
20/1/2004	0.456	0.66	0.66	5.33	5.63	0.12
21/1/2004	0.443	0.66	0.64	5.30	5.59	0.12
22/1/2004	0.456	0.66	0.66	5.33	5.63	0.12
23/1/2004	0.499	0.68	0.70	5.41	5.71	0.13

«continuación»

---

24/1/2004	0.506	0.68	0.71	5.42	5.72	0.13
25/1/2004	0.527	0.69	0.72	5.45	5.75	0.13
26/1/2004	0.601	0.73	0.78	5.54	5.85	0.14
27/1/2004	0.845	0.83	0.97	5.83	6.17	0.17
28/1/2004	0.836	0.82	0.97	5.84	6.18	0.17
29/1/2004	0.879	0.84	1.00	5.88	6.23	0.17
30/1/2004	0.806	0.81	0.94	5.80	6.14	0.16
31/1/2004	0.796	0.80	0.94	5.80	6.14	0.16
1/2/2004	0.695	0.77	0.86	5.67	5.99	0.15
2/2/2004	0.682	0.76	0.86	5.66	5.99	0.15
3/2/2004	0.910	0.86	1.01	5.90	6.25	0.17
4/2/2004	0.906	0.85	1.01	5.91	6.26	0.17
5/2/2004	1.350	0.97	1.32	6.35	6.75	0.21
6/2/2004	2.249	1.15	1.85	7.06	7.53	0.26
7/2/2004	3.373	1.32	2.41	7.56	8.09	0.32
8/2/2004	3.128	1.28	2.30	7.53	8.05	0.31
9/2/2004	2.962	1.26	2.22	7.51	8.02	0.30
10/2/2004	3.725	1.36	2.57	7.61	8.16	0.34
11/2/2004	5.473	1.58	3.25	7.80	8.42	0.42
12/2/2004	3.708	1.36	2.56	7.60	8.15	0.34
13/2/2004	2.527	1.19	2.00	7.26	7.75	0.28
14/2/2004	1.891	1.08	1.65	6.81	7.26	0.24
15/2/2004	1.533	1.01	1.43	6.51	6.92	0.22
16/2/2004	1.339	0.97	1.31	6.34	6.74	0.21
17/2/2004	1.197	0.93	1.22	6.22	6.60	0.20
18/2/2004	1.066	0.89	1.14	6.10	6.47	0.19
19/2/2004	1.046	0.89	1.12	6.06	6.42	0.18
20/2/2004	0.975	0.87	1.06	5.98	6.34	0.18
21/2/2004	0.867	0.83	0.99	5.87	6.22	0.17
22/2/2004	0.776	0.80	0.93	5.77	6.11	0.16
23/2/2004	0.746	0.80	0.89	5.71	6.04	0.16
24/2/2004	0.699	0.78	0.86	5.66	5.99	0.15
25/2/2004	0.678	0.77	0.84	5.63	5.96	0.15
26/2/2004	0.700	0.78	0.85	5.65	5.98	0.15
27/2/2004	0.717	0.78	0.88	5.69	6.02	0.15
28/2/2004	0.669	0.76	0.84	5.64	5.96	0.15
29/2/2004	0.618	0.76	0.77	5.53	5.84	0.14
1/3/2004	0.587	0.73	0.76	5.51	5.82	0.14
2/3/2004	0.550	0.71	0.74	5.47	5.78	0.14
3/3/2004	0.494	0.67	0.71	5.42	5.72	0.13
4/3/2004	0.486	0.68	0.68	5.37	5.67	0.13
5/3/2004	0.475	0.66	0.68	5.38	5.67	0.13
6/3/2004	0.501	0.67	0.71	5.42	5.72	0.13
7/3/2004	0.520	0.69	0.72	5.44	5.75	0.13
8/3/2004	0.580	0.72	0.76	5.51	5.82	0.14
9/3/2004	0.641	0.75	0.81	5.59	5.91	0.15
10/3/2004	0.900	0.84	1.01	5.91	6.26	0.17

---

«continuación»

---

11/3/2004	0.940	0.86	1.04	5.94	6.30	0.17
12/3/2004	0.774	0.79	0.93	5.77	6.11	0.16
13/3/2004	0.628	0.74	0.80	5.57	5.89	0.14
14/3/2004	0.604	0.74	0.77	5.53	5.84	0.14
15/3/2004	0.641	0.75	0.81	5.59	5.91	0.15
16/3/2004	0.791	0.81	0.93	5.78	6.12	0.16
17/3/2004	0.900	0.84	1.01	5.91	6.26	0.17
18/3/2004	0.700	0.78	0.85	5.65	5.98	0.15
19/3/2004	0.561	0.72	0.74	5.48	5.79	0.14
20/3/2004	0.639	0.75	0.81	5.58	5.90	0.14
21/3/2004	0.757	0.80	0.90	5.74	6.07	0.16
22/3/2004	0.664	0.76	0.83	5.62	5.95	0.15
23/3/2004	0.668	0.78	0.82	5.60	5.92	0.15
24/3/2004	0.829	0.83	0.95	5.81	6.15	0.16
25/3/2004	1.085	0.89	1.15	6.11	6.48	0.19
26/3/2004	0.832	0.83	0.95	5.81	6.16	0.16
27/3/2004	0.700	0.78	0.85	5.65	5.98	0.15
28/3/2004	0.632	0.75	0.80	5.58	5.89	0.14
29/3/2004	0.607	0.73	0.79	5.55	5.87	0.14
30/3/2004	0.738	0.78	0.90	5.72	6.06	0.16
31/3/2004	0.918	0.86	1.01	5.90	6.25	0.17
1/4/2004	0.641	0.75	0.81	5.59	5.91	0.15
2/4/2004	0.676	0.77	0.84	5.63	5.96	0.15
3/4/2004	0.680	0.78	0.83	5.62	5.94	0.15
4/4/2004	0.876	0.83	1.00	5.88	6.23	0.17
5/4/2004	0.743	0.79	0.89	5.72	6.05	0.16
6/4/2004	0.588	0.73	0.76	5.51	5.82	0.14
7/4/2004	0.524	0.67	0.74	5.48	5.79	0.14
8/4/2004	0.519	0.69	0.72	5.44	5.74	0.13
9/4/2004	0.511	0.70	0.69	5.39	5.69	0.13
10/4/2004	0.495	0.69	0.69	5.38	5.68	0.13
11/4/2004	0.487	0.66	0.70	5.41	5.71	0.13
12/4/2004	0.454	0.67	0.65	5.32	5.61	0.12
13/4/2004	0.446	0.67	0.64	5.30	5.59	0.12
14/4/2004	0.451	0.66	0.65	5.32	5.61	0.12
15/4/2004	0.460	0.68	0.64	5.31	5.60	0.12
16/4/2004	0.463	0.67	0.66	5.34	5.63	0.12
17/4/2004	0.469	0.65	0.69	5.38	5.68	0.13
18/4/2004	0.464	0.66	0.67	5.36	5.65	0.13
19/4/2004	0.443	0.66	0.64	5.30	5.59	0.12
20/4/2004	0.447	0.65	0.65	5.33	5.62	0.12
21/4/2004	0.435	0.66	0.63	5.29	5.58	0.12
22/4/2004	0.434	0.65	0.63	5.29	5.58	0.12
23/4/2004	0.434	0.65	0.63	5.29	5.58	0.12
24/4/2004	0.430	0.66	0.62	5.27	5.55	0.12
25/4/2004	0.434	0.65	0.63	5.29	5.58	0.12
26/4/2004	0.438	0.65	0.64	5.30	5.59	0.12

---

«continuación»

27/4/2004	0.453	0.66	0.66	5.34	5.63	0.12
28/4/2004	0.439	0.66	0.63	5.29	5.58	0.12
29/4/2004	0.428	0.66	0.62	5.26	5.55	0.12
30/4/2004	0.426	0.63	0.64	5.31	5.60	0.12

Fuente: Elaboración propia, 2016.

**Parámetros Hidráulicos obtenidos del Modelamiento con Hec-Ras**

<b>Fecha</b>	<b>Caudal promedio</b>	<b>Velocidad media</b>	<b>Área mojada</b>	<b>Perímetro mojado</b>	<b>Ancho de espejo</b>	<b>Radio hidráulico</b>
	Q	V	A	P	T	R
	(m <sup>3</sup> /seg)	(m/seg)	(m <sup>2</sup> )	(m)	(m)	(m)
1/1/2005	0.496	0.68	0.69	5.39	5.69	0.13
2/1/2005	0.416	0.65	0.61	5.26	5.55	0.12
3/1/2005	0.553	0.72	0.73	5.46	5.77	0.13
4/1/2005	0.483	0.68	0.68	5.37	5.67	0.13
5/1/2005	0.393	0.61	0.61	5.26	5.54	0.12
6/1/2005	0.463	0.67	0.66	5.34	5.63	0.12
7/1/2005	0.556	0.70	0.75	5.49	5.80	0.14
8/1/2005	1.401	0.97	1.36	6.42	6.82	0.21
9/1/2005	2.251	1.15	1.86	7.07	7.54	0.26
10/1/2005	2.636	1.20	2.08	7.35	7.85	0.28
11/1/2005	0.571	0.72	0.76	5.50	5.81	0.14
12/1/2005	0.868	0.84	0.98	5.86	6.21	0.17
13/1/2005	1.272	0.95	1.27	6.29	6.68	0.20
14/1/2005	1.072	0.90	1.13	6.08	6.45	0.19
15/1/2005	0.731	0.78	0.89	5.72	6.05	0.16
16/1/2005	0.613	0.75	0.78	5.53	5.84	0.14
17/1/2005	0.587	0.73	0.76	5.51	5.82	0.14
18/1/2005	0.561	0.72	0.74	5.48	5.79	0.14
19/1/2005	0.549	0.73	0.71	5.43	5.73	0.13
20/1/2005	0.639	0.75	0.81	5.58	5.90	0.14
21/1/2005	0.601	0.73	0.78	5.54	5.85	0.14
22/1/2005	0.472	0.68	0.66	5.34	5.64	0.12
23/1/2005	0.449	0.67	0.64	5.30	5.59	0.12
24/1/2005	0.434	0.65	0.63	5.29	5.58	0.12
25/1/2005	0.416	0.65	0.61	5.26	5.55	0.12
26/1/2005	0.398	0.65	0.58	5.21	5.48	0.11
27/1/2005	0.384	0.64	0.57	5.19	5.47	0.11
28/1/2005	0.375	0.63	0.57	5.18	5.46	0.11
29/1/2005	0.374	0.62	0.57	5.19	5.47	0.11
30/1/2005	0.362	0.61	0.57	5.18	5.46	0.11
31/1/2005	0.369	0.61	0.58	5.20	5.48	0.11
1/2/2005	0.349	0.59	0.56	5.17	5.44	0.11
2/2/2005	0.360	0.63	0.54	5.14	5.41	0.11
3/2/2005	0.370	0.61	0.58	5.20	5.48	0.11



«continuación»

---

4/2/2005	0.498	0.68	0.69	5.40	5.70	0.13
5/2/2005	0.630	0.75	0.80	5.58	5.89	0.14
6/2/2005	0.686	0.77	0.85	5.64	5.97	0.15
7/2/2005	0.621	0.74	0.80	5.57	5.89	0.14
8/2/2005	0.658	0.75	0.83	5.62	5.95	0.15
9/2/2005	0.710	0.79	0.86	5.66	5.99	0.15
10/2/2005	0.775	0.81	0.91	5.75	6.08	0.16
11/2/2005	0.813	0.81	0.95	5.81	6.16	0.16
12/2/2005	0.772	0.79	0.93	5.77	6.11	0.16
13/2/2005	0.699	0.78	0.86	5.66	5.99	0.15
14/2/2005	0.593	0.72	0.78	5.54	5.85	0.14
15/2/2005	0.555	0.70	0.75	5.49	5.80	0.14
16/2/2005	0.717	0.78	0.88	5.69	6.02	0.15
17/2/2005	0.847	0.83	0.97	5.84	6.19	0.17
18/2/2005	1.171	0.93	1.20	6.18	6.55	0.19
19/2/2005	1.796	1.07	1.59	6.73	7.16	0.24
20/2/2005	2.626	1.20	2.06	7.33	7.82	0.28
21/2/2005	5.324	1.56	3.19	7.79	8.39	0.41
22/2/2005	3.395	1.31	2.43	7.57	8.10	0.32
23/2/2005	2.279	1.16	1.86	7.08	7.55	0.26
24/2/2005	1.618	1.03	1.49	6.59	7.01	0.23
25/2/2005	1.435	0.99	1.37	6.42	6.83	0.21
26/2/2005	1.444	0.99	1.37	6.43	6.84	0.21
27/2/2005	1.077	0.89	1.14	6.10	6.47	0.19
28/2/2005	0.903	0.85	1.01	5.90	6.25	0.17
1/3/2005	0.665	0.76	0.83	5.62	5.94	0.15
2/3/2005	0.613	0.75	0.78	5.53	5.84	0.14
3/3/2005	0.586	0.72	0.78	5.54	5.85	0.14
4/3/2005	0.616	0.75	0.78	5.54	5.85	0.14
5/3/2005	0.540	0.73	0.71	5.42	5.72	0.13
6/3/2005	0.513	0.69	0.71	5.43	5.73	0.13
7/3/2005	0.503	0.69	0.70	5.40	5.70	0.13
8/3/2005	0.524	0.67	0.74	5.48	5.79	0.14
9/3/2005	0.718	0.78	0.87	5.68	6.01	0.15
10/3/2005	0.866	0.82	1.00	5.88	6.23	0.17
11/3/2005	1.139	0.92	1.17	6.14	6.52	0.19
12/3/2005	0.944	0.85	1.05	5.96	6.32	0.18
13/3/2005	0.660	0.75	0.84	5.63	5.95	0.15
14/3/2005	0.595	0.75	0.76	5.50	5.81	0.14
15/3/2005	0.551	0.72	0.73	5.46	5.77	0.13
16/3/2005	0.533	0.70	0.72	5.44	5.75	0.13
17/3/2005	0.537	0.68	0.75	5.49	5.79	0.14
18/3/2005	0.514	0.70	0.70	5.41	5.71	0.13
19/3/2005	0.478	0.69	0.66	5.33	5.63	0.12
20/3/2005	0.455	0.67	0.65	5.31	5.61	0.12
21/3/2005	0.453	0.66	0.66	5.34	5.63	0.12
22/3/2005	0.469	0.65	0.69	5.38	5.68	0.13

---

## «continuación»

---

23/3/2005	0.481	0.68	0.68	5.37	5.67	0.13
24/3/2005	0.502	0.69	0.70	5.40	5.70	0.13
25/3/2005	0.513	0.69	0.71	5.43	5.73	0.13
26/3/2005	0.592	0.74	0.76	5.51	5.82	0.14
27/3/2005	0.537	0.68	0.75	5.49	5.79	0.14
28/3/2005	0.636	0.75	0.81	5.58	5.90	0.14
29/3/2005	0.603	0.73	0.78	5.54	5.85	0.14
30/3/2005	0.868	0.84	0.98	5.86	6.21	0.17
31/3/2005	0.678	0.77	0.84	5.63	5.96	0.15
1/4/2005	0.524	0.67	0.74	5.48	5.79	0.14
2/4/2005	0.479	0.67	0.68	5.38	5.68	0.13
3/4/2005	0.446	0.67	0.64	5.30	5.59	0.12
4/4/2005	0.424	0.66	0.61	5.26	5.55	0.12
5/4/2005	0.428	0.66	0.62	5.26	5.55	0.12
6/4/2005	0.446	0.67	0.64	5.30	5.59	0.12
7/4/2005	0.446	0.67	0.64	5.30	5.59	0.12
8/4/2005	0.441	0.66	0.64	5.30	5.59	0.12
9/4/2005	0.464	0.66	0.67	5.36	5.65	0.13
10/4/2005	0.504	0.70	0.68	5.38	5.67	0.13
11/4/2005	0.467	0.67	0.66	5.34	5.64	0.12
12/4/2005	0.496	0.68	0.69	5.39	5.69	0.13
13/4/2005	0.515	0.69	0.71	5.42	5.72	0.13
14/4/2005	0.461	0.64	0.69	5.39	5.69	0.13
15/4/2005	0.447	0.65	0.65	5.33	5.62	0.12
16/4/2005	0.435	0.66	0.63	5.29	5.58	0.12
17/4/2005	0.422	0.67	0.60	5.24	5.53	0.12
18/4/2005	0.413	0.66	0.59	5.22	5.51	0.11
19/4/2005	0.405	0.65	0.60	5.23	5.51	0.11
20/4/2005	0.396	0.63	0.60	5.24	5.52	0.11
21/4/2005	0.394	0.64	0.58	5.21	5.49	0.11
22/4/2005	0.395	0.63	0.60	5.23	5.52	0.11
23/4/2005	0.395	0.63	0.60	5.23	5.52	0.11
24/4/2005	0.397	0.61	0.62	5.27	5.56	0.12
25/4/2005	0.396	0.63	0.60	5.24	5.52	0.11
26/4/2005	0.395	0.63	0.60	5.23	5.52	0.11
27/4/2005	0.389	0.61	0.61	5.25	5.53	0.12
28/4/2005	0.379	0.64	0.57	5.18	5.46	0.11
29/4/2005	0.378	0.62	0.59	5.21	5.49	0.11
30/4/2005	0.379	0.64	0.57	5.18	5.46	0.11

---

Fuente: Elaboración propia, 2016.

**Parámetros Hidráulicos obtenidos del Modelamiento con Hec-Ras**

<b>Fecha</b>	<b>Caudal promedio</b>	<b>Velocidad media</b>	<b>Área mojada</b>	<b>Perímetro mojado</b>	<b>Ancho de espejo</b>	<b>Radio hidráulico</b>
	Q	V	A	P	T	R
	(m <sup>3</sup> /seg)	(m/seg)	(m <sup>2</sup> )	(m)	(m)	(m)
1/1/2006	0.563	0.73	0.74	5.47	5.78	0.13
2/1/2006	0.556	0.70	0.75	5.49	5.80	0.14
3/1/2006	0.563	0.73	0.74	5.47	5.78	0.13
4/1/2006	0.547	0.70	0.75	5.49	5.79	0.14
5/1/2006	0.536	0.72	0.71	5.42	5.73	0.13
6/1/2006	0.586	0.72	0.78	5.54	5.85	0.14
7/1/2006	0.559	0.71	0.75	5.50	5.81	0.14
8/1/2006	0.535	0.68	0.74	5.48	5.79	0.14
9/1/2006	0.526	0.67	0.74	5.48	5.79	0.14
10/1/2006	0.516	0.70	0.71	5.42	5.72	0.13
11/1/2006	0.522	0.69	0.72	5.44	5.74	0.13
12/1/2006	0.533	0.70	0.72	5.44	5.75	0.13
13/1/2006	1.702	1.05	1.54	6.66	7.08	0.23
14/1/2006	0.796	0.80	0.94	5.80	6.14	0.16
15/1/2006	0.625	0.74	0.80	5.57	5.89	0.14
16/1/2006	0.605	0.74	0.78	5.54	5.86	0.14
17/1/2006	0.577	0.72	0.76	5.51	5.82	0.14
18/1/2006	1.643	1.03	1.51	6.62	7.05	0.23
19/1/2006	1.001	0.87	1.09	6.02	6.38	0.18
20/1/2006	0.845	0.83	0.97	5.83	6.17	0.17
21/1/2006	0.653	0.75	0.83	5.61	5.94	0.15
22/1/2006	0.569	0.71	0.77	5.52	5.83	0.14
23/1/2006	1.576	1.02	1.47	6.56	6.98	0.22
24/1/2006	1.307	0.95	1.30	6.33	6.72	0.21
25/1/2006	1.074	0.89	1.15	6.10	6.47	0.19
26/1/2006	1.014	0.88	1.09	6.02	6.38	0.18
27/1/2006	1.476	0.99	1.41	6.49	6.90	0.22
28/1/2006	1.671	1.04	1.52	6.63	7.06	0.23
29/1/2006	2.118	1.13	1.77	6.97	7.43	0.25
30/1/2006	2.278	1.15	1.87	7.09	7.56	0.26
31/1/2006	2.639	1.20	2.08	7.35	7.85	0.28
1/2/2006	2.205	1.13	1.84	7.05	7.52	0.26
2/2/2006	1.907	1.08	1.66	6.83	7.27	0.24
3/2/2006	1.520	1.00	1.44	6.52	6.93	0.22
4/2/2006	1.480	1.00	1.41	6.48	6.89	0.22
5/2/2006	1.927	1.09	1.66	6.83	7.27	0.24
6/2/2006	2.874	1.24	2.18	7.48	7.99	0.29
7/2/2006	3.185	1.29	2.33	7.54	8.07	0.31
8/2/2006	3.374	1.32	2.41	7.56	8.10	0.32
9/2/2006	4.604	1.49	2.91	7.71	8.29	0.38
10/2/2006	5.732	1.61	3.33	7.83	8.45	0.43
11/2/2006	5.442	1.58	3.23	7.80	8.41	0.41

«continuación»

---

12/2/2006	4.083	1.41	2.71	7.65	8.21	0.35
13/2/2006	2.904	1.23	2.22	7.51	8.02	0.30
14/2/2006	2.219	1.13	1.85	7.07	7.53	0.26
15/2/2006	1.887	1.08	1.65	6.80	7.24	0.24
16/2/2006	1.588	1.02	1.48	6.57	6.99	0.22
17/2/2006	1.361	0.97	1.33	6.37	6.76	0.21
18/2/2006	1.169	0.92	1.20	6.18	6.56	0.19
19/2/2006	1.182	0.93	1.20	6.18	6.56	0.19
20/2/2006	1.545	1.02	1.44	6.52	6.93	0.22
21/2/2006	4.491	1.47	2.86	7.69	8.27	0.37
22/2/2006	4.023	1.40	2.70	7.65	8.21	0.35
23/2/2006	2.388	1.17	1.93	7.17	7.65	0.27
24/2/2006	1.882	1.09	1.64	6.79	7.23	0.24
25/2/2006	1.579	1.03	1.45	6.54	6.96	0.22
26/2/2006	1.349	0.97	1.31	6.34	6.74	0.21
27/2/2006	1.341	0.98	1.30	6.33	6.72	0.21
28/2/2006	1.987	1.10	1.70	6.88	7.33	0.25
1/3/2006	2.043	1.10	1.75	6.94	7.40	0.25
2/3/2006	1.757	1.05	1.58	6.71	7.15	0.24
3/3/2006	2.279	1.16	1.86	7.08	7.55	0.26
4/3/2006	2.531	1.19	2.01	7.26	7.75	0.28
5/3/2006	3.772	1.38	2.58	7.61	8.16	0.34
6/3/2006	4.864	1.52	3.01	7.73	8.32	0.39
7/3/2006	3.730	1.37	2.57	7.61	8.16	0.34
8/3/2006	2.874	1.24	2.18	7.48	7.99	0.29
9/3/2006	3.632	1.35	2.52	7.59	8.14	0.33
10/3/2006	2.579	1.20	2.04	7.30	7.79	0.28
11/3/2006	2.563	1.19	2.03	7.30	7.79	0.28
12/3/2006	2.282	1.15	1.88	7.10	7.58	0.26
13/3/2006	2.044	1.12	1.73	6.91	7.37	0.25
14/3/2006	1.835	1.08	1.61	6.76	7.20	0.24
15/3/2006	1.789	1.06	1.59	6.73	7.16	0.24
16/3/2006	1.799	1.06	1.61	6.76	7.19	0.24
17/3/2006	2.355	1.16	1.92	7.15	7.63	0.27
18/3/2006	2.226	1.14	1.84	7.05	7.52	0.26
19/3/2006	2.253	1.15	1.85	7.06	7.53	0.26
20/3/2006	3.542	1.34	2.50	7.59	8.13	0.33
21/3/2006	4.579	1.48	2.91	7.70	8.28	0.38
22/3/2006	4.813	1.51	2.99	7.73	8.32	0.39
23/3/2006	6.197	1.66	3.50	7.88	8.51	0.44
24/3/2006	4.401	1.46	2.83	7.68	8.26	0.37
25/3/2006	5.233	1.56	3.14	7.77	8.37	0.40
26/3/2006	4.715	1.50	2.96	7.72	8.30	0.38
27/3/2006	4.215	1.43	2.77	7.66	8.23	0.36
28/3/2006	5.184	1.55	3.15	7.77	8.38	0.40
29/3/2006	4.669	1.49	2.95	7.72	8.30	0.38
30/3/2006	4.026	1.40	2.70	7.65	8.21	0.35

---

«continuación»

---

31/3/2006	4.781	1.51	2.98	7.73	8.31	0.39
1/4/2006	4.278	1.43	2.80	7.67	8.25	0.37
2/4/2006	3.626	1.35	2.53	7.60	8.14	0.33
3/4/2006	3.718	1.37	2.56	7.60	8.15	0.34
4/4/2006	2.891	1.25	2.19	7.49	8.00	0.29
5/4/2006	2.435	1.18	1.94	7.19	7.67	0.27
6/4/2006	2.268	1.16	1.85	7.07	7.53	0.26
7/4/2006	1.900	1.08	1.66	6.82	7.26	0.24
8/4/2006	1.631	1.03	1.50	6.60	7.03	0.23
9/4/2006	1.512	1.00	1.43	6.51	6.93	0.22
10/4/2006	1.392	0.99	1.33	6.37	6.77	0.21
11/4/2006	1.322	0.96	1.30	6.33	6.72	0.21
12/4/2006	1.262	0.95	1.25	6.26	6.65	0.20
13/4/2006	1.230	0.95	1.23	6.23	6.62	0.20
14/4/2006	1.226	0.94	1.23	6.23	6.62	0.20
15/4/2006	1.207	0.93	1.23	6.23	6.61	0.20
16/4/2006	1.130	0.92	1.17	6.14	6.51	0.19
17/4/2006	1.101	0.89	1.17	6.14	6.51	0.19
18/4/2006	0.986	0.87	1.08	6.00	6.37	0.18
19/4/2006	0.935	0.86	1.04	5.94	6.30	0.17
20/4/2006	0.888	0.85	0.99	5.87	6.22	0.17
21/4/2006	0.787	0.82	0.91	5.75	6.08	0.16
22/4/2006	0.723	0.77	0.89	5.71	6.04	0.16
23/4/2006	0.701	0.77	0.86	5.67	5.99	0.15
24/4/2006	0.694	0.78	0.85	5.65	5.98	0.15
25/4/2006	0.677	0.77	0.84	5.64	5.96	0.15
26/4/2006	0.673	0.77	0.84	5.63	5.95	0.15
27/4/2006	0.668	0.78	0.82	5.60	5.92	0.15
28/4/2006	0.662	0.76	0.83	5.61	5.94	0.15
29/4/2006	0.657	0.73	0.85	5.65	5.98	0.15
30/4/2006	0.634	0.75	0.80	5.57	5.89	0.14
1/5/2006	0.637	0.75	0.80	5.58	5.89	0.14
2/5/2006	0.629	0.77	0.78	5.53	5.85	0.14
3/5/2006	0.617	0.74	0.79	5.56	5.87	0.14
4/5/2006	0.599	0.73	0.78	5.54	5.85	0.14
5/5/2006	0.579	0.73	0.76	5.50	5.81	0.14
6/5/2006	0.553	0.72	0.73	5.46	5.77	0.13
7/5/2006	0.551	0.72	0.73	5.46	5.77	0.13
8/5/2006	0.554	0.71	0.74	5.48	5.78	0.14
9/5/2006	0.543	0.70	0.74	5.46	5.77	0.13
10/5/2006	0.529	0.72	0.70	5.41	5.71	0.13
11/5/2006	0.526	0.67	0.74	5.48	5.79	0.14
12/5/2006	0.526	0.67	0.74	5.48	5.79	0.14
13/5/2006	0.527	0.69	0.72	5.45	5.75	0.13
14/5/2006	0.525	0.70	0.71	5.42	5.72	0.13
15/5/2006	0.528	0.70	0.72	5.44	5.74	0.13
16/5/2006	0.517	0.71	0.70	5.40	5.70	0.13

---

«continuación»

17/5/2006	0.510	0.69	0.70	5.41	5.71	0.13
18/5/2006	0.507	0.66	0.73	5.46	5.76	0.13
19/5/2006	0.522	0.69	0.72	5.44	5.74	0.13
20/5/2006	0.542	0.71	0.72	5.44	5.75	0.13
21/5/2006	0.541	0.69	0.75	5.49	5.80	0.14
22/5/2006	0.533	0.70	0.72	5.44	5.75	0.13
23/5/2006	0.531	0.68	0.75	5.48	5.79	0.14
24/5/2006	0.534	0.69	0.74	5.47	5.78	0.13
25/5/2006	0.518	0.68	0.73	5.46	5.76	0.13
26/5/2006	0.529	0.72	0.70	5.41	5.71	0.13
27/5/2006	0.536	0.72	0.71	5.42	5.73	0.13
28/5/2006	0.528	0.70	0.72	5.44	5.74	0.13
29/5/2006	0.529	0.72	0.70	5.41	5.71	0.13
30/5/2006	0.531	0.68	0.75	5.48	5.79	0.14
31/5/2006	0.536	0.72	0.71	5.42	5.73	0.13

Fuente: Elaboración propia, 2016.

**Parámetros Hidráulicos obtenidos del Modelamiento con Hec-Ras**

<b>Fecha</b>	<b>Caudal promedio</b>	<b>Velocidad media</b>	<b>Área mojada</b>	<b>Perímetro mojado</b>	<b>Ancho de espejo</b>	<b>Radio hidráulico</b>
	Q	V	A	P	T	R
	(m <sup>3</sup> /seg)	(m/seg)	(m <sup>2</sup> )	(m)	(m)	(m)
1/1/2007	0.412	0.65	0.61	5.25	5.53	0.12
2/1/2007	0.396	0.63	0.60	5.24	5.52	0.11
3/1/2007	0.391	0.62	0.60	5.23	5.52	0.11
4/1/2007	0.423	0.65	0.62	5.28	5.57	0.12
5/1/2007	0.439	0.66	0.63	5.29	5.58	0.12
6/1/2007	0.718	0.78	0.87	5.68	6.01	0.15
7/1/2007	1.499	1.00	1.42	6.49	6.90	0.22
8/1/2007	1.961	1.09	1.70	6.87	7.32	0.25
9/1/2007	1.043	0.89	1.11	6.05	6.41	0.18
10/1/2007	2.638	1.20	2.07	7.34	7.84	0.28
11/1/2007	1.475	1.00	1.40	6.46	6.87	0.22
12/1/2007	1.177	0.93	1.20	6.18	6.56	0.19
13/1/2007	1.118	0.91	1.17	6.13	6.51	0.19
14/1/2007	0.985	0.88	1.06	5.98	6.34	0.18
15/1/2007	0.871	0.84	0.98	5.86	6.21	0.17
16/1/2007	0.581	0.74	0.75	5.49	5.79	0.14
17/1/2007	0.468	0.67	0.67	5.35	5.64	0.12
18/1/2007	0.435	0.66	0.63	5.29	5.58	0.12
19/1/2007	0.421	0.64	0.62	5.28	5.56	0.12
20/1/2007	0.403	0.65	0.59	5.23	5.51	0.11
21/1/2007	0.391	0.62	0.60	5.23	5.52	0.11
22/1/2007	0.436	0.65	0.64	5.30	5.59	0.12
23/1/2007	0.464	0.66	0.67	5.36	5.65	0.13

«continuación»

---

24/1/2007	0.415	0.64	0.61	5.26	5.55	0.12
25/1/2007	0.393	0.61	0.61	5.26	5.54	0.12
26/1/2007	0.380	0.63	0.57	5.19	5.47	0.11
27/1/2007	0.375	0.63	0.57	5.18	5.46	0.11
28/1/2007	0.364	0.60	0.58	5.21	5.49	0.11
29/1/2007	0.351	0.62	0.54	5.13	5.40	0.10
30/1/2007	0.341	0.59	0.55	5.15	5.43	0.11
31/1/2007	0.331	0.56	0.56	5.17	5.44	0.11
1/2/2007	0.341	0.59	0.55	5.15	5.43	0.11
2/2/2007	0.348	0.59	0.56	5.17	5.45	0.11
3/2/2007	0.345	0.58	0.57	5.18	5.46	0.11
4/2/2007	0.345	0.58	0.57	5.18	5.46	0.11
5/2/2007	0.341	0.59	0.55	5.15	5.43	0.11
6/2/2007	0.336	0.60	0.53	5.12	5.39	0.10
7/2/2007	0.348	0.59	0.56	5.17	5.45	0.11
8/2/2007	0.452	0.64	0.68	5.37	5.66	0.13
9/2/2007	0.525	0.70	0.71	5.42	5.72	0.13
10/2/2007	0.776	0.80	0.93	5.77	6.11	0.16
11/2/2007	1.106	0.90	1.17	6.14	6.52	0.19
12/2/2007	2.300	1.16	1.88	7.10	7.57	0.26
13/2/2007	1.601	1.01	1.49	6.60	7.02	0.23
14/2/2007	1.211	0.93	1.24	6.24	6.62	0.20
15/2/2007	0.766	0.80	0.91	5.75	6.08	0.16
16/2/2007	0.646	0.75	0.82	5.60	5.92	0.15
17/2/2007	0.611	0.74	0.78	5.54	5.86	0.14
18/2/2007	0.604	0.74	0.77	5.53	5.84	0.14
19/2/2007	0.530	0.70	0.73	5.45	5.75	0.13
20/2/2007	0.526	0.67	0.74	5.48	5.79	0.14
21/2/2007	0.660	0.75	0.84	5.63	5.95	0.15
22/2/2007	0.816	0.81	0.96	5.82	6.17	0.16
23/2/2007	0.928	0.86	1.03	5.93	6.28	0.17
24/2/2007	1.729	1.05	1.56	6.68	7.11	0.23
25/2/2007	1.303	0.96	1.29	6.31	6.70	0.20
26/2/2007	1.384	0.97	1.35	6.39	6.80	0.21
27/2/2007	1.133	0.91	1.18	6.15	6.53	0.19
28/2/2007	1.281	0.95	1.28	6.30	6.70	0.20
1/3/2007	2.851	1.24	2.17	7.46	7.97	0.29
2/3/2007	2.074	1.11	1.77	6.96	7.42	0.25
3/3/2007	1.392	0.99	1.33	6.37	6.77	0.21
4/3/2007	1.361	0.97	1.33	6.37	6.76	0.21
5/3/2007	1.503	1.01	1.42	6.49	6.90	0.22
6/3/2007	2.300	1.16	1.88	7.10	7.57	0.26
7/3/2007	1.642	1.04	1.50	6.60	7.02	0.23
8/3/2007	1.804	1.06	1.61	6.76	7.20	0.24
9/3/2007	1.858	1.08	1.63	6.79	7.23	0.24
10/3/2007	1.505	1.01	1.41	6.49	6.90	0.22
11/3/2007	1.088	0.90	1.14	6.10	6.47	0.19

---

«continuación»

---

12/3/2007	0.791	0.81	0.93	5.78	6.12	0.16
13/3/2007	0.966	0.87	1.06	5.98	6.33	0.18
14/3/2007	1.655	1.03	1.52	6.63	7.05	0.23
15/3/2007	1.527	1.01	1.43	6.52	6.93	0.22
16/3/2007	1.663	1.04	1.51	6.62	7.04	0.23
17/3/2007	1.142	0.92	1.17	6.14	6.52	0.19
18/3/2007	1.172	0.93	1.20	6.18	6.55	0.19
19/3/2007	1.482	0.99	1.42	6.49	6.90	0.22
20/3/2007	1.235	0.94	1.25	6.26	6.64	0.20
21/3/2007	0.823	0.82	0.95	5.81	6.15	0.16
22/3/2007	0.582	0.74	0.75	5.49	5.80	0.14
23/3/2007	0.512	0.68	0.72	5.44	5.74	0.13
24/3/2007	0.571	0.72	0.76	5.50	5.81	0.14
25/3/2007	0.586	0.72	0.78	5.54	5.85	0.14
26/3/2007	0.690	0.77	0.85	5.66	5.98	0.15
27/3/2007	0.774	0.79	0.93	5.77	6.11	0.16
28/3/2007	1.718	1.04	1.56	6.69	7.12	0.23
29/3/2007	1.809	1.07	1.59	6.73	7.17	0.24
30/3/2007	1.226	0.94	1.23	6.23	6.62	0.20
31/3/2007	0.878	0.85	0.98	5.86	6.20	0.17
1/4/2007	1.527	1.01	1.43	6.52	6.93	0.22
2/4/2007	1.445	0.99	1.38	6.44	6.84	0.21
3/4/2007	1.113	0.90	1.17	6.14	6.52	0.19
4/4/2007	0.738	0.78	0.90	5.72	6.06	0.16
5/4/2007	0.676	0.77	0.84	5.63	5.96	0.15
6/4/2007	0.639	0.75	0.81	5.58	5.90	0.14
7/4/2007	0.614	0.74	0.79	5.56	5.88	0.14
8/4/2007	0.579	0.73	0.76	5.50	5.81	0.14
9/4/2007	0.562	0.73	0.73	5.46	5.77	0.13
10/4/2007	0.557	0.72	0.74	5.47	5.78	0.13
11/4/2007	0.568	0.73	0.74	5.47	5.78	0.14
12/4/2007	0.573	0.72	0.76	5.51	5.82	0.14
13/4/2007	0.541	0.69	0.75	5.49	5.80	0.14
14/4/2007	0.524	0.67	0.74	5.48	5.79	0.14
15/4/2007	0.528	0.70	0.72	5.44	5.74	0.13
16/4/2007	0.515	0.69	0.71	5.42	5.72	0.13
17/4/2007	0.507	0.66	0.73	5.46	5.76	0.13
18/4/2007	0.452	0.64	0.68	5.37	5.66	0.13
19/4/2007	0.420	0.66	0.61	5.26	5.54	0.12
20/4/2007	0.394	0.64	0.58	5.21	5.49	0.11
21/4/2007	0.369	0.61	0.58	5.20	5.48	0.11
22/4/2007	0.350	0.59	0.57	5.18	5.46	0.11
23/4/2007	0.361	0.60	0.57	5.19	5.47	0.11
24/4/2007	0.362	0.61	0.57	5.18	5.46	0.11
25/4/2007	0.358	0.60	0.57	5.19	5.47	0.11
26/4/2007	0.346	0.59	0.56	5.17	5.44	0.11
27/4/2007	0.357	0.61	0.56	5.17	5.44	0.11

---



«continuación»

28/4/2007	0.372	0.63	0.56	5.18	5.45	0.11
29/4/2007	0.366	0.60	0.58	5.20	5.48	0.11
30/4/2007	0.365	0.63	0.55	5.16	5.43	0.11

Fuente: Elaboración propia, 2016.

**Parámetros Hidráulicos obtenidos del Modelamiento con Hec-Ras**

<b>Fecha</b>	<b>Caudal promedio</b>	<b>Velocidad media</b>	<b>Área mojada</b>	<b>Perímetro mojado</b>	<b>Ancho de espejo</b>	<b>Radio hidráulico</b>
	Q	V	A	P	T	R
	(m <sup>3</sup> /seg)	(m/seg)	(m <sup>2</sup> )	(m)	(m)	(m)
1/1/2008	0.575	0.73	0.75	5.49	5.80	0.14
2/1/2008	0.660	0.75	0.84	5.63	5.95	0.15
3/1/2008	0.451	0.66	0.65	5.32	5.61	0.12
4/1/2008	0.514	0.70	0.70	5.41	5.71	0.13
5/1/2008	1.309	0.96	1.30	6.32	6.71	0.20
6/1/2008	1.181	0.93	1.20	6.18	6.56	0.19
7/1/2008	0.785	0.82	0.91	5.75	6.08	0.16
8/1/2008	0.834	0.82	0.97	5.83	6.18	0.17
9/1/2008	1.056	0.89	1.12	6.07	6.43	0.18
10/1/2008	1.116	0.91	1.16	6.13	6.50	0.19
11/1/2008	0.775	0.81	0.91	5.75	6.08	0.16
12/1/2008	0.717	0.78	0.88	5.69	6.02	0.15
13/1/2008	0.687	0.76	0.86	5.66	5.99	0.15
14/1/2008	3.636	1.35	2.53	7.60	8.14	0.33
15/1/2008	6.728	1.71	3.68	7.92	8.58	0.46
16/1/2008	2.604	1.20	2.05	7.31	7.81	0.28
17/1/2008	2.313	1.15	1.90	7.13	7.60	0.27
18/1/2008	1.555	1.02	1.45	6.54	6.95	0.22
19/1/2008	1.169	0.92	1.20	6.18	6.56	0.19
20/1/2008	1.058	0.90	1.12	6.06	6.43	0.18
21/1/2008	0.908	0.85	1.01	5.90	6.25	0.17
22/1/2008	0.724	0.79	0.87	5.69	6.02	0.15
23/1/2008	0.619	0.74	0.79	5.56	5.88	0.14
24/1/2008	0.664	0.76	0.83	5.62	5.95	0.15
25/1/2008	0.617	0.74	0.79	5.56	5.87	0.14
26/1/2008	0.578	0.71	0.78	5.54	5.85	0.14
27/1/2008	0.537	0.68	0.75	5.49	5.79	0.14
28/1/2008	0.509	0.69	0.70	5.41	5.71	0.13
29/1/2008	0.486	0.68	0.68	5.37	5.67	0.13
30/1/2008	0.449	0.67	0.64	5.30	5.59	0.12
31/1/2008	0.448	0.67	0.64	5.30	5.59	0.12
1/2/2008	0.414	0.66	0.60	5.24	5.52	0.11
2/2/2008	0.405	0.65	0.60	5.23	5.51	0.11
3/2/2008	0.401	0.62	0.61	5.26	5.54	0.12
4/2/2008	0.423	0.65	0.62	5.28	5.57	0.12

«continuación»

---

5/2/2008	0.506	0.68	0.71	5.42	5.72	0.13
6/2/2008	0.582	0.74	0.75	5.49	5.80	0.14
7/2/2008	0.532	0.69	0.73	5.46	5.76	0.13
8/2/2008	0.447	0.65	0.65	5.33	5.62	0.12
9/2/2008	0.452	0.64	0.68	5.37	5.66	0.13
10/2/2008	0.467	0.67	0.66	5.34	5.64	0.12
11/2/2008	0.457	0.67	0.65	5.31	5.61	0.12
12/2/2008	0.451	0.66	0.65	5.32	5.61	0.12
13/2/2008	0.416	0.65	0.61	5.26	5.55	0.12
14/2/2008	0.394	0.64	0.58	5.21	5.49	0.11
15/2/2008	0.400	0.62	0.61	5.26	5.54	0.12
16/2/2008	0.503	0.69	0.70	5.40	5.70	0.13
17/2/2008	0.488	0.68	0.68	5.38	5.67	0.13
18/2/2008	0.512	0.68	0.72	5.44	5.74	0.13
19/2/2008	0.531	0.68	0.75	5.48	5.79	0.14
20/2/2008	0.717	0.78	0.88	5.69	6.02	0.15
21/2/2008	0.557	0.72	0.74	5.47	5.78	0.13
22/2/2008	0.497	0.69	0.69	5.38	5.68	0.13
23/2/2008	0.486	0.68	0.68	5.37	5.67	0.13
24/2/2008	0.518	0.68	0.73	5.46	5.76	0.13
25/2/2008	0.576	0.72	0.76	5.50	5.82	0.14
26/2/2008	0.877	0.83	1.00	5.88	6.23	0.17
27/2/2008	0.670	0.77	0.83	5.62	5.94	0.15
28/2/2008	0.483	0.68	0.68	5.37	5.67	0.13
29/2/2008	0.430	0.66	0.62	5.27	5.55	0.12
1/3/2008	0.415	0.64	0.61	5.26	5.55	0.12
2/3/2008	0.397	0.61	0.62	5.27	5.56	0.12
3/3/2008	0.388	0.62	0.60	5.23	5.51	0.11
4/3/2008	0.362	0.61	0.57	5.18	5.46	0.11
5/3/2008	0.394	0.64	0.58	5.21	5.49	0.11
6/3/2008	0.447	0.65	0.65	5.33	5.62	0.12
7/3/2008	0.459	0.66	0.66	5.34	5.63	0.12
8/3/2008	0.452	0.64	0.68	5.37	5.66	0.13
9/3/2008	0.448	0.67	0.64	5.30	5.59	0.12
10/3/2008	0.494	0.67	0.71	5.42	5.72	0.13
11/3/2008	0.572	0.72	0.75	5.49	5.80	0.14
12/3/2008	1.047	0.89	1.11	6.06	6.42	0.18
13/3/2008	1.113	0.90	1.17	6.14	6.52	0.19
14/3/2008	1.073	0.90	1.13	6.07	6.44	0.19
15/3/2008	0.764	0.80	0.91	5.75	6.08	0.16
16/3/2008	0.676	0.77	0.84	5.63	5.96	0.15
17/3/2008	0.558	0.72	0.74	5.47	5.78	0.14
18/3/2008	0.531	0.68	0.75	5.48	5.79	0.14
19/3/2008	0.501	0.67	0.71	5.42	5.72	0.13
20/3/2008	0.494	0.67	0.71	5.42	5.72	0.13
21/3/2008	0.508	0.70	0.69	5.38	5.68	0.13
22/3/2008	0.591	0.73	0.77	5.53	5.84	0.14

---

«continuación»

---

23/3/2008	0.766	0.80	0.91	5.75	6.08	0.16
24/3/2008	0.545	0.73	0.71	5.43	5.73	0.13
25/3/2008	0.579	0.73	0.76	5.50	5.81	0.14
26/3/2008	0.568	0.73	0.74	5.47	5.78	0.14
27/3/2008	0.541	0.69	0.75	5.49	5.80	0.14
28/3/2008	0.534	0.69	0.74	5.47	5.78	0.13
29/3/2008	0.644	0.75	0.81	5.59	5.91	0.15
30/3/2008	0.638	0.75	0.81	5.58	5.90	0.14
31/3/2008	0.627	0.74	0.81	5.58	5.90	0.14
1/4/2008	0.506	0.68	0.71	5.42	5.72	0.13
2/4/2008	0.469	0.65	0.69	5.38	5.68	0.13
3/4/2008	0.439	0.66	0.63	5.29	5.58	0.12
4/4/2008	0.417	0.62	0.64	5.31	5.60	0.12
5/4/2008	0.408	0.63	0.61	5.26	5.55	0.12
6/4/2008	0.395	0.63	0.60	5.23	5.52	0.11
7/4/2008	0.387	0.65	0.57	5.18	5.46	0.11
8/4/2008	0.382	0.65	0.56	5.17	5.45	0.11
9/4/2008	0.377	0.64	0.56	5.17	5.45	0.11
10/4/2008	0.376	0.62	0.58	5.21	5.49	0.11
11/4/2008	0.372	0.63	0.56	5.18	5.45	0.11
12/4/2008	0.375	0.63	0.57	5.18	5.46	0.11
13/4/2008	0.369	0.61	0.58	5.20	5.48	0.11
14/4/2008	0.358	0.60	0.57	5.19	5.47	0.11
15/4/2008	0.362	0.61	0.57	5.18	5.46	0.11
16/4/2008	0.367	0.64	0.54	5.14	5.41	0.11
17/4/2008	0.368	0.61	0.58	5.19	5.47	0.11
18/4/2008	0.368	0.61	0.58	5.19	5.47	0.11
19/4/2008	0.366	0.60	0.58	5.20	5.48	0.11
20/4/2008	0.361	0.60	0.57	5.19	5.47	0.11
21/4/2008	0.359	0.64	0.54	5.13	5.40	0.10
22/4/2008	0.369	0.61	0.58	5.20	5.48	0.11
23/4/2008	0.373	0.62	0.58	5.20	5.48	0.11
24/4/2008	0.377	0.64	0.56	5.17	5.45	0.11
25/4/2008	0.373	0.62	0.58	5.20	5.48	0.11
26/4/2008	0.371	0.63	0.56	5.17	5.44	0.11
27/4/2008	0.371	0.63	0.56	5.17	5.44	0.11
28/4/2008	0.372	0.63	0.56	5.18	5.45	0.11
29/4/2008	0.364	0.60	0.58	5.21	5.49	0.11
30/4/2008	0.349	0.59	0.56	5.17	5.44	0.11

---

Fuente: Elaboración propia, 2016.

**Parámetros Hidráulicos obtenidos del Modelamiento con Hec-Ras**

<b>Fecha</b>	<b>Caudal promedio</b>	<b>Velocidad media</b>	<b>Área mojada</b>	<b>Perímetro mojado</b>	<b>Ancho de espejo</b>	<b>Radio hidráulico</b>
	Q	V	A	P	T	R
	(m <sup>3</sup> /seg)	(m/seg)	(m <sup>2</sup> )	(m)	(m)	(m)
1/1/2009	0.494	0.67	0.71	5.42	5.72	0.13
2/1/2009	0.470	0.68	0.66	5.33	5.63	0.12
3/1/2009	0.428	0.66	0.62	5.26	5.55	0.12
4/1/2009	0.397	0.61	0.62	5.27	5.56	0.12
5/1/2009	0.379	0.64	0.57	5.18	5.46	0.11
6/1/2009	0.363	0.63	0.55	5.15	5.42	0.11
7/1/2009	0.351	0.62	0.54	5.13	5.40	0.10
8/1/2009	0.351	0.62	0.54	5.13	5.40	0.10
9/1/2009	0.351	0.62	0.54	5.13	5.40	0.10
10/1/2009	0.351	0.62	0.54	5.13	5.40	0.10
11/1/2009	0.351	0.62	0.54	5.13	5.40	0.10
12/1/2009	0.411	0.65	0.61	5.25	5.53	0.12
13/1/2009	0.492	0.68	0.69	5.38	5.68	0.13
14/1/2009	1.133	0.91	1.18	6.15	6.53	0.19
15/1/2009	0.412	0.65	0.61	5.25	5.53	0.12
16/1/2009	0.369	0.61	0.58	5.20	5.48	0.11
17/1/2009	0.302	0.59	0.49	5.04	5.30	0.10
18/1/2009	0.302	0.59	0.49	5.04	5.30	0.10
19/1/2009	0.302	0.59	0.49	5.04	5.30	0.10
20/1/2009	0.306	0.61	0.48	5.03	5.29	0.10
21/1/2009	0.292	0.56	0.50	5.06	5.32	0.10
22/1/2009	0.291	0.60	0.46	5.00	5.25	0.09
23/1/2009	0.296	0.58	0.49	5.04	5.31	0.10
24/1/2009	0.292	0.56	0.50	5.06	5.32	0.10
25/1/2009	0.283	0.56	0.48	5.03	5.29	0.10
26/1/2009	0.285	0.56	0.48	5.03	5.30	0.10
27/1/2009	0.298	0.58	0.49	5.05	5.31	0.10
28/1/2009	0.519	0.69	0.72	5.44	5.74	0.13
29/1/2009	0.732	0.78	0.89	5.71	6.04	0.16
30/1/2009	0.618	0.76	0.77	5.53	5.84	0.14
31/1/2009	0.422	0.67	0.60	5.24	5.53	0.12
1/2/2009	0.403	0.65	0.59	5.23	5.51	0.11
2/2/2009	0.433	0.67	0.62	5.27	5.56	0.12
3/2/2009	0.517	0.71	0.70	5.40	5.70	0.13
4/2/2009	0.496	0.68	0.69	5.39	5.69	0.13
5/2/2009	0.579	0.73	0.76	5.50	5.81	0.14
6/2/2009	2.345	1.16	1.91	7.14	7.61	0.27
7/2/2009	0.900	0.84	1.01	5.91	6.26	0.17
8/2/2009	0.701	0.77	0.86	5.67	5.99	0.15
9/2/2009	1.122	0.90	1.18	6.15	6.53	0.19
10/2/2009	0.913	0.85	1.02	5.91	6.27	0.17
11/2/2009	0.780	0.80	0.93	5.77	6.11	0.16

## «continuación»

---

12/2/2009	3.479	1.34	2.45	7.57	8.11	0.32
13/2/2009	1.872	1.08	1.64	6.79	7.23	0.24
14/2/2009	1.223	0.94	1.23	6.23	6.61	0.20
15/2/2009	1.029	0.88	1.11	6.05	6.42	0.18
16/2/2009	0.766	0.80	0.91	5.75	6.08	0.16
17/2/2009	0.712	0.77	0.88	5.69	6.02	0.15
18/2/2009	0.997	0.88	1.08	6.00	6.37	0.18
19/2/2009	1.101	0.89	1.17	6.14	6.51	0.19
20/2/2009	1.201	0.94	1.22	6.21	6.59	0.20
21/2/2009	1.149	0.92	1.18	6.15	6.53	0.19
22/2/2009	1.140	0.92	1.17	6.15	6.52	0.19
23/2/2009	2.297	1.15	1.88	7.10	7.58	0.26
24/2/2009	1.703	1.05	1.53	6.65	7.08	0.23
25/2/2009	1.914	1.08	1.67	6.83	7.28	0.24
26/2/2009	1.667	1.05	1.51	6.61	7.04	0.23
27/2/2009	1.704	1.04	1.56	6.68	7.11	0.23
28/2/2009	1.673	1.04	1.52	6.64	7.06	0.23
1/3/2009	2.954	1.25	2.23	7.51	8.03	0.30
2/3/2009	3.193	1.29	2.32	7.54	8.06	0.31
3/3/2009	3.771	1.37	2.59	7.61	8.16	0.34
4/3/2009	2.610	1.20	2.06	7.32	7.82	0.28
5/3/2009	3.572	1.35	2.49	7.59	8.13	0.33
6/3/2009	3.720	1.36	2.57	7.61	8.16	0.34
7/3/2009	3.977	1.41	2.66	7.63	8.19	0.35
8/3/2009	3.599	1.35	2.51	7.59	8.13	0.33
9/3/2009	2.662	1.21	2.08	7.35	7.85	0.28
10/3/2009	1.940	1.09	1.68	6.84	7.29	0.25
11/3/2009	1.396	0.98	1.35	6.39	6.80	0.21
12/3/2009	1.132	0.92	1.17	6.14	6.51	0.19
13/3/2009	0.987	0.88	1.06	5.98	6.34	0.18
14/3/2009	1.009	0.88	1.09	6.02	6.39	0.18
15/3/2009	1.191	0.93	1.22	6.21	6.59	0.20
16/3/2009	0.973	0.87	1.07	5.99	6.35	0.18
17/3/2009	0.936	0.85	1.05	5.95	6.31	0.18
18/3/2009	0.927	0.85	1.03	5.94	6.29	0.17
19/3/2009	0.916	0.85	1.03	5.93	6.28	0.17
20/3/2009	0.948	0.87	1.04	5.95	6.30	0.17
21/3/2009	1.063	0.90	1.12	6.07	6.44	0.19
22/3/2009	0.978	0.87	1.07	5.99	6.35	0.18
23/3/2009	0.720	0.78	0.88	5.70	6.03	0.15
24/3/2009	0.636	0.75	0.81	5.58	5.90	0.14
25/3/2009	0.577	0.72	0.76	5.51	5.82	0.14
26/3/2009	0.546	0.72	0.72	5.44	5.74	0.13
27/3/2009	0.533	0.70	0.72	5.44	5.75	0.13
28/3/2009	0.507	0.66	0.73	5.46	5.76	0.13
29/3/2009	0.493	0.68	0.69	5.38	5.68	0.13

---

«continuación»

---

30/3/2009	0.497	0.69	0.69	5.38	5.68	0.13
31/3/2009	0.500	0.69	0.69	5.40	5.70	0.13
1/4/2009	0.493	0.68	0.69	5.38	5.68	0.13
2/4/2009	0.571	0.72	0.76	5.50	5.81	0.14
3/4/2009	0.474	0.68	0.66	5.34	5.64	0.12
4/4/2009	0.466	0.65	0.68	5.38	5.67	0.13
5/4/2009	0.464	0.66	0.67	5.36	5.65	0.13
6/4/2009	0.483	0.68	0.68	5.37	5.67	0.13
7/4/2009	0.497	0.69	0.69	5.38	5.68	0.13
8/4/2009	0.555	0.70	0.75	5.49	5.80	0.14
9/4/2009	0.634	0.75	0.80	5.57	5.89	0.14
10/4/2009	1.083	0.89	1.15	6.11	6.49	0.19
11/4/2009	0.910	0.86	1.01	5.90	6.25	0.17
12/4/2009	0.850	0.84	0.97	5.83	6.17	0.17
13/4/2009	0.698	0.78	0.86	5.66	5.99	0.15
14/4/2009	0.586	0.72	0.78	5.54	5.85	0.14
15/4/2009	0.817	0.82	0.95	5.80	6.14	0.16
16/4/2009	0.693	0.77	0.86	5.66	5.99	0.15
17/4/2009	0.465	0.67	0.66	5.34	5.63	0.12
18/4/2009	0.460	0.68	0.64	5.31	5.60	0.12
19/4/2009	0.460	0.68	0.64	5.31	5.60	0.12
20/4/2009	0.460	0.68	0.64	5.31	5.60	0.12
21/4/2009	0.446	0.67	0.64	5.30	5.59	0.12
22/4/2009	0.426	0.63	0.64	5.31	5.60	0.12
23/4/2009	0.423	0.65	0.62	5.28	5.57	0.12
24/4/2009	0.417	0.62	0.64	5.31	5.60	0.12
25/4/2009	0.405	0.65	0.60	5.23	5.51	0.11
26/4/2009	0.394	0.64	0.58	5.21	5.49	0.11
27/4/2009	0.430	0.66	0.62	5.27	5.55	0.12
28/4/2009	0.447	0.65	0.65	5.33	5.62	0.12
29/4/2009	0.442	0.66	0.64	5.30	5.59	0.12
30/4/2009	0.443	0.66	0.64	5.30	5.59	0.12

---

Fuente: Elaboración propia, 2016.

**Parámetros Hidráulicos obtenidos del Modelamiento con Hec-Ras**

<b>Fecha</b>	<b>Caudal promedio</b>	<b>Velocidad media</b>	<b>Área mojada</b>	<b>Perímetro mojado</b>	<b>Ancho de espejo</b>	<b>Radio hidráulico</b>
	Q	V	A	P	T	R
	(m <sup>3</sup> /seg)	(m/seg)	(m <sup>2</sup> )	(m)	(m)	(m)
1/1/2010	0.316	0.58	0.52	5.10	5.37	0.10
2/1/2010	0.315	0.56	0.54	5.13	5.40	0.10
3/1/2010	0.324	0.59	0.53	5.11	5.38	0.10
4/1/2010	0.317	0.56	0.54	5.13	5.40	0.10
5/1/2010	0.328	0.59	0.53	5.12	5.39	0.10
6/1/2010	0.342	0.60	0.54	5.14	5.41	0.11
7/1/2010	0.342	0.60	0.54	5.14	5.41	0.11
8/1/2010	0.335	0.57	0.56	5.18	5.45	0.11
9/1/2010	0.330	0.58	0.54	5.13	5.40	0.10
10/1/2010	0.339	0.60	0.54	5.13	5.40	0.11
11/1/2010	0.387	0.65	0.57	5.18	5.46	0.11
12/1/2010	0.420	0.66	0.61	5.26	5.54	0.12
13/1/2010	0.385	0.64	0.58	5.19	5.47	0.11
14/1/2010	0.366	0.60	0.58	5.20	5.48	0.11
15/1/2010	0.418	0.65	0.62	5.27	5.55	0.12
16/1/2010	0.397	0.61	0.62	5.27	5.56	0.12
17/1/2010	0.784	0.79	0.94	5.79	6.13	0.16
18/1/2010	1.344	0.97	1.31	6.35	6.74	0.21
19/1/2010	0.768	0.81	0.90	5.72	6.06	0.16
20/1/2010	0.464	0.66	0.67	5.36	5.65	0.13
21/1/2010	0.426	0.63	0.64	5.31	5.60	0.12
22/1/2010	0.486	0.68	0.68	5.37	5.67	0.13
23/1/2010	0.650	0.77	0.81	5.58	5.90	0.14
24/1/2010	0.600	0.71	0.81	5.58	5.90	0.14
25/1/2010	0.508	0.70	0.69	5.38	5.68	0.13
26/1/2010	0.505	0.68	0.71	5.42	5.72	0.13
27/1/2010	0.477	0.68	0.67	5.35	5.64	0.12
28/1/2010	0.438	0.65	0.64	5.30	5.59	0.12
29/1/2010	0.439	0.66	0.63	5.29	5.58	0.12
30/1/2010	0.415	0.64	0.61	5.26	5.55	0.12
31/1/2010	0.457	0.67	0.65	5.31	5.61	0.12
1/2/2010	0.453	0.66	0.66	5.34	5.63	0.12
2/2/2010	0.558	0.72	0.74	5.47	5.78	0.14
3/2/2010	0.432	0.64	0.64	5.31	5.60	0.12
4/2/2010	0.809	0.83	0.93	5.77	6.11	0.16
5/2/2010	0.595	0.75	0.76	5.50	5.81	0.14
6/2/2010	0.454	0.67	0.65	5.32	5.61	0.12
7/2/2010	0.460	0.68	0.64	5.31	5.60	0.12
8/2/2010	0.485	0.70	0.66	5.34	5.63	0.12
9/2/2010	0.458	0.66	0.66	5.33	5.63	0.12
10/2/2010	0.448	0.67	0.64	5.30	5.59	0.12
11/2/2010	0.452	0.64	0.68	5.37	5.66	0.13
12/2/2010	0.525	0.70	0.71	5.42	5.72	0.13

«continuación»

---

13/2/2010	1.100	0.90	1.17	6.13	6.51	0.19
14/2/2010	1.912	1.09	1.66	6.82	7.26	0.24
15/2/2010	0.713	0.78	0.87	5.69	6.02	0.15
16/2/2010	0.549	0.73	0.71	5.43	5.73	0.13
17/2/2010	0.506	0.68	0.71	5.42	5.72	0.13
18/2/2010	0.499	0.68	0.70	5.41	5.71	0.13
19/2/2010	0.504	0.70	0.68	5.38	5.67	0.13
20/2/2010	0.460	0.68	0.64	5.31	5.60	0.12
21/2/2010	0.762	0.80	0.90	5.73	6.07	0.16
22/2/2010	3.181	1.29	2.32	7.54	8.06	0.31
23/2/2010	2.221	1.14	1.84	7.05	7.52	0.26
24/2/2010	2.240	1.13	1.87	7.09	7.56	0.26
25/2/2010	2.239	1.14	1.85	7.07	7.54	0.26
26/2/2010	1.682	1.05	1.52	6.63	7.05	0.23
27/2/2010	1.423	0.99	1.37	6.42	6.82	0.21
28/2/2010	1.361	0.97	1.33	6.37	6.76	0.21
1/3/2010	1.131	0.90	1.19	6.16	6.54	0.19
2/3/2010	0.709	0.77	0.87	5.68	6.01	0.15
3/3/2010	0.550	0.71	0.74	5.47	5.78	0.14
4/3/2010	0.498	0.68	0.69	5.40	5.70	0.13
5/3/2010	0.497	0.69	0.69	5.38	5.68	0.13
6/3/2010	0.723	0.77	0.89	5.71	6.04	0.16
7/3/2010	0.631	0.73	0.82	5.60	5.92	0.15
8/3/2010	0.508	0.70	0.69	5.38	5.68	0.13
9/3/2010	0.473	0.67	0.67	5.36	5.65	0.13
10/3/2010	0.430	0.66	0.62	5.27	5.55	0.12
11/3/2010	0.468	0.67	0.67	5.35	5.64	0.12
12/3/2010	0.478	0.69	0.66	5.33	5.63	0.12
13/3/2010	0.486	0.68	0.68	5.37	5.67	0.13
14/3/2010	0.483	0.68	0.68	5.37	5.67	0.13
15/3/2010	0.493	0.68	0.69	5.38	5.68	0.13
16/3/2010	0.528	0.70	0.72	5.44	5.74	0.13
17/3/2010	0.575	0.73	0.75	5.49	5.80	0.14
18/3/2010	0.544	0.70	0.74	5.46	5.77	0.13
19/3/2010	0.449	0.67	0.64	5.30	5.59	0.12
20/3/2010	0.765	0.80	0.91	5.75	6.08	0.16
21/3/2010	0.467	0.67	0.66	5.34	5.64	0.12
22/3/2010	0.457	0.67	0.65	5.31	5.61	0.12
23/3/2010	0.472	0.68	0.66	5.34	5.64	0.12
24/3/2010	0.462	0.68	0.65	5.32	5.61	0.12
25/3/2010	0.502	0.69	0.70	5.40	5.70	0.13
26/3/2010	0.486	0.68	0.68	5.37	5.67	0.13
27/3/2010	1.074	0.89	1.15	6.10	6.47	0.19
28/3/2010	1.001	0.87	1.09	6.02	6.38	0.18
29/3/2010	0.625	0.74	0.80	5.57	5.89	0.14
30/3/2010	0.523	0.70	0.71	5.42	5.72	0.13
31/3/2010	0.504	0.70	0.68	5.38	5.67	0.13

---



«continuación»

---

1/4/2010	0.412	0.65	0.61	5.25	5.53	0.12
2/4/2010	0.408	0.63	0.61	5.26	5.55	0.12
3/4/2010	0.406	0.63	0.61	5.26	5.55	0.12
4/4/2010	0.406	0.63	0.61	5.26	5.55	0.12
5/4/2010	0.406	0.63	0.61	5.26	5.55	0.12
6/4/2010	0.411	0.65	0.61	5.25	5.53	0.12
7/4/2010	0.401	0.62	0.61	5.26	5.54	0.12
8/4/2010	0.397	0.61	0.62	5.27	5.56	0.12
9/4/2010	0.398	0.65	0.58	5.21	5.48	0.11
10/4/2010	0.397	0.61	0.62	5.27	5.56	0.12
11/4/2010	0.389	0.61	0.61	5.25	5.53	0.12
12/4/2010	0.373	0.62	0.58	5.20	5.48	0.11
13/4/2010	0.347	0.59	0.56	5.17	5.44	0.11
14/4/2010	0.361	0.60	0.57	5.19	5.47	0.11
15/4/2010	0.364	0.60	0.58	5.21	5.49	0.11
16/4/2010	0.359	0.64	0.54	5.13	5.40	0.10
17/4/2010	0.335	0.57	0.56	5.18	5.45	0.11
18/4/2010	0.345	0.58	0.57	5.18	5.46	0.11
19/4/2010	0.345	0.58	0.57	5.18	5.46	0.11
20/4/2010	0.355	0.62	0.55	5.15	5.42	0.11
21/4/2010	0.333	0.60	0.53	5.11	5.38	0.10
22/4/2010	0.335	0.57	0.56	5.18	5.45	0.11
23/4/2010	0.324	0.59	0.53	5.11	5.38	0.10
24/4/2010	0.318	0.55	0.55	5.15	5.42	0.11
25/4/2010	0.324	0.59	0.53	5.11	5.38	0.10
26/4/2010	0.317	0.56	0.54	5.13	5.40	0.10
27/4/2010	0.320	0.60	0.51	5.08	5.35	0.10
28/4/2010	0.321	0.58	0.52	5.11	5.38	0.10
29/4/2010	0.334	0.59	0.54	5.14	5.41	0.11
30/4/2010	0.338	0.61	0.52	5.11	5.38	0.10
22/12/2010	0.376	0.62	0.58	5.21	5.49	0.11
23/12/2010	0.860	0.83	0.98	5.86	6.21	0.17
24/12/2010	0.460	0.68	0.64	5.31	5.60	0.12
25/12/2010	0.572	0.72	0.75	5.49	5.80	0.14
26/12/2010	0.534	0.69	0.74	5.47	5.78	0.13
27/12/2010	0.518	0.68	0.73	5.46	5.76	0.13
28/12/2010	0.463	0.67	0.66	5.34	5.63	0.12
29/12/2010	0.462	0.68	0.65	5.32	5.61	0.12
30/12/2010	0.444	0.64	0.66	5.34	5.63	0.12
31/12/2010	0.414	0.66	0.60	5.24	5.52	0.11

---

Fuente: Elaboración propia, 2016.

**Parámetros Hidráulicos obtenidos del Modelamiento con Hec-Ras**

<b>Fecha</b>	<b>Caudal promedio</b>	<b>Velocidad media</b>	<b>Área mojada</b>	<b>Perímetro mojado</b>	<b>Ancho de espejo</b>	<b>Radio hidráulico</b>
	Q	V	A	P	T	R
	(m <sup>3</sup> /seg)	(m/seg)	(m <sup>2</sup> )	(m)	(m)	(m)
1/1/2011	0.418	0.65	0.62	5.27	5.55	0.12
2/1/2011	0.406	0.63	0.61	5.26	5.55	0.12
3/1/2011	0.397	0.61	0.62	5.27	5.56	0.12
4/1/2011	0.379	0.64	0.57	5.18	5.46	0.11
5/1/2011	0.370	0.61	0.58	5.20	5.48	0.11
6/1/2011	0.377	0.64	0.56	5.17	5.45	0.11
7/1/2011	0.363	0.63	0.55	5.15	5.42	0.11
8/1/2011	0.375	0.63	0.57	5.18	5.46	0.11
9/1/2011	0.443	0.66	0.64	5.30	5.59	0.12
10/1/2011	0.564	0.72	0.75	5.49	5.79	0.14
11/1/2011	0.951	0.86	1.05	5.96	6.32	0.18
12/1/2011	0.621	0.74	0.80	5.57	5.89	0.14
13/1/2011	0.361	0.60	0.57	5.19	5.47	0.11
14/1/2011	0.368	0.61	0.58	5.19	5.47	0.11
15/1/2011	0.358	0.60	0.57	5.19	5.47	0.11
16/1/2011	0.393	0.61	0.61	5.26	5.54	0.12
17/1/2011	0.382	0.65	0.56	5.17	5.45	0.11
18/1/2011	0.402	0.64	0.60	5.24	5.53	0.12
19/1/2011	0.393	0.61	0.61	5.26	5.54	0.12
20/1/2011	0.378	0.62	0.59	5.21	5.49	0.11
21/1/2011	0.390	0.62	0.60	5.23	5.52	0.11
22/1/2011	0.398	0.65	0.58	5.21	5.48	0.11
23/1/2011	0.631	0.73	0.82	5.60	5.92	0.15
24/1/2011	1.670	1.04	1.53	6.64	7.07	0.23
25/1/2011	1.352	0.97	1.32	6.36	6.75	0.21
26/1/2011	1.252	0.96	1.24	6.24	6.62	0.20
27/1/2011	2.103	1.12	1.77	6.97	7.43	0.25
28/1/2011	1.868	1.08	1.64	6.79	7.23	0.24
29/1/2011	1.688	1.04	1.54	6.65	7.08	0.23
30/1/2011	2.118	1.13	1.77	6.97	7.43	0.25
31/1/2011	2.282	1.15	1.88	7.10	7.58	0.26
1/2/2011	2.227	1.15	1.84	7.05	7.51	0.26
2/2/2011	2.713	1.21	2.11	7.39	7.89	0.29
3/2/2011	2.362	1.16	1.92	7.15	7.63	0.27
4/2/2011	2.568	1.19	2.04	7.30	7.79	0.28
5/2/2011	2.093	1.11	1.78	6.97	7.43	0.25
6/2/2011	4.509	1.48	2.87	7.69	8.27	0.37
7/2/2011	2.733	1.23	2.10	7.38	7.88	0.28
8/2/2011	3.464	1.34	2.44	7.57	8.11	0.32
9/2/2011	3.116	1.28	2.30	7.53	8.05	0.31
10/2/2011	2.473	1.18	1.98	7.23	7.71	0.27
11/2/2011	2.113	1.12	1.78	6.97	7.43	0.25

«continuación»

---

12/2/2011	1.741	1.05	1.57	6.69	7.13	0.23
13/2/2011	1.528	1.01	1.43	6.51	6.92	0.22
14/2/2011	1.957	1.09	1.69	6.86	7.31	0.25
15/2/2011	2.387	1.17	1.93	7.17	7.65	0.27
16/2/2011	1.732	1.05	1.55	6.68	7.11	0.23
17/2/2011	1.373	0.98	1.33	6.37	6.76	0.21
18/2/2011	1.935	1.10	1.67	6.83	7.28	0.24
19/2/2011	2.976	1.26	2.24	7.51	8.03	0.30
20/2/2011	5.248	1.56	3.15	7.77	8.38	0.40
21/2/2011	5.075	1.54	3.09	7.76	8.35	0.40
22/2/2011	4.509	1.48	2.87	7.69	8.27	0.37
23/2/2011	4.761	1.50	2.97	7.72	8.31	0.39
24/2/2011	7.586	1.80	3.95	8.00	8.68	0.49
25/2/2011	4.270	1.44	2.78	7.67	8.24	0.36
26/2/2011	3.211	1.30	2.34	7.54	8.07	0.31
27/2/2011	2.707	1.21	2.10	7.38	7.88	0.28
28/2/2011	2.361	1.17	1.91	7.14	7.61	0.27
1/3/2011	1.742	1.05	1.57	6.70	7.13	0.23
2/3/2011	1.297	0.96	1.29	6.31	6.70	0.20
3/3/2011	1.112	0.91	1.16	6.12	6.50	0.19
4/3/2011	1.120	0.90	1.18	6.15	6.53	0.19
5/3/2011	1.242	0.94	1.26	6.27	6.65	0.20
6/3/2011	1.180	0.93	1.20	6.18	6.56	0.19
7/3/2011	1.007	0.89	1.08	6.00	6.36	0.18
8/3/2011	1.020	0.88	1.10	6.04	6.40	0.18
9/3/2011	0.999	0.88	1.08	6.01	6.37	0.18
10/3/2011	0.816	0.81	0.96	5.82	6.17	0.16
11/3/2011	0.678	0.77	0.84	5.63	5.96	0.15
12/3/2011	0.739	0.81	0.87	5.68	6.01	0.15
13/3/2011	0.835	0.81	0.98	5.85	6.19	0.17
14/3/2011	0.988	0.88	1.07	5.99	6.35	0.18
15/3/2011	0.932	0.86	1.03	5.93	6.28	0.17
16/3/2011	0.849	0.82	0.98	5.85	6.20	0.17
17/3/2011	0.771	0.77	0.95	5.80	6.14	0.16
18/3/2011	0.893	0.85	1.00	5.89	6.24	0.17
19/3/2011	1.143	0.93	1.17	6.14	6.52	0.19
20/3/2011	0.813	0.81	0.95	5.81	6.16	0.16
21/3/2011	0.697	0.78	0.85	5.66	5.98	0.15
22/3/2011	0.660	0.75	0.84	5.63	5.95	0.15
23/3/2011	0.666	0.76	0.84	5.63	5.95	0.15
24/3/2011	0.598	0.73	0.78	5.53	5.85	0.14
25/3/2011	0.653	0.75	0.83	5.61	5.94	0.15
26/3/2011	0.749	0.79	0.90	5.74	6.07	0.16
27/3/2011	0.857	0.82	0.99	5.87	6.22	0.17
28/3/2011	0.790	0.80	0.94	5.80	6.14	0.16
29/3/2011	0.729	0.79	0.88	5.70	6.03	0.15
30/3/2011	0.639	0.75	0.81	5.58	5.90	0.14

---

«continuación»

---

31/3/2011	0.702	0.78	0.86	5.67	5.99	0.15
1/4/2011	0.655	0.75	0.83	5.62	5.94	0.15
2/4/2011	0.573	0.72	0.76	5.51	5.82	0.14
3/4/2011	0.518	0.68	0.73	5.46	5.76	0.13
4/4/2011	0.471	0.69	0.65	5.32	5.61	0.12
5/4/2011	0.510	0.69	0.70	5.41	5.71	0.13
6/4/2011	0.711	0.77	0.88	5.69	6.02	0.15
7/4/2011	1.190	0.94	1.20	6.18	6.56	0.19
8/4/2011	1.207	0.93	1.23	6.23	6.61	0.20
9/4/2011	1.521	1.00	1.44	6.52	6.93	0.22
10/4/2011	1.439	0.99	1.38	6.43	6.84	0.21
11/4/2011	0.711	0.77	0.88	5.69	6.02	0.15
12/4/2011	0.591	0.73	0.77	5.53	5.84	0.14
13/4/2011	0.583	0.72	0.77	5.52	5.83	0.14
14/4/2011	0.583	0.72	0.77	5.52	5.83	0.14
15/4/2011	0.581	0.74	0.75	5.49	5.79	0.14
16/4/2011	0.580	0.72	0.76	5.51	5.82	0.14
17/4/2011	0.570	0.74	0.74	5.47	5.77	0.13
18/4/2011	0.573	0.72	0.76	5.51	5.82	0.14
19/4/2011	0.547	0.70	0.75	5.49	5.79	0.14
20/4/2011	0.533	0.70	0.72	5.44	5.75	0.13
21/4/2011	0.516	0.70	0.71	5.42	5.72	0.13
22/4/2011	0.514	0.70	0.70	5.41	5.71	0.13
23/4/2011	0.511	0.70	0.69	5.39	5.69	0.13
24/4/2011	0.506	0.68	0.71	5.42	5.72	0.13
25/4/2011	0.492	0.68	0.69	5.38	5.68	0.13
26/4/2011	0.490	0.68	0.68	5.38	5.68	0.13
27/4/2011	0.491	0.67	0.70	5.40	5.70	0.13
28/4/2011	0.457	0.67	0.65	5.31	5.61	0.12
29/4/2011	0.435	0.66	0.63	5.29	5.58	0.12
30/4/2011	0.435	0.66	0.63	5.29	5.58	0.12
22/12/2011	0.356	0.58	0.59	5.21	5.49	0.11
23/12/2011	0.671	0.76	0.84	5.64	5.97	0.15
24/12/2011	0.435	0.66	0.63	5.29	5.58	0.12
25/12/2011	0.439	0.66	0.63	5.29	5.58	0.12
26/12/2011	1.665	1.04	1.51	6.62	7.05	0.23
27/12/2011	2.917	1.24	2.21	7.50	8.02	0.29
28/12/2011	5.193	1.55	3.14	7.77	8.37	0.40
29/12/2011	1.938	1.09	1.68	6.84	7.29	0.25
30/12/2011	1.895	1.08	1.65	6.81	7.26	0.24
31/12/2011	1.878	1.08	1.65	6.80	7.25	0.24

---

Fuente: Elaboración propia, 2016.

**Parámetros Hidráulicos obtenidos del Modelamiento con Hec-Ras**

<b>Fecha</b>	<b>Caudal promedio</b>	<b>Velocidad media</b>	<b>Área mojada</b>	<b>Perímetro mojado</b>	<b>Ancho de espejo</b>	<b>Radio hidráulico</b>
	Q	V	A	P	T	R
	(m <sup>3</sup> /seg)	(m/seg)	(m <sup>2</sup> )	(m)	(m)	(m)
1/1/2012	4.521	1.48	2.88	7.70	8.27	0.37
2/1/2012	3.995	1.41	2.67	7.64	8.19	0.35
3/1/2012	6.251	1.66	3.52	7.88	8.52	0.45
4/1/2012	6.089	1.65	3.45	7.86	8.49	0.44
5/1/2012	6.767	1.72	3.68	7.92	8.58	0.46
6/1/2012	8.268	1.85	4.17	8.06	8.76	0.52
7/1/2012	7.715	1.80	4.01	8.02	8.70	0.50
8/1/2012	4.678	1.50	2.93	7.71	8.30	0.38
9/1/2012	3.349	1.31	2.41	7.56	8.09	0.32
10/1/2012	1.976	1.10	1.70	6.87	7.32	0.25
11/1/2012	1.524	1.01	1.43	6.51	6.93	0.22
12/1/2012	1.395	0.97	1.36	6.41	6.81	0.21
13/1/2012	1.232	0.94	1.24	6.24	6.63	0.20
14/1/2012	1.101	0.89	1.17	6.14	6.51	0.19
15/1/2012	0.979	0.87	1.07	6.00	6.36	0.18
16/1/2012	0.915	0.85	1.03	5.92	6.28	0.17
17/1/2012	0.953	0.86	1.05	5.97	6.32	0.18
18/1/2012	1.185	0.93	1.20	6.19	6.57	0.19
19/1/2012	1.575	1.02	1.46	6.56	6.97	0.22
20/1/2012	2.890	1.24	2.19	7.49	8.00	0.29
21/1/2012	1.986	1.10	1.70	6.88	7.33	0.25
22/1/2012	2.150	1.13	1.80	7.00	7.46	0.26
23/1/2012	1.650	1.04	1.50	6.60	7.02	0.23
24/1/2012	1.236	0.94	1.24	6.25	6.63	0.20
25/1/2012	1.362	0.96	1.34	6.38	6.78	0.21
26/1/2012	1.931	1.09	1.68	6.84	7.29	0.25
27/1/2012	2.272	1.15	1.87	7.09	7.56	0.26
28/1/2012	3.233	1.29	2.36	7.55	8.08	0.31
29/1/2012	2.946	1.26	2.21	7.50	8.02	0.29
30/1/2012	2.506	1.19	1.99	7.25	7.74	0.28
31/1/2012	2.253	1.15	1.85	7.06	7.53	0.26
1/2/2012	2.859	1.23	2.19	7.49	8.00	0.29
2/2/2012	3.454	1.33	2.45	7.57	8.11	0.32
3/2/2012	4.215	1.43	2.77	7.66	8.23	0.36
4/2/2012	9.330	1.93	4.50	8.16	8.88	0.55
5/2/2012	6.362	1.68	3.54	7.89	8.52	0.45
6/2/2012	7.316	1.76	3.88	7.98	8.65	0.49
7/2/2012	5.461	1.58	3.23	7.80	8.41	0.41
8/2/2012	5.102	1.55	3.10	7.76	8.36	0.40
9/2/2012	4.374	1.46	2.82	7.68	8.25	0.37
10/2/2012	6.980	1.73	3.77	7.95	8.61	0.47
11/2/2012	9.776	1.96	4.64	8.19	8.93	0.57

«continuación»

---

12/2/2012	11.277	2.08	5.04	8.30	9.07	0.61
13/2/2012	6.262	1.67	3.51	7.88	8.51	0.45
14/2/2012	6.157	1.66	3.47	7.87	8.50	0.44
15/2/2012	8.655	1.88	4.30	8.10	8.80	0.53
16/2/2012	9.078	1.91	4.42	8.13	8.85	0.54
17/2/2012	7.438	1.78	3.90	7.99	8.66	0.49
18/2/2012	7.909	1.82	4.06	8.03	8.72	0.51
19/2/2012	8.062	1.83	4.11	8.05	8.74	0.51
20/2/2012	6.753	1.71	3.69	7.93	8.58	0.46
21/2/2012	5.174	1.55	3.12	7.77	8.37	0.40
22/2/2012	4.387	1.46	2.83	7.68	8.25	0.37
23/2/2012	4.248	1.43	2.79	7.67	8.24	0.36
24/2/2012	4.104	1.41	2.74	7.66	8.22	0.36
25/2/2012	3.003	1.26	2.25	7.52	8.03	0.30
26/2/2012	2.661	1.21	2.08	7.35	7.85	0.28
27/2/2012	2.771	1.22	2.14	7.42	7.93	0.29
28/2/2012	2.476	1.18	1.98	7.23	7.71	0.27
29/2/2012	2.416	1.18	1.93	7.17	7.65	0.27
1/3/2012	2.629	1.20	2.06	7.33	7.82	0.28
2/3/2012	2.672	1.20	2.10	7.38	7.88	0.28
3/3/2012	2.807	1.22	2.16	7.45	7.96	0.29
4/3/2012	3.745	1.37	2.58	7.61	8.16	0.34
5/3/2012	3.183	1.29	2.32	7.54	8.06	0.31
6/3/2012	3.354	1.31	2.41	7.56	8.10	0.32
7/3/2012	3.703	1.36	2.56	7.60	8.15	0.34
8/3/2012	3.536	1.33	2.50	7.59	8.13	0.33
9/3/2012	3.233	1.29	2.36	7.55	8.08	0.31
10/3/2012	2.949	1.25	2.23	7.51	8.03	0.30
11/3/2012	3.200	1.29	2.34	7.54	8.07	0.31
12/3/2012	3.305	1.30	2.39	7.56	8.09	0.32
13/3/2012	2.546	1.19	2.01	7.27	7.76	0.28
14/3/2012	1.859	1.08	1.62	6.77	7.21	0.24
15/3/2012	1.502	1.00	1.43	6.51	6.92	0.22
16/3/2012	1.519	1.01	1.42	6.50	6.91	0.22
17/3/2012	1.515	1.01	1.42	6.49	6.90	0.22
18/3/2012	1.447	0.99	1.38	6.44	6.85	0.21
19/3/2012	1.442	0.98	1.39	6.45	6.86	0.22
20/3/2012	1.489	1.00	1.41	6.47	6.88	0.22
21/3/2012	1.261	0.95	1.26	6.27	6.65	0.20
22/3/2012	1.083	0.89	1.15	6.11	6.49	0.19
23/3/2012	0.989	0.87	1.07	6.00	6.36	0.18
24/3/2012	0.940	0.86	1.04	5.94	6.30	0.17
25/3/2012	1.002	0.88	1.08	6.01	6.37	0.18
26/3/2012	1.252	0.96	1.24	6.24	6.62	0.20
27/3/2012	1.191	0.93	1.22	6.21	6.59	0.20
28/3/2012	1.042	0.89	1.11	6.06	6.42	0.18
29/3/2012	1.391	0.98	1.34	6.39	6.79	0.21

---

«continuación»

---

30/3/2012	1.120	0.90	1.18	6.15	6.53	0.19
31/3/2012	0.963	0.87	1.06	5.97	6.33	0.18
1/4/2012	1.044	0.89	1.12	6.06	6.43	0.18
2/4/2012	0.978	0.87	1.07	5.99	6.35	0.18
3/4/2012	1.007	0.89	1.08	6.00	6.36	0.18
4/4/2012	1.970	1.10	1.69	6.87	7.31	0.25
5/4/2012	1.892	1.09	1.65	6.80	7.25	0.24
6/4/2012	1.722	1.04	1.56	6.69	7.12	0.23
7/4/2012	1.594	1.02	1.48	6.58	7.00	0.22
8/4/2012	1.339	0.97	1.31	6.34	6.74	0.21
9/4/2012	1.198	0.93	1.22	6.21	6.60	0.20
10/4/2012	1.098	0.91	1.15	6.11	6.48	0.19
11/4/2012	1.823	1.08	1.60	6.74	7.18	0.24
12/4/2012	2.867	1.23	2.20	7.50	8.02	0.29
13/4/2012	1.752	1.06	1.56	6.69	7.12	0.23
14/4/2012	1.372	0.97	1.34	6.38	6.78	0.21
15/4/2012	1.308	0.97	1.28	6.30	6.69	0.20
16/4/2012	1.244	0.94	1.26	6.26	6.65	0.20
17/4/2012	1.315	0.96	1.30	6.32	6.72	0.21
18/4/2012	1.605	1.01	1.50	6.60	7.03	0.23
19/4/2012	2.027	1.11	1.72	6.90	7.36	0.25
20/4/2012	1.532	1.01	1.44	6.53	6.94	0.22
21/4/2012	1.383	0.98	1.34	6.38	6.78	0.21
22/4/2012	1.532	1.01	1.44	6.53	6.94	0.22
23/4/2012	1.982	1.10	1.71	6.88	7.33	0.25
24/4/2012	2.252	1.14	1.86	7.08	7.56	0.26
25/4/2012	1.805	1.07	1.59	6.73	7.17	0.24
26/4/2012	1.470	1.00	1.39	6.45	6.85	0.21
27/4/2012	1.320	0.96	1.31	6.34	6.73	0.21
28/4/2012	1.171	0.93	1.20	6.18	6.55	0.19
29/4/2012	1.109	0.90	1.17	6.14	6.51	0.19
30/4/2012	1.077	0.89	1.14	6.10	6.47	0.19
1/5/2012	0.975	0.87	1.06	5.98	6.34	0.18
2/5/2012	0.971	0.86	1.07	5.99	6.35	0.18
3/5/2012	0.932	0.86	1.03	5.93	6.28	0.17
4/5/2012	0.868	0.84	0.98	5.86	6.21	0.17
5/5/2012	0.808	0.81	0.95	5.81	6.15	0.16
6/5/2012	0.778	0.80	0.93	5.77	6.11	0.16
7/5/2012	0.752	0.80	0.89	5.72	6.05	0.16
8/5/2012	0.736	0.80	0.88	5.70	6.03	0.15
9/5/2012	0.717	0.78	0.88	5.69	6.02	0.15
10/5/2012	0.707	0.77	0.87	5.68	6.01	0.15
11/5/2012	0.695	0.77	0.86	5.67	5.99	0.15
12/5/2012	0.686	0.77	0.85	5.64	5.97	0.15
13/5/2012	0.677	0.77	0.84	5.64	5.96	0.15
14/5/2012	0.658	0.75	0.83	5.62	5.95	0.15
15/5/2012	0.650	0.77	0.81	5.58	5.90	0.14

---

«continuación»

---

16/5/2012	0.643	0.74	0.83	5.61	5.94	0.15
17/5/2012	0.635	0.75	0.80	5.57	5.89	0.14
18/5/2012	0.639	0.75	0.81	5.58	5.90	0.14
19/5/2012	0.637	0.75	0.80	5.58	5.89	0.14
20/5/2012	0.632	0.75	0.80	5.58	5.89	0.14
21/5/2012	0.623	0.74	0.80	5.57	5.89	0.14
22/5/2012	0.610	0.73	0.79	5.56	5.87	0.14
23/5/2012	0.605	0.74	0.78	5.54	5.86	0.14
24/5/2012	0.596	0.74	0.77	5.52	5.83	0.14
25/5/2012	0.595	0.75	0.76	5.50	5.81	0.14
26/5/2012	0.593	0.72	0.78	5.54	5.85	0.14
27/5/2012	0.576	0.72	0.76	5.50	5.82	0.14
28/5/2012	0.582	0.74	0.75	5.49	5.80	0.14
29/5/2012	0.582	0.74	0.75	5.49	5.80	0.14
30/5/2012	0.597	0.75	0.76	5.50	5.81	0.14
31/5/2012	0.579	0.73	0.76	5.50	5.81	0.14
5/12/2012	0.536	0.72	0.71	5.42	5.73	0.13
6/12/2012	0.460	0.68	0.64	5.31	5.60	0.12
7/12/2012	0.568	0.73	0.74	5.47	5.78	0.14
8/12/2012	0.614	0.74	0.79	5.56	5.88	0.14
9/12/2012	0.531	0.68	0.75	5.48	5.79	0.14
10/12/2012	0.534	0.69	0.74	5.47	5.78	0.13
11/12/2012	0.483	0.68	0.68	5.37	5.67	0.13
12/12/2012	0.433	0.67	0.62	5.27	5.56	0.12
13/12/2012	0.411	0.65	0.61	5.25	5.53	0.12
14/12/2012	0.444	0.64	0.66	5.34	5.63	0.12
15/12/2012	0.507	0.66	0.73	5.46	5.76	0.13
16/12/2012	0.625	0.74	0.80	5.57	5.89	0.14
17/12/2012	0.648	0.76	0.81	5.59	5.91	0.15
18/12/2012	1.005	0.88	1.09	6.02	6.38	0.18
19/12/2012	0.739	0.81	0.87	5.68	6.01	0.15
20/12/2012	0.572	0.72	0.75	5.49	5.80	0.14
21/12/2012	0.512	0.68	0.72	5.44	5.74	0.13
22/12/2012	1.169	0.92	1.20	6.18	6.56	0.19
23/12/2012	1.577	1.02	1.46	6.55	6.97	0.22
24/12/2012	1.331	0.97	1.30	6.33	6.72	0.21
25/12/2012	1.138	0.91	1.19	6.17	6.55	0.19
26/12/2012	1.112	0.91	1.16	6.12	6.50	0.19
27/12/2012	0.755	0.80	0.90	5.73	6.06	0.16
28/12/2012	0.614	0.74	0.79	5.56	5.88	0.14
29/12/2012	0.552	0.71	0.74	5.48	5.78	0.14
30/12/2012	0.512	0.68	0.72	5.44	5.74	0.13
31/12/2012	0.486	0.68	0.68	5.37	5.67	0.13

---

Fuente: Elaboración propia, 2016.



**Parámetros Hidráulicos obtenidos del Modelamiento con Hec-Ras**

<b>Fecha</b>	<b>Caudal promedio</b>	<b>Velocidad media</b>	<b>Área mojada</b>	<b>Perímetro mojado</b>	<b>Ancho de espejo</b>	<b>Radio hidráulico</b>
	Q	V	A	P	T	R
	(m <sup>3</sup> /seg)	(m/seg)	(m <sup>2</sup> )	(m)	(m)	(m)
1/1/2013	0.562	0.73	0.73	5.46	5.77	0.13
2/1/2013	0.541	0.69	0.75	5.49	5.80	0.14
3/1/2013	0.528	0.70	0.72	5.44	5.74	0.13
4/1/2013	0.543	0.70	0.74	5.46	5.77	0.13
5/1/2013	0.740	0.77	0.91	5.74	6.08	0.16
6/1/2013	0.729	0.79	0.88	5.70	6.03	0.15
7/1/2013	0.597	0.75	0.76	5.50	5.81	0.14
8/1/2013	0.599	0.73	0.78	5.54	5.85	0.14
9/1/2013	0.800	0.81	0.94	5.79	6.13	0.16
10/1/2013	1.147	0.92	1.18	6.16	6.53	0.19
11/1/2013	2.197	1.14	1.83	7.04	7.50	0.26
12/1/2013	3.342	1.31	2.40	7.56	8.09	0.32
13/1/2013	2.235	1.14	1.85	7.07	7.53	0.26
14/1/2013	2.844	1.23	2.18	7.48	7.99	0.29
15/1/2013	2.644	1.21	2.06	7.33	7.83	0.28
16/1/2013	4.005	1.40	2.69	7.64	8.20	0.35
17/1/2013	5.007	1.53	3.07	7.75	8.35	0.40
18/1/2013	7.006	1.74	3.76	7.95	8.61	0.47
19/1/2013	5.425	1.57	3.23	7.80	8.41	0.41
20/1/2013	4.014	1.40	2.70	7.64	8.21	0.35
21/1/2013	2.578	1.19	2.04	7.30	7.79	0.28
22/1/2013	2.130	1.12	1.79	6.99	7.45	0.26
23/1/2013	1.851	1.08	1.63	6.78	7.22	0.24
24/1/2013	1.561	1.02	1.45	6.54	6.95	0.22
25/1/2013	1.343	0.97	1.31	6.35	6.74	0.21
26/1/2013	1.213	0.93	1.24	6.24	6.62	0.20
27/1/2013	1.078	0.91	1.13	6.08	6.45	0.19
28/1/2013	1.218	0.93	1.24	6.24	6.62	0.20
29/1/2013	2.101	1.12	1.77	6.97	7.43	0.25
30/1/2013	1.734	1.06	1.55	6.67	7.10	0.23
31/1/2013	1.311	0.96	1.30	6.33	6.72	0.21
1/2/2013	1.253	0.94	1.26	6.27	6.66	0.20
2/2/2013	1.245	0.95	1.25	6.25	6.64	0.20
3/2/2013	1.683	1.04	1.53	6.64	7.07	0.23
4/2/2013	2.327	1.16	1.89	7.12	7.59	0.27
5/2/2013	9.366	1.93	4.52	8.16	8.88	0.55
6/2/2013	7.401	1.78	3.89	7.98	8.65	0.49
7/2/2013	4.711	1.50	2.96	7.72	8.30	0.38
8/2/2013	3.720	1.36	2.57	7.61	8.16	0.34
9/2/2013	3.240	1.30	2.35	7.54	8.07	0.31
10/2/2013	3.038	1.26	2.27	7.52	8.04	0.30
11/2/2013	2.559	1.19	2.03	7.29	7.78	0.28

«continuación»

---

12/2/2013	2.221	1.14	1.84	7.05	7.52	0.26
13/2/2013	1.988	1.10	1.70	6.88	7.33	0.25
14/2/2013	1.856	1.08	1.63	6.78	7.22	0.24
15/2/2013	1.976	1.10	1.70	6.87	7.32	0.25
16/2/2013	1.781	1.06	1.59	6.72	7.16	0.24
17/2/2013	1.624	1.03	1.49	6.60	7.02	0.23
18/2/2013	1.551	1.01	1.45	6.53	6.95	0.22
19/2/2013	2.240	1.13	1.87	7.09	7.56	0.26
20/2/2013	2.797	1.23	2.14	7.43	7.93	0.29
21/2/2013	2.766	1.21	2.15	7.44	7.94	0.29
22/2/2013	6.694	1.71	3.67	7.92	8.57	0.46
23/2/2013	4.766	1.50	2.98	7.72	8.31	0.39
24/2/2013	3.189	1.29	2.32	7.54	8.06	0.31
25/2/2013	2.654	1.20	2.09	7.37	7.86	0.28
26/2/2013	2.484	1.19	1.98	7.23	7.71	0.27
27/2/2013	2.395	1.17	1.93	7.17	7.65	0.27
28/2/2013	3.571	1.35	2.50	7.59	8.13	0.33
1/3/2013	4.824	1.51	3.00	7.73	8.32	0.39
2/3/2013	3.972	1.40	2.67	7.64	8.20	0.35
3/3/2013	3.454	1.33	2.45	7.57	8.11	0.32
4/3/2013	4.114	1.41	2.73	7.66	8.22	0.36
5/3/2013	4.268	1.44	2.78	7.67	8.24	0.36
6/3/2013	4.640	1.48	2.95	7.72	8.30	0.38
7/3/2013	5.657	1.61	3.30	7.82	8.43	0.42
8/3/2013	5.396	1.58	3.20	7.79	8.40	0.41
9/3/2013	6.656	1.71	3.64	7.91	8.56	0.46
10/3/2013	4.162	1.43	2.75	7.66	8.22	0.36
11/3/2013	2.986	1.25	2.25	7.51	8.03	0.30
12/3/2013	2.528	1.19	2.01	7.26	7.75	0.28
13/3/2013	2.350	1.17	1.90	7.14	7.61	0.27
14/3/2013	2.184	1.14	1.82	7.02	7.49	0.26
15/3/2013	2.077	1.12	1.75	6.94	7.40	0.25
16/3/2013	2.066	1.11	1.76	6.95	7.41	0.25
17/3/2013	2.114	1.12	1.78	6.98	7.44	0.26
18/3/2013	1.902	1.09	1.65	6.81	7.25	0.24
19/3/2013	1.638	1.03	1.50	6.61	7.03	0.23
20/3/2013	1.513	1.01	1.42	6.49	6.90	0.22
21/3/2013	1.365	0.97	1.33	6.37	6.77	0.21
22/3/2013	1.124	0.91	1.17	6.14	6.51	0.19
23/3/2013	1.049	0.88	1.13	6.08	6.45	0.19
24/3/2013	1.001	0.87	1.09	6.02	6.38	0.18
25/3/2013	0.929	0.86	1.03	5.93	6.29	0.17
26/3/2013	0.907	0.85	1.01	5.91	6.26	0.17
27/3/2013	0.884	0.84	1.00	5.89	6.24	0.17
28/3/2013	0.850	0.84	0.97	5.83	6.17	0.17
29/3/2013	0.834	0.82	0.97	5.83	6.18	0.17
30/3/2013	0.801	0.81	0.94	5.79	6.13	0.16

---

«continuación»

---

31/3/2013	0.780	0.80	0.93	5.77	6.11	0.16
1/4/2013	0.733	0.80	0.87	5.68	6.01	0.15
2/4/2013	0.713	0.78	0.87	5.69	6.02	0.15
3/4/2013	0.707	0.77	0.87	5.68	6.01	0.15
4/4/2013	0.691	0.77	0.85	5.65	5.98	0.15
5/4/2013	0.670	0.77	0.83	5.62	5.94	0.15
6/4/2013	0.665	0.76	0.83	5.62	5.94	0.15
7/4/2013	0.642	0.75	0.81	5.59	5.91	0.15
8/4/2013	0.627	0.74	0.81	5.58	5.90	0.14
9/4/2013	0.623	0.74	0.80	5.57	5.89	0.14
10/4/2013	0.623	0.74	0.80	5.57	5.89	0.14
11/4/2013	0.619	0.74	0.79	5.56	5.88	0.14
12/4/2013	0.611	0.74	0.78	5.54	5.86	0.14
13/4/2013	0.614	0.74	0.79	5.56	5.88	0.14
14/4/2013	0.606	0.74	0.78	5.54	5.85	0.14
15/4/2013	0.599	0.73	0.78	5.54	5.85	0.14
16/4/2013	0.597	0.75	0.76	5.50	5.81	0.14
17/4/2013	0.602	0.72	0.80	5.57	5.88	0.14
18/4/2013	0.608	0.74	0.78	5.54	5.85	0.14
19/4/2013	0.604	0.74	0.77	5.53	5.84	0.14
20/4/2013	0.577	0.72	0.76	5.51	5.82	0.14
21/4/2013	0.568	0.73	0.74	5.47	5.78	0.14
22/4/2013	0.577	0.72	0.76	5.51	5.82	0.14
23/4/2013	0.568	0.73	0.74	5.47	5.78	0.14
24/4/2013	0.569	0.71	0.77	5.52	5.83	0.14
25/4/2013	0.563	0.73	0.74	5.47	5.78	0.13
26/4/2013	0.557	0.72	0.74	5.47	5.78	0.13
27/4/2013	0.551	0.72	0.73	5.46	5.77	0.13
28/4/2013	0.598	0.73	0.78	5.53	5.85	0.14
29/4/2013	0.599	0.73	0.78	5.54	5.85	0.14
30/4/2013	0.575	0.73	0.75	5.49	5.80	0.14
1/5/2013	0.469	0.65	0.69	5.38	5.68	0.13
2/5/2013	0.487	0.66	0.70	5.41	5.71	0.13
3/5/2013	0.469	0.65	0.69	5.38	5.68	0.13
4/5/2013	0.465	0.67	0.66	5.34	5.63	0.12
5/5/2013	0.451	0.66	0.65	5.32	5.61	0.12
6/5/2013	0.459	0.66	0.66	5.34	5.63	0.12
7/5/2013	0.447	0.65	0.65	5.33	5.62	0.12
8/5/2013	0.449	0.67	0.64	5.30	5.59	0.12
9/5/2013	0.446	0.67	0.64	5.30	5.59	0.12
10/5/2013	0.446	0.67	0.64	5.30	5.59	0.12
11/5/2013	0.443	0.66	0.64	5.30	5.59	0.12
12/5/2013	0.443	0.66	0.64	5.30	5.59	0.12
13/5/2013	0.435	0.66	0.63	5.29	5.58	0.12
14/5/2013	0.432	0.64	0.64	5.31	5.60	0.12
15/5/2013	0.436	0.65	0.64	5.30	5.59	0.12
16/5/2013	0.444	0.64	0.66	5.34	5.63	0.12

---

«continuación»

17/5/2013	0.482	0.66	0.69	5.40	5.69	0.13
18/5/2013	0.772	0.79	0.93	5.77	6.11	0.16
19/5/2013	0.643	0.74	0.83	5.61	5.94	0.15
20/5/2013	0.554	0.71	0.74	5.48	5.78	0.14
21/5/2013	0.511	0.70	0.69	5.39	5.69	0.13
22/5/2013	0.489	0.69	0.68	5.37	5.67	0.13
23/5/2013	0.477	0.68	0.67	5.35	5.64	0.12
24/5/2013	0.477	0.68	0.67	5.35	5.64	0.12
25/5/2013	0.474	0.68	0.66	5.34	5.64	0.12
26/5/2013	0.463	0.67	0.66	5.34	5.63	0.12
27/5/2013	0.460	0.68	0.64	5.31	5.60	0.12
28/5/2013	0.453	0.66	0.66	5.34	5.63	0.12
29/5/2013	0.450	0.68	0.63	5.28	5.57	0.12
30/5/2013	0.451	0.66	0.65	5.32	5.61	0.12
31/5/2013	0.452	0.64	0.68	5.37	5.66	0.13

Fuente: Elaboración propia, 2016.

<b>Parámetros Hidráulicos obtenidos del Modelamiento con Hec-Ras</b>						
<b>Fecha</b>	<b>Caudal promedio</b>	<b>Velocidad media</b>	<b>Área mojada</b>	<b>Perímetro mojado</b>	<b>Ancho de espejo</b>	<b>Radio hidráulico</b>
	Q	V	A	P	T	R
	(m <sup>3</sup> /seg)	(m/seg)	(m <sup>2</sup> )	(m)	(m)	(m)
1/1/2014	0.484	0.68	0.67	5.36	5.66	0.13
2/1/2014	0.480	0.66	0.70	5.40	5.70	0.13
3/1/2014	0.453	0.66	0.66	5.34	5.63	0.12
4/1/2014	0.471	0.69	0.65	5.32	5.61	0.12
5/1/2014	0.617	0.74	0.79	5.56	5.87	0.14
6/1/2014	3.191	1.28	2.34	7.54	8.07	0.31
7/1/2014	2.175	1.12	1.83	7.04	7.51	0.26
8/1/2014	1.382	0.98	1.33	6.38	6.78	0.21
9/1/2014	0.807	0.81	0.95	5.80	6.14	0.16
10/1/2014	0.687	0.76	0.86	5.66	5.99	0.15
11/1/2014	0.794	0.81	0.94	5.79	6.12	0.16
12/1/2014	0.648	0.76	0.81	5.59	5.91	0.15
13/1/2014	0.572	0.72	0.75	5.49	5.80	0.14
14/1/2014	0.746	0.80	0.89	5.71	6.04	0.16
15/1/2014	1.339	0.97	1.31	6.34	6.74	0.21
16/1/2014	1.166	0.92	1.20	6.18	6.56	0.19
17/1/2014	0.972	0.88	1.05	5.97	6.32	0.18
18/1/2014	0.829	0.83	0.95	5.81	6.15	0.16
19/1/2014	0.678	0.77	0.84	5.63	5.96	0.15
20/1/2014	1.852	1.08	1.63	6.78	7.22	0.24
21/1/2014	1.289	0.95	1.28	6.30	6.70	0.20
22/1/2014	3.239	1.30	2.35	7.54	8.07	0.31

«continuación»

---

23/1/2014	1.471	1.01	1.38	6.44	6.85	0.21
24/1/2014	1.092	0.91	1.14	6.10	6.47	0.19
25/1/2014	0.901	0.85	1.01	5.89	6.24	0.17
26/1/2014	0.796	0.80	0.94	5.80	6.14	0.16
27/1/2014	0.728	0.80	0.86	5.67	6.00	0.15
28/1/2014	0.671	0.76	0.84	5.64	5.97	0.15
29/1/2014	0.607	0.73	0.79	5.55	5.87	0.14
30/1/2014	0.557	0.72	0.74	5.47	5.78	0.13
31/1/2014	0.545	0.73	0.71	5.43	5.73	0.13
1/2/2014	0.468	0.67	0.67	5.35	5.64	0.12
2/2/2014	0.477	0.68	0.67	5.35	5.64	0.12
3/2/2014	0.463	0.67	0.66	5.34	5.63	0.12
4/2/2014	0.459	0.66	0.66	5.34	5.63	0.12
5/2/2014	0.460	0.68	0.64	5.31	5.60	0.12
6/2/2014	0.469	0.65	0.69	5.38	5.68	0.13
7/2/2014	0.466	0.65	0.68	5.38	5.67	0.13
8/2/2014	0.453	0.66	0.66	5.34	5.63	0.12
9/2/2014	0.447	0.65	0.65	5.33	5.62	0.12
10/2/2014	0.447	0.65	0.65	5.33	5.62	0.12
11/2/2014	0.439	0.66	0.63	5.29	5.58	0.12
12/2/2014	0.409	0.67	0.59	5.21	5.49	0.11
13/2/2014	0.378	0.62	0.59	5.21	5.49	0.11
14/2/2014	0.369	0.61	0.58	5.20	5.48	0.11
15/2/2014	0.391	0.62	0.60	5.23	5.52	0.11
16/2/2014	0.392	0.59	0.63	5.29	5.58	0.12
17/2/2014	0.372	0.63	0.56	5.18	5.45	0.11
18/2/2014	0.364	0.60	0.58	5.21	5.49	0.11
19/2/2014	0.358	0.60	0.57	5.19	5.47	0.11
20/2/2014	0.357	0.61	0.56	5.17	5.44	0.11
21/2/2014	0.357	0.61	0.56	5.17	5.44	0.11
22/2/2014	0.352	0.63	0.54	5.13	5.40	0.10
23/2/2014	0.355	0.62	0.55	5.15	5.42	0.11
24/2/2014	0.388	0.62	0.60	5.23	5.51	0.11
25/2/2014	0.389	0.61	0.61	5.25	5.53	0.12
26/2/2014	0.400	0.62	0.61	5.26	5.54	0.12
27/2/2014	0.430	0.66	0.62	5.27	5.55	0.12
28/2/2014	0.410	0.67	0.59	5.22	5.50	0.11
1/3/2014	0.409	0.67	0.59	5.21	5.49	0.11
2/3/2014	0.393	0.61	0.61	5.26	5.54	0.12
3/3/2014	0.390	0.62	0.60	5.23	5.52	0.11
4/3/2014	0.389	0.61	0.61	5.25	5.53	0.12
5/3/2014	0.403	0.65	0.59	5.23	5.51	0.11
6/3/2014	0.445	0.65	0.65	5.32	5.61	0.12
7/3/2014	0.449	0.67	0.64	5.30	5.59	0.12
8/3/2014	0.444	0.64	0.66	5.34	5.63	0.12
9/3/2014	0.425	0.63	0.64	5.31	5.60	0.12
10/3/2014	0.411	0.65	0.61	5.25	5.53	0.12

---

«continuación»

---

11/3/2014	0.400	0.62	0.61	5.26	5.54	0.12
12/3/2014	0.396	0.63	0.60	5.24	5.52	0.11
13/3/2014	0.398	0.65	0.58	5.21	5.48	0.11
14/3/2014	0.391	0.62	0.60	5.23	5.52	0.11
15/3/2014	0.421	0.64	0.62	5.28	5.56	0.12
16/3/2014	0.424	0.66	0.61	5.26	5.55	0.12
17/3/2014	0.459	0.66	0.66	5.34	5.63	0.12
18/3/2014	0.827	0.83	0.95	5.80	6.14	0.16
19/3/2014	0.507	0.66	0.73	5.46	5.76	0.13
20/3/2014	0.432	0.64	0.64	5.31	5.60	0.12
21/3/2014	0.419	0.65	0.62	5.27	5.55	0.12
22/3/2014	0.412	0.65	0.61	5.25	5.53	0.12
23/3/2014	0.399	0.64	0.60	5.23	5.51	0.11
24/3/2014	0.391	0.62	0.60	5.23	5.52	0.11
25/3/2014	0.383	0.64	0.57	5.19	5.46	0.11
26/3/2014	0.394	0.64	0.58	5.21	5.49	0.11
27/3/2014	0.384	0.64	0.57	5.19	5.47	0.11
28/3/2014	0.390	0.62	0.60	5.23	5.52	0.11
29/3/2014	0.386	0.64	0.57	5.19	5.47	0.11
30/3/2014	0.379	0.64	0.57	5.18	5.46	0.11
31/3/2014	0.381	0.61	0.60	5.23	5.51	0.11
1/4/2014	0.395	0.63	0.60	5.23	5.52	0.11
2/4/2014	0.427	0.63	0.65	5.31	5.61	0.12
3/4/2014	0.451	0.66	0.65	5.32	5.61	0.12
4/4/2014	0.435	0.66	0.63	5.29	5.58	0.12
5/4/2014	0.442	0.66	0.64	5.30	5.59	0.12
6/4/2014	0.465	0.67	0.66	5.34	5.63	0.12
7/4/2014	0.460	0.68	0.64	5.31	5.60	0.12
8/4/2014	0.475	0.66	0.68	5.38	5.67	0.13
9/4/2014	0.509	0.69	0.70	5.41	5.71	0.13
10/4/2014	1.061	0.90	1.12	6.06	6.43	0.18
11/4/2014	0.574	0.74	0.74	5.47	5.77	0.13
12/4/2014	0.492	0.68	0.69	5.38	5.68	0.13
13/4/2014	0.488	0.68	0.68	5.38	5.67	0.13
14/4/2014	0.454	0.67	0.65	5.32	5.61	0.12
15/4/2014	0.409	0.67	0.59	5.21	5.49	0.11
16/4/2014	0.401	0.62	0.61	5.26	5.54	0.12
17/4/2014	0.397	0.61	0.62	5.27	5.56	0.12
18/4/2014	0.398	0.65	0.58	5.21	5.48	0.11
19/4/2014	0.396	0.63	0.60	5.24	5.52	0.11
20/4/2014	0.405	0.65	0.60	5.23	5.51	0.11
21/4/2014	0.410	0.67	0.59	5.22	5.50	0.11
22/4/2014	0.388	0.62	0.60	5.23	5.51	0.11
23/4/2014	0.395	0.63	0.60	5.23	5.52	0.11
24/4/2014	0.394	0.64	0.58	5.21	5.49	0.11
25/4/2014	0.400	0.62	0.61	5.26	5.54	0.12
26/4/2014	0.402	0.64	0.60	5.24	5.53	0.12

---

«continuación»

27/4/2014	0.394	0.64	0.58	5.21	5.49	0.11
28/4/2014	0.398	0.65	0.58	5.21	5.48	0.11
29/4/2014	0.397	0.61	0.62	5.27	5.56	0.12
30/4/2014	0.401	0.62	0.61	5.26	5.54	0.12

Fuente: Elaboración propia, 2016.

**Parámetros Hidráulicos obtenidos del Modelamiento con Hec-Ras**

<b>Fecha</b>	<b>Caudal promedio</b>	<b>Velocidad media</b>	<b>Área mojada</b>	<b>Perímetro mojado</b>	<b>Ancho de espejo</b>	<b>Radio hidráulico</b>
	Q	V	A	P	T	R
	(m <sup>3</sup> /seg)	(m/seg)	(m <sup>2</sup> )	(m)	(m)	(m)
1/1/2015	0.354	0.62	0.54	5.14	5.41	0.11
2/1/2015	0.362	0.61	0.57	5.18	5.46	0.11
3/1/2015	0.356	0.58	0.59	5.21	5.49	0.11
4/1/2015	0.399	0.64	0.60	5.23	5.51	0.11
5/1/2015	0.408	0.63	0.61	5.26	5.55	0.12
6/1/2015	0.395	0.63	0.60	5.23	5.52	0.11
7/1/2015	0.384	0.64	0.57	5.19	5.47	0.11
8/1/2015	0.383	0.64	0.57	5.19	5.46	0.11
9/1/2015	0.381	0.61	0.60	5.23	5.51	0.11
10/1/2015	0.366	0.60	0.58	5.20	5.48	0.11
11/1/2015	0.364	0.60	0.58	5.21	5.49	0.11
12/1/2015	0.369	0.61	0.58	5.20	5.48	0.11
13/1/2015	0.376	0.62	0.58	5.21	5.49	0.11
14/1/2015	0.372	0.63	0.56	5.18	5.45	0.11
15/1/2015	0.374	0.62	0.57	5.19	5.47	0.11
16/1/2015	0.375	0.63	0.57	5.18	5.46	0.11
17/1/2015	0.370	0.61	0.58	5.20	5.48	0.11
18/1/2015	0.377	0.64	0.56	5.17	5.45	0.11
19/1/2015	0.366	0.60	0.58	5.20	5.48	0.11
20/1/2015	0.382	0.65	0.56	5.17	5.45	0.11
21/1/2015	0.397	0.61	0.62	5.27	5.56	0.12
22/1/2015	0.466	0.65	0.68	5.38	5.67	0.13
23/1/2015	0.869	0.83	0.99	5.87	6.22	0.17
24/1/2015	0.999	0.88	1.08	6.01	6.37	0.18
25/1/2015	0.621	0.74	0.80	5.57	5.89	0.14
26/1/2015	0.809	0.83	0.93	5.77	6.11	0.16
27/1/2015	1.651	1.04	1.50	6.61	7.03	0.23
28/1/2015	0.749	0.79	0.90	5.74	6.07	0.16
29/1/2015	0.630	0.75	0.80	5.58	5.89	0.14
30/1/2015	1.035	0.89	1.10	6.04	6.40	0.18
31/1/2015	1.022	0.88	1.10	6.03	6.40	0.18
1/2/2015	0.808	0.81	0.95	5.81	6.15	0.16

«continuación»

---

2/2/2015	0.771	0.77	0.95	5.80	6.14	0.16
3/2/2015	0.630	0.75	0.80	5.58	5.89	0.14
4/2/2015	0.829	0.83	0.95	5.81	6.15	0.16
5/2/2015	0.652	0.75	0.83	5.61	5.93	0.15
6/2/2015	0.828	0.81	0.97	5.83	6.18	0.17
7/2/2015	1.919	1.09	1.66	6.82	7.27	0.24
8/2/2015	1.234	0.93	1.25	6.26	6.65	0.20
9/2/2015	1.530	1.01	1.43	6.51	6.92	0.22
10/2/2015	1.348	0.97	1.32	6.35	6.75	0.21
11/2/2015	1.078	0.91	1.13	6.08	6.45	0.19
12/2/2015	1.948	1.10	1.68	6.84	7.29	0.25
13/2/2015	2.363	1.16	1.92	7.15	7.63	0.27
14/2/2015	4.144	1.42	2.75	7.66	8.22	0.36
15/2/2015	5.121	1.55	3.10	7.76	8.36	0.40
16/2/2015	4.247	1.43	2.79	7.67	8.24	0.36
17/2/2015	2.890	1.24	2.19	7.49	8.00	0.29
18/2/2015	1.962	1.10	1.68	6.85	7.30	0.25
19/2/2015	1.480	1.00	1.41	6.48	6.89	0.22
20/2/2015	1.239	0.94	1.25	6.25	6.64	0.20
21/2/2015	1.139	0.92	1.17	6.14	6.52	0.19
22/2/2015	1.166	0.92	1.20	6.18	6.56	0.19
23/2/2015	1.399	0.98	1.35	6.40	6.80	0.21
24/2/2015	1.211	0.93	1.24	6.24	6.62	0.20
25/2/2015	1.067	0.89	1.13	6.08	6.45	0.19
26/2/2015	1.099	0.91	1.15	6.11	6.48	0.19
27/2/2015	1.167	0.92	1.20	6.19	6.57	0.19
28/2/2015	1.114	0.92	1.15	6.12	6.49	0.19
1/3/2015	1.059	0.89	1.13	6.08	6.45	0.19
2/3/2015	1.026	0.89	1.09	6.02	6.38	0.18
3/3/2015	1.202	0.94	1.22	6.21	6.59	0.20
4/3/2015	1.354	0.97	1.33	6.37	6.77	0.21
5/3/2015	1.355	0.97	1.32	6.36	6.75	0.21
6/3/2015	1.739	1.06	1.56	6.68	7.11	0.23
7/3/2015	4.036	1.41	2.70	7.65	8.21	0.35
8/3/2015	6.569	1.70	3.61	7.91	8.55	0.46
9/3/2015	3.775	1.37	2.59	7.61	8.16	0.34
10/3/2015	3.647	1.36	2.53	7.60	8.14	0.33
11/3/2015	3.626	1.35	2.53	7.60	8.14	0.33
12/3/2015	3.553	1.34	2.49	7.58	8.13	0.33
13/3/2015	3.515	1.34	2.47	7.58	8.12	0.33
14/3/2015	3.509	1.34	2.47	7.58	8.12	0.33
15/3/2015	3.557	1.34	2.50	7.59	8.13	0.33
16/3/2015	3.592	1.36	2.49	7.59	8.13	0.33
17/3/2015	3.590	1.34	2.52	7.59	8.14	0.33
18/3/2015	3.519	1.34	2.48	7.58	8.12	0.33
19/3/2015	3.208	1.30	2.33	7.54	8.07	0.31
20/3/2015	3.167	1.29	2.32	7.54	8.06	0.31

---



«continuación»

21/3/2015	3.172	1.29	2.32	7.53	8.06	0.31
22/3/2015	2.928	1.25	2.21	7.50	8.02	0.29
23/3/2015	2.505	1.18	2.01	7.27	7.76	0.28
24/3/2015	2.609	1.19	2.06	7.33	7.83	0.28
25/3/2015	2.617	1.20	2.05	7.32	7.81	0.28
26/3/2015	2.595	1.20	2.05	7.31	7.81	0.28
27/3/2015	2.262	1.14	1.88	7.10	7.57	0.26
28/3/2015	1.858	1.08	1.63	6.79	7.23	0.24
29/3/2015	1.686	1.04	1.54	6.66	7.08	0.23
30/3/2015	1.614	1.03	1.48	6.58	7.00	0.22
31/3/2015	1.590	1.03	1.47	6.56	6.98	0.22
1/4/2015	0.925	0.85	1.03	5.93	6.28	0.17
2/4/2015	0.870	0.83	0.99	5.88	6.22	0.17
3/4/2015	0.822	0.82	0.95	5.81	6.15	0.16
4/4/2015	0.727	0.78	0.88	5.70	6.03	0.15
5/4/2015	0.707	0.77	0.87	5.68	6.01	0.15
6/4/2015	0.707	0.77	0.87	5.68	6.01	0.15
7/4/2015	0.707	0.77	0.87	5.68	6.01	0.15
8/4/2015	0.686	0.77	0.85	5.64	5.97	0.15
9/4/2015	0.668	0.78	0.82	5.60	5.92	0.15
10/4/2015	0.672	0.76	0.84	5.63	5.95	0.15
11/4/2015	1.082	0.91	1.13	6.08	6.45	0.19
12/4/2015	1.528	1.01	1.43	6.51	6.92	0.22
13/4/2015	1.444	0.99	1.37	6.43	6.84	0.21
14/4/2015	1.239	0.94	1.25	6.25	6.64	0.20
15/4/2015	1.084	0.90	1.15	6.10	6.47	0.19
16/4/2015	1.009	0.88	1.09	6.02	6.39	0.18
17/4/2015	0.956	0.87	1.05	5.96	6.31	0.18
18/4/2015	0.930	0.85	1.03	5.94	6.29	0.17
19/4/2015	0.900	0.84	1.01	5.91	6.26	0.17
20/4/2015	0.870	0.83	0.99	5.88	6.22	0.17
21/4/2015	0.883	0.84	1.00	5.88	6.23	0.17
22/4/2015	0.949	0.86	1.04	5.95	6.31	0.18
23/4/2015	1.002	0.88	1.08	6.01	6.37	0.18
24/4/2015	1.076	0.91	1.13	6.08	6.45	0.19
25/4/2015	0.990	0.88	1.07	5.99	6.35	0.18
26/4/2015	1.322	0.96	1.30	6.33	6.72	0.21
27/4/2015	1.215	0.94	1.23	6.23	6.61	0.20
28/4/2015	1.173	0.93	1.20	6.18	6.56	0.19
29/4/2015	1.012	0.87	1.11	6.04	6.41	0.18
30/4/2015	0.965	0.86	1.07	5.98	6.34	0.18
1/5/2015	0.796	0.80	0.94	5.80	6.14	0.16
2/5/2015	0.757	0.80	0.90	5.74	6.07	0.16
3/5/2015	0.723	0.77	0.89	5.71	6.04	0.16
4/5/2015	0.703	0.78	0.86	5.67	6.00	0.15
5/5/2015	0.664	0.76	0.83	5.62	5.95	0.15
6/5/2015	0.608	0.74	0.78	5.54	5.85	0.14

«continuación»

7/5/2015	0.567	0.71	0.76	5.50	5.81	0.14
8/5/2015	0.552	0.71	0.74	5.48	5.78	0.14
9/5/2015	0.538	0.69	0.74	5.47	5.78	0.13
10/5/2015	0.522	0.69	0.72	5.44	5.74	0.13
11/5/2015	0.522	0.69	0.72	5.44	5.74	0.13
12/5/2015	0.514	0.70	0.70	5.41	5.71	0.13
13/5/2015	0.506	0.68	0.71	5.42	5.72	0.13
14/5/2015	0.502	0.69	0.70	5.40	5.70	0.13
15/5/2015	0.505	0.68	0.71	5.42	5.72	0.13
16/5/2015	0.506	0.68	0.71	5.42	5.72	0.13
17/5/2015	0.502	0.69	0.70	5.40	5.70	0.13
18/5/2015	0.486	0.68	0.68	5.37	5.67	0.13
19/5/2015	0.483	0.68	0.68	5.37	5.67	0.13
20/5/2015	0.477	0.68	0.67	5.35	5.64	0.12
21/5/2015	0.475	0.66	0.68	5.38	5.67	0.13
22/5/2015	0.460	0.68	0.64	5.31	5.60	0.12
23/5/2015	0.447	0.65	0.65	5.33	5.62	0.12
24/5/2015	0.449	0.67	0.64	5.30	5.59	0.12
25/5/2015	0.443	0.66	0.64	5.30	5.59	0.12
26/5/2015	0.439	0.66	0.63	5.29	5.58	0.12
27/5/2015	0.433	0.67	0.62	5.27	5.56	0.12
28/5/2015	0.420	0.66	0.61	5.26	5.54	0.12
29/5/2015	0.432	0.64	0.64	5.31	5.60	0.12
30/5/2015	0.447	0.65	0.65	5.33	5.62	0.12
31/5/2015	0.541	0.69	0.75	5.49	5.80	0.14

Fuente: Elaboración propia, 2016.

<b>Parámetros Hidráulicos obtenidos del Modelamiento con Hec-Ras</b>						
<b>Fecha</b>	<b>Caudal promedio</b>	<b>Velocidad media</b>	<b>Área mojada</b>	<b>Perímetro mojado</b>	<b>Ancho de espejo</b>	<b>Radio hidráulico</b>
	Q	V	A	P	T	R
	(m <sup>3</sup> /seg)	(m/seg)	(m <sup>2</sup> )	(m)	(m)	(m)
1/1/2016	0.313	0.61	0.49	5.05	5.31	0.10
2/1/2016	0.313	0.61	0.49	5.05	5.31	0.10
3/1/2016	0.314	0.55	0.54	5.13	5.40	0.11
4/1/2016	0.314	0.55	0.54	5.13	5.40	0.11
5/1/2016	0.314	0.55	0.54	5.13	5.40	0.11
6/1/2016	0.319	0.55	0.56	5.16	5.43	0.11
7/1/2016	0.339	0.60	0.54	5.13	5.40	0.11
8/1/2016	0.346	0.59	0.56	5.17	5.44	0.11
9/1/2016	0.335	0.57	0.56	5.18	5.45	0.11
10/1/2016	0.332	0.58	0.54	5.14	5.41	0.11
11/1/2016	0.336	0.60	0.53	5.12	5.39	0.10
12/1/2016	0.345	0.58	0.57	5.18	5.46	0.11

«continuación»

---

13/1/2016	0.341	0.59	0.55	5.15	5.43	0.11
14/1/2016	0.329	0.58	0.54	5.13	5.40	0.10
15/1/2016	0.328	0.59	0.53	5.12	5.39	0.10
16/1/2016	0.339	0.60	0.54	5.13	5.40	0.11
17/1/2016	0.342	0.60	0.54	5.14	5.41	0.11
18/1/2016	0.349	0.59	0.56	5.17	5.44	0.11
19/1/2016	0.355	0.62	0.55	5.15	5.42	0.11
20/1/2016	0.363	0.63	0.55	5.15	5.42	0.11
21/1/2016	0.361	0.60	0.57	5.19	5.47	0.11
22/1/2016	0.357	0.61	0.56	5.17	5.44	0.11
23/1/2016	0.341	0.59	0.55	5.15	5.43	0.11
24/1/2016	0.338	0.61	0.52	5.11	5.38	0.10
25/1/2016	0.325	0.60	0.51	5.09	5.35	0.10
26/1/2016	0.323	0.60	0.51	5.09	5.35	0.10
27/1/2016	0.321	0.58	0.52	5.11	5.38	0.10
28/1/2016	0.332	0.58	0.54	5.14	5.41	0.11
29/1/2016	0.334	0.59	0.54	5.14	5.41	0.11
30/1/2016	0.342	0.60	0.54	5.14	5.41	0.11
31/1/2016	0.345	0.58	0.57	5.18	5.46	0.11
1/2/2016	0.437	0.67	0.62	5.27	5.56	0.12
2/2/2016	0.408	0.63	0.61	5.26	5.55	0.12
3/2/2016	0.371	0.63	0.56	5.17	5.44	0.11
4/2/2016	0.368	0.61	0.58	5.19	5.47	0.11
5/2/2016	0.360	0.63	0.54	5.14	5.41	0.11
6/2/2016	0.436	0.65	0.64	5.30	5.59	0.12
7/2/2016	0.628	0.74	0.80	5.57	5.89	0.14
8/2/2016	0.448	0.67	0.64	5.30	5.59	0.12
9/2/2016	0.401	0.62	0.61	5.26	5.54	0.12
10/2/2016	0.383	0.64	0.57	5.19	5.46	0.11
11/2/2016	1.315	0.96	1.30	6.32	6.72	0.21
12/2/2016	1.260	0.95	1.26	6.26	6.65	0.20
13/2/2016	0.845	0.83	0.97	5.83	6.17	0.17
14/2/2016	0.686	0.77	0.85	5.64	5.97	0.15
15/2/2016	0.504	0.70	0.68	5.38	5.67	0.13
16/2/2016	1.155	0.92	1.20	6.18	6.56	0.19
17/2/2016	0.977	0.87	1.07	5.98	6.34	0.18
18/2/2016	1.311	0.96	1.30	6.33	6.72	0.21
19/2/2016	1.385	0.98	1.34	6.39	6.79	0.21
20/2/2016	1.560	1.02	1.44	6.53	6.94	0.22
21/2/2016	1.339	0.97	1.31	6.34	6.74	0.21
22/2/2016	2.685	1.21	2.09	7.37	7.87	0.28
23/2/2016	2.890	1.24	2.19	7.49	8.00	0.29
24/2/2016	3.066	1.27	2.27	7.52	8.04	0.30
25/2/2016	2.974	1.25	2.25	7.51	8.03	0.30
26/2/2016	3.084	1.27	2.29	7.53	8.05	0.30
27/2/2016	1.748	1.06	1.56	6.68	7.11	0.23
28/2/2016	1.378	0.98	1.33	6.37	6.77	0.21

---

«continuación»

---

29/2/2016	1.119	0.91	1.16	6.12	6.50	0.19
1/3/2016	1.047	0.89	1.11	6.06	6.42	0.18
2/3/2016	0.937	0.86	1.04	5.94	6.30	0.17
3/3/2016	0.674	0.77	0.84	5.63	5.95	0.15
4/3/2016	0.576	0.72	0.76	5.50	5.82	0.14
5/3/2016	0.482	0.66	0.69	5.40	5.69	0.13
6/3/2016	0.446	0.67	0.64	5.30	5.59	0.12
7/3/2016	0.450	0.68	0.63	5.28	5.57	0.12
8/3/2016	0.489	0.69	0.68	5.37	5.67	0.13
9/3/2016	0.462	0.68	0.65	5.32	5.61	0.12
10/3/2016	0.463	0.67	0.66	5.34	5.63	0.12
11/3/2016	0.457	0.67	0.65	5.31	5.61	0.12
12/3/2016	0.448	0.67	0.64	5.30	5.59	0.12
13/3/2016	0.466	0.65	0.68	5.38	5.67	0.13
14/3/2016	0.587	0.73	0.76	5.51	5.82	0.14
15/3/2016	0.547	0.70	0.75	5.49	5.79	0.14
16/3/2016	0.523	0.70	0.71	5.42	5.72	0.13
17/3/2016	0.481	0.68	0.68	5.37	5.67	0.13
18/3/2016	0.449	0.67	0.64	5.30	5.59	0.12
19/3/2016	0.420	0.66	0.61	5.26	5.54	0.12
20/3/2016	0.392	0.59	0.63	5.29	5.58	0.12
21/3/2016	0.384	0.64	0.57	5.19	5.47	0.11
22/3/2016	0.366	0.60	0.58	5.20	5.48	0.11
23/3/2016	0.377	0.64	0.56	5.17	5.45	0.11
24/3/2016	0.376	0.62	0.58	5.21	5.49	0.11
25/3/2016	0.362	0.61	0.57	5.18	5.46	0.11
26/3/2016	0.357	0.61	0.56	5.17	5.44	0.11
27/3/2016	0.356	0.58	0.59	5.21	5.49	0.11
28/3/2016	0.367	0.64	0.54	5.14	5.41	0.11
29/3/2016	0.374	0.62	0.57	5.19	5.47	0.11
30/3/2016	0.370	0.61	0.58	5.20	5.48	0.11
31/3/2016	0.370	0.61	0.58	5.20	5.48	0.11
1/4/2016	0.302	0.59	0.49	5.04	5.30	0.10
2/4/2016	0.302	0.59	0.49	5.04	5.30	0.10
3/4/2016	0.309	0.59	0.50	5.06	5.33	0.10
4/4/2016	0.307	0.55	0.53	5.11	5.38	0.10
5/4/2016	0.298	0.58	0.49	5.05	5.31	0.10
6/4/2016	0.299	0.57	0.50	5.07	5.33	0.10
7/4/2016	0.308	0.55	0.54	5.13	5.40	0.10
8/4/2016	0.329	0.58	0.54	5.13	5.40	0.10
9/4/2016	0.332	0.58	0.54	5.14	5.41	0.11
10/4/2016	0.329	0.58	0.54	5.13	5.40	0.10
11/4/2016	0.334	0.59	0.54	5.14	5.41	0.11
12/4/2016	0.329	0.58	0.54	5.13	5.40	0.10
13/4/2016	0.325	0.60	0.51	5.09	5.35	0.10
14/4/2016	0.330	0.58	0.54	5.13	5.40	0.10
15/4/2016	0.316	0.58	0.52	5.10	5.37	0.10

---

«continuación»

---

16/4/2016	0.295	0.56	0.50	5.06	5.33	0.10
17/4/2016	0.299	0.57	0.50	5.07	5.33	0.10
18/4/2016	0.300	0.57	0.50	5.07	5.34	0.10
19/4/2016	0.300	0.57	0.50	5.07	5.34	0.10
20/4/2016	0.310	0.59	0.50	5.06	5.33	0.10
21/4/2016	0.307	0.55	0.53	5.11	5.38	0.10
22/4/2016	0.300	0.57	0.50	5.07	5.34	0.10
23/4/2016	0.307	0.55	0.53	5.11	5.38	0.10
24/4/2016	0.307	0.55	0.53	5.11	5.38	0.10
25/4/2016	0.304	0.56	0.52	5.09	5.36	0.10
26/4/2016	0.297	0.57	0.50	5.06	5.33	0.10
27/4/2016	0.301	0.60	0.48	5.02	5.28	0.09
28/4/2016	0.310	0.59	0.50	5.06	5.33	0.10
29/4/2016	0.323	0.60	0.51	5.09	5.35	0.10
30/4/2016	0.309	0.59	0.50	5.06	5.33	0.10

---

Fuente: Elaboración propia, 2016.

### Anexo 3: Descarga de sedimentos totales diarios al embalse Torata

#### a. Método Ackers & White

Descarga de sedimentos al Embalse Torata					
Año:	2001		Método: Ackers&White		
Día	SEDIMENTOS TOTALES (m3/d), estimados con caudales promedio diarios.				
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
1	526.05	762.82	8404.78	1078.39	468.64
2	1763.19	879.69	11546.17	983.22	448.10
3	254.30	2451.66	10338.92	983.22	462.61
4	276.41	3626.27	8033.16	1007.65	444.37
5	211.79	1981.23	6463.67	975.79	477.40
6	223.24	2246.28	5661.70	1501.26	461.84
7	524.32	1684.33	6476.05	1852.12	425.24
8	358.39	1554.18	5142.08	1734.29	402.66
9	276.90	3619.39	4755.84	1685.06	376.35
10	245.42	4380.46	3945.46	1447.83	350.07
11	240.76	3537.86	4562.05	1963.49	361.48
12	228.65	4455.57	5243.15	1319.05	375.71
13	187.74	7911.52	7198.03	1482.04	377.63
14	201.46	4639.55	6936.01	1357.11	410.21
15	188.43	9160.63	9455.56	1051.25	425.96
16	171.61	14599.37	15992.97	1044.95	376.99
17	165.60	7074.92	6449.80	1019.88	362.72
18	151.68	5784.18	9494.32	977.27	374.43
19	169.42	5150.84	9047.95	911.87	361.48
20	211.96	4476.27	7481.12	858.88	374.43
21	237.34	3464.14	5893.57	792.89	346.49
22	204.44	2924.99	4126.87	791.65	344.11
23	203.69	2395.18	3312.67	691.82	331.49
24	251.10	7186.27	2772.25	657.75	338.05
25	392.35	8494.87	2464.51	634.79	291.98
26	375.07	4832.72	2020.19	611.42	295.90
27	1195.28	9617.86	1625.36	612.41	308.20
28	2551.23	14999.29	1451.74	563.66	338.05
29	1160.72		1359.07	508.31	295.90
30	849.66		1315.23	522.60	337.46
31	610.43		1198.80		292.99
Características mensuales					
Máximo (Tn/día)	2551.23	14999.29	15992.97	1963.49	477.40
Promedio (Tn/día)	471.25	5139.01	5811.90	1054.06	375.45
Mínimo (Tn/día)	151.68	762.82	1198.80	508.31	291.98
Total (Tn/mes)	14608.64	143892.35	180169.03	31621.94	11638.96

Fuente: Elaboración propia, 2016.

<b>Descarga de sedimentos al Embalse Torata</b>					
<b>Año:</b>	<b>2002</b>		<b>Método: Ackers&amp;White</b>		
<b>Día</b>	<b>SEDIMENTOS TOTALES (m3/d), estimados con caudales promedio diarios.</b>				
	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>
<b>1</b>	212.73	819.99	972.85	1320.97	397.58
<b>2</b>	212.73	1235.95	1010.71	954.73	410.21
<b>3</b>	191.82	4201.26	1239.57	1160.72	397.58
<b>4</b>	187.74	4031.55	5180.10	1046.52	384.57
<b>5</b>	187.40	3084.13	2031.03	1408.00	378.28
<b>6</b>	187.06	1320.97	2151.16	1505.52	377.63
<b>7</b>	194.20	1160.72	2009.80	1353.17	376.35
<b>8</b>	187.74	614.39	4564.07	980.24	362.72
<b>9</b>	203.32	381.98	4858.43	913.27	359.63
<b>10</b>	188.43	1497.00	4385.75	794.13	359.63
<b>11</b>	193.21	3311.80	2912.10	764.02	338.37
<b>12</b>	236.91	3787.75	2797.54	739.41	375.71
<b>13</b>	209.53	2260.51	6016.57	684.54	360.25
<b>14</b>	227.01	2268.54	4465.25	826.75	360.86
<b>15</b>	218.56	2614.45	5044.61	918.87	361.48
<b>16</b>	222.84	1624.95	4208.27	826.75	359.63
<b>17</b>	218.56	2259.94	2908.04	690.73	371.86
<b>18</b>	223.24	1692.56	2141.96	616.36	346.49
<b>19</b>	227.01	1015.30	1558.55	545.08	346.49
<b>20</b>	209.53	737.09	1554.18	503.32	357.16
<b>21</b>	193.21	505.82	6499.55	514.64	333.21
<b>22</b>	239.90	362.72	3785.18	630.71	331.49
<b>23</b>	270.22	460.29	3134.83	741.74	333.21
<b>24</b>	270.22	1740.79	2533.53	566.42	361.48
<b>25</b>	264.74	1198.80	2025.68	529.49	344.71
<b>26</b>	261.26	761.62	1492.78	468.64	322.48
<b>27</b>	268.02	764.02	1198.80	426.68	327.88
<b>28</b>	278.36	910.48	1401.94	429.56	338.05
<b>29</b>	1167.58		1448.27	411.60	331.49
<b>30</b>	2758.65		1049.67	384.57	328.45
<b>31</b>	977.27		1690.81		303.96
<b>Características mensuales</b>					
<b>Máximo (Tn/día)</b>	2758.65	4201.26	6499.55	1505.52	410.21
<b>Promedio (Tn/día)</b>	357.71	1665.19	2847.47	788.57	356.09
<b>Mínimo (Tn/día)</b>	187.06	362.72	972.85	384.57	303.96
<b>Total (Tn/día)</b>	11088.99	46625.38	88271.60	23657.16	11038.90

Fuente: Elaboración propia, 2016.

<b>Descarga de sedimentos al Embalse Torata</b>					
<b>Año:</b>	<b>2003</b>		<b>Método: Ackers&amp;White</b>		
<b>Día</b>	<b>SEDIMENTOS TOTALES (m3/d), estimados con caudales promedio diarios.</b>				
	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>
<b>1</b>	391.69	361.48	473.30	633.77	258.01
<b>2</b>	333.21	504.15	426.68	586.46	239.05
<b>3</b>	290.97	457.21	350.07	546.86	247.98
<b>4</b>	268.02	1013.77	375.07	570.26	237.34
<b>5</b>	271.19	473.30	327.88	486.97	220.53
<b>6</b>	259.40	377.63	324.47	412.29	237.34
<b>7</b>	250.65	346.49	280.80	377.63	238.62
<b>8</b>	255.20	344.11	278.85	349.47	229.06
<b>9</b>	240.76	303.96	276.90	344.71	220.53
<b>10</b>	246.28	334.36	257.00	326.17	240.76
<b>11</b>	291.47	412.99	256.10	325.60	244.99
<b>12</b>	288.94	375.71	256.55	295.90	251.10
<b>13</b>	257.00	445.87	287.42	311.88	240.76
<b>14</b>	266.15	410.21	288.94	301.85	256.55
<b>15</b>	255.20	362.72	275.93	290.46	270.22
<b>16</b>	302.38	428.12	261.26	298.69	240.76
<b>17</b>	397.58	428.84	448.10	277.88	287.42
<b>18</b>	444.37	429.56	590.59	281.85	288.94
<b>19</b>	412.99	592.50	590.59	276.41	301.32
<b>20</b>	411.60	445.12	612.41	256.10	276.90
<b>21</b>	376.99	371.86	1747.14	256.10	259.40
<b>22</b>	345.30	344.71	1363.01	256.10	247.98
<b>23</b>	288.94	353.29	1410.07	276.90	229.06
<b>24</b>	276.41	566.42	1048.10	298.69	247.53
<b>25</b>	268.02	586.46	734.76	299.22	247.98
<b>26</b>	239.05	742.90	683.45	287.42	259.40
<b>27</b>	228.65	689.64	659.85	256.10	229.47
<b>28</b>	237.34	590.59	685.63	264.74	237.34
<b>29</b>	238.62		655.64	244.99	220.53
<b>30</b>	227.83		664.07	270.22	229.06
<b>31</b>	428.12		636.83		220.53
<b>Características mensuales</b>					
<b>Máximo (Tn/día)</b>	444.37	1013.77	1747.14	633.77	301.32
<b>Promedio (Tn/día)</b>	299.69	467.64	565.40	342.06	246.98
<b>Mínimo (Tn/día)</b>	227.83	303.96	256.10	244.99	220.53
<b>Total (Tn/día)</b>	9290.32	13093.96	17527.47	10261.72	7656.44

Fuente: Elaboración propia, 2016.



<b>Descarga de sedimentos al Embalse Torata</b>				
<b>Año:</b>	<b>2004</b>		<b>Método: Ackers&amp;White</b>	
<b>Día</b>	<b>SEDIMENTOS TOTALES (m3/d), estimados con caudales promedio diarios.</b>			
	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>
<b>1</b>	246.20	446.61	359.63	410.21
<b>2</b>	231.58	430.99	331.49	444.37
<b>3</b>	209.53	680.19	268.02	458.75
<b>4</b>	211.41	659.85	276.41	615.37
<b>5</b>	276.41	1157.29	255.20	503.32
<b>6</b>	566.42	2322.85	268.02	359.63
<b>7</b>	303.96	4112.12	291.47	284.42
<b>8</b>	385.04	3693.85	346.49	290.97
<b>9</b>	276.90	3451.92	410.21	299.74
<b>10</b>	281.85	4640.88	638.88	287.93
<b>11</b>	361.48	8192.29	685.63	257.00
<b>12</b>	1973.51	4663.84	508.31	249.76
<b>13</b>	887.84	2752.55	377.63	248.87
<b>14</b>	561.82	1804.93	374.43	239.90
<b>15</b>	428.84	1361.04	410.21	259.40
<b>16</b>	390.36	1155.58	545.08	250.65
<b>17</b>	359.63	980.24	638.88	245.42
<b>18</b>	337.46	826.75	461.84	254.30
<b>19</b>	276.41	794.13	344.71	239.05
<b>20</b>	240.76	737.09	392.35	230.70
<b>21</b>	239.05	614.39	522.60	238.62
<b>22</b>	240.76	526.05	428.12	229.06
<b>23</b>	278.36	520.02	457.21	229.06
<b>24</b>	278.85	462.61	585.51	237.34
<b>25</b>	291.47	444.37	828.03	229.06
<b>26</b>	361.48	461.84	586.46	229.47
<b>27</b>	609.45	464.93	461.84	240.76
<b>28</b>	590.59	428.84	391.69	238.62
<b>29</b>	635.81	402.66	362.72	237.34
<b>30</b>	546.86		486.97	211.41
<b>31</b>	528.63		680.19	
<b>Características mensuales</b>				
<b>Máximo (Tn/día)</b>	1973.51	8192.29	828.03	615.37
<b>Promedio (Tn/día)</b>	432.54	1696.23	450.85	291.68
<b>Mínimo (Tn/día)</b>	209.53	402.66	255.20	211.41
<b>Total (Tn/día)</b>	13408.73	49190.70	13976.24	8750.50

Fuente: Elaboración propia, 2016.

<b>Descarga de sedimentos al Embalse Torata</b>				
<b>Año:</b>	<b>2005</b>		<b>Método: Ackers&amp;White</b>	
<b>Día</b>	<b>SEDIMENTOS TOTALES (m3/d), estimados con caudales promedio diarios.</b>			
	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>
<b>1</b>	277.39	162.84	427.40	284.42
<b>2</b>	227.83	193.13	388.36	266.15
<b>3</b>	327.88	179.40	348.28	248.87
<b>4</b>	276.41	277.88	389.03	237.34
<b>5</b>	191.82	391.69	337.46	237.34
<b>6</b>	250.65	445.12	290.46	248.87
<b>7</b>	320.27	377.63	288.94	248.87
<b>8</b>	1169.29	412.99	284.42	239.05
<b>9</b>	2328.90	479.00	464.16	254.30
<b>10</b>	2898.62	541.52	595.37	298.69
<b>11</b>	345.90	548.64	911.87	251.10
<b>12</b>	633.77	508.31	689.64	277.39
<b>13</b>	1051.25	462.61	412.99	289.95
<b>14</b>	849.66	348.28	386.37	235.86
<b>15</b>	486.17	320.27	327.88	230.70
<b>16</b>	388.36	464.93	302.90	238.62
<b>17</b>	359.63	611.42	295.90	246.20
<b>18</b>	344.71	943.46	300.80	222.84
<b>19</b>	338.05	1733.29	271.19	213.90
<b>20</b>	392.35	2824.38	249.76	197.05
<b>21</b>	361.48	7788.41	240.76	204.44
<b>22</b>	261.26	4044.42	245.42	197.05
<b>23</b>	248.87	2395.10	276.41	197.05
<b>24</b>	229.06	1492.78	288.94	192.51
<b>25</b>	227.83	1237.76	290.46	197.05
<b>26</b>	212.73	1239.57	373.15	197.05
<b>27</b>	203.69	826.75	295.90	191.48
<b>28</b>	194.91	658.80	392.35	203.32
<b>29</b>	187.06		361.48	187.74
<b>30</b>	178.74		633.77	203.32
<b>31</b>	179.40		444.37	
<b>Características mensuales</b>				
<b>Máximo (Tn/día)</b>	2898.62	7788.41	911.87	298.69
<b>Promedio (Tn/día)</b>	514.32	1139.66	380.84	231.28
<b>Mínimo (Tn/día)</b>	178.74	162.84	240.76	187.74
<b>Total (Tn/día)</b>	15943.94	31910.38	11806.18	6938.52

Fuente: Elaboración propia, 2016.

<b>Descarga de sedimentos al Embalse Torata</b>					
<b>Año:</b>	<b>2006</b>		<b>Método: Ackers&amp;White</b>		
<b>Día</b>	<b>SEDIMENTOS TOTALES (m3/d), estimados con caudales promedio diarios.</b>				
	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>
<b>1</b>	341.00	2217.44	1980.09	5668.96	391.69
<b>2</b>	320.27	1807.42	1644.75	4472.69	418.03
<b>3</b>	341.00	1326.71	2388.21	4755.52	376.35
<b>4</b>	319.72	1319.05	2739.84	3314.68	361.48
<b>5</b>	325.60	1850.30	4834.42	2602.38	359.01
<b>6</b>	348.28	3231.17	6968.91	2387.08	327.88
<b>7</b>	333.21	3779.32	4761.36	1804.04	327.88
<b>8</b>	295.90	4105.03	3228.45	1497.00	331.49
<b>9</b>	284.42	6444.08	4487.27	1326.71	303.96
<b>10</b>	301.32	8726.75	2824.52	1226.89	324.47
<b>11</b>	290.97	8064.01	2763.17	1120.17	284.42
<b>12</b>	302.90	5267.40	2344.67	1046.52	284.42
<b>13</b>	1595.79	3243.47	2072.47	1041.80	291.47
<b>14</b>	528.63	2220.39	1788.42	1012.24	301.32
<b>15</b>	377.63	1799.96	1689.88	981.73	302.38
<b>16</b>	375.71	1412.04	1696.90	910.48	311.88
<b>17</b>	346.49	1159.01	2469.61	831.86	289.45
<b>18</b>	1503.34	917.47	2269.57	740.58	259.25
<b>19</b>	741.74	944.90	2322.34	685.63	290.97
<b>20</b>	609.45	1399.92	4370.21	655.64	314.62
<b>21</b>	412.29	6122.42	6328.25	559.98	308.20
<b>22</b>	334.36	5179.09	6804.42	468.64	302.90
<b>23</b>	1410.02	2538.49	9724.41	446.61	295.90
<b>24</b>	1088.76	1843.79	5988.90	461.84	292.99
<b>25</b>	826.75	1443.72	7619.04	444.37	280.80
<b>26</b>	765.22	1155.58	6592.25	443.63	324.47
<b>27</b>	1285.45	1184.70	5550.87	457.21	325.60
<b>28</b>	1543.25	1960.53	7493.28	427.40	302.38
<b>29</b>	2139.04		6476.05	385.86	324.47
<b>30</b>	2335.08		5144.03	391.69	295.90
<b>31</b>	2849.46		6817.95		325.60
<b>Características mensuales</b>					
<b>Máximo (Tn/día)</b>	2849.46	8726.75	9724.41	5668.96	418.03
Fuente: Elaboración propia, 2016.		2952.29	4328.53	1418.99	317.15
<b>Minimo (Tn/día)</b>	284.42	917.47	1644.75	385.86	259.25
<b>Total (Tn/día)</b>	24873.08	82664.14	134184.52	42569.83	9831.63

<b>Descarga de sedimentos al Embalse Torata</b>				
<b>Año:</b>	<b>2007</b>		<b>Método: Ackers&amp;White</b>	
<b>Día</b>	<b>SEDIMENTOS TOTALES (m3/d), estimados con caudales promedio diarios.</b>			
	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>
<b>1</b>	227.01	162.54	3234.25	1363.01
<b>2</b>	197.05	163.14	2039.42	1239.57
<b>3</b>	188.77	156.10	1226.89	858.88
<b>4</b>	228.65	156.10	1159.01	486.97
<b>5</b>	238.62	162.54	1357.11	444.37
<b>6</b>	464.16	158.69	2401.45	392.35
<b>7</b>	1320.97	163.14	1534.51	376.99
<b>8</b>	1918.17	234.62	1699.32	359.01
<b>9</b>	792.89	301.32	1797.47	340.41
<b>10</b>	2854.27	526.05	1357.19	328.45
<b>11</b>	1315.23	858.88	852.29	357.16
<b>12</b>	944.90	2401.45	545.08	346.49
<b>13</b>	883.77	1417.56	735.93	308.20
<b>14</b>	760.43	983.22	1501.26	284.42
<b>15</b>	633.77	523.46	1363.01	302.38
<b>16</b>	371.22	410.91	1540.79	289.95
<b>17</b>	251.10	375.71	911.87	259.25
<b>18</b>	238.62	374.43	943.46	234.62
<b>19</b>	218.95	302.90	1285.45	236.91
<b>20</b>	213.90	284.42	1015.30	204.44
<b>21</b>	188.77	412.99	566.42	179.40
<b>22</b>	229.47	549.53	371.86	163.44
<b>23</b>	254.30	683.45	279.83	171.30
<b>24</b>	218.56	1596.80	345.90	178.74
<b>25</b>	191.82	1084.86	348.28	171.30
<b>26</b>	195.27	1165.86	445.87	162.84
<b>27</b>	194.91	886.48	508.31	178.09
<b>28</b>	171.92	1054.39	1556.37	194.55
<b>29</b>	173.64		1739.48	171.61
<b>30</b>	162.54		1012.24	193.84
<b>31</b>	141.53		653.53	
<b>Características mensuales</b>				
<b>Máximo (Tn/día)</b>	2854.27	2401.45	3234.25	1363.01
<b>Promedio (Tn/día)</b>	528.55	626.84	1171.91	359.30
<b>Mínimo (Tn/día)</b>	141.53	156.10	279.83	162.84
<b>Total (Tn/día)</b>	16385.16	17551.55	36329.13	10778.93

Fuente: Elaboración propia, 2016.

<b>Descarga de sedimentos al Embalse Torata</b>				
<b>Año:</b>	<b>2008</b>		<b>Método: Ackers&amp;White</b>	
<b>Día</b>	<b>SEDIMENTOS TOTALES (m3/d), estimados con caudales promedio diarios.</b>			
	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>
<b>1</b>	358.39	223.24	218.56	278.85
<b>2</b>	412.99	213.90	192.51	245.42
<b>3</b>	239.90	200.37	188.43	238.62
<b>4</b>	300.80	228.65	178.74	202.54
<b>5</b>	1086.48	278.85	204.44	209.53
<b>6</b>	944.90	371.86	230.70	197.05
<b>7</b>	559.98	291.98	240.76	211.96
<b>8</b>	590.59	230.70	234.62	211.57
<b>9</b>	795.37	234.62	248.87	202.95
<b>10</b>	882.41	251.10	268.02	187.74
<b>11</b>	541.52	249.76	345.30	194.55
<b>12</b>	464.93	239.90	794.13	194.91
<b>13</b>	430.99	227.83	858.88	179.40
<b>14</b>	4454.97	204.44	848.34	171.30
<b>15</b>	11044.47	200.37	523.46	178.74
<b>16</b>	2833.29	288.94	444.37	201.46
<b>17</b>	2408.00	276.41	344.11	179.07
<b>18</b>	1404.46	279.83	295.90	179.07
<b>19</b>	917.47	295.90	268.02	171.61
<b>20</b>	819.99	464.93	268.02	171.30
<b>21</b>	658.80	328.45	299.22	189.10
<b>22</b>	481.40	287.93	360.86	179.40
<b>23</b>	376.99	276.41	523.46	187.40
<b>24</b>	428.12	280.80	338.05	202.95
<b>25</b>	376.35	346.49	359.01	187.40
<b>26</b>	335.51	615.37	357.16	194.20
<b>27</b>	295.90	442.88	308.20	194.20
<b>28</b>	289.45	276.41	292.99	194.55
<b>29</b>	276.41	237.34	410.21	171.92
<b>30</b>	248.87		392.35	162.84
<b>31</b>	248.87		378.28	
<b>Características mensuales</b>				
<b>Máximo (Tn/día)</b>	11044.47	615.37	858.88	278.85
<b>Promedio (Tn/día)</b>	1145.44	287.78	361.81	195.72
<b>Mínimo (Tn/día)</b>	239.90	200.37	178.74	162.84
<b>Total (Tn/día)</b>	35508.55	8345.67	11215.98	5871.61

Fuente: Elaboración propia, 2016.

<b>Descarga de sedimentos al Embalse Torata</b>				
<b>Año:</b>	<b>2009</b>		<b>Método: Ackers&amp;White</b>	
<b>Día</b>	<b>SEDIMENTOS TOTALES (m3/d), estimados con caudales promedio diarios.</b>			
	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>
<b>1</b>	268.02	213.90	3385.68	276.90
<b>2</b>	260.79	247.53	3771.34	345.90
<b>3</b>	237.34	311.88	4764.40	261.26
<b>4</b>	192.51	277.39	2829.56	244.99
<b>5</b>	203.32	359.01	4467.20	254.30
<b>6</b>	193.48	2483.15	4652.40	276.41
<b>7</b>	173.64	638.88	5245.75	287.93
<b>8</b>	173.64	446.61	4481.76	320.27
<b>9</b>	173.64	860.20	2917.39	391.69
<b>10</b>	173.64	660.91	1905.36	829.31
<b>11</b>	173.64	526.05	1198.80	680.19
<b>12</b>	227.01	4317.40	910.48	629.69
<b>13</b>	276.90	1799.80	760.43	462.61
<b>14</b>	886.57	1010.71	766.42	348.28
<b>15</b>	227.01	770.02	978.76	565.50
<b>16</b>	179.40	523.46	738.25	446.61
<b>17</b>	149.15	448.85	688.54	250.65
<b>18</b>	149.15	764.02	663.02	259.40
<b>19</b>	149.15	831.86	661.96	259.40
<b>20</b>	162.83	1007.65	707.64	259.40
<b>21</b>	130.09	913.27	848.34	248.87
<b>22</b>	144.34	911.87	738.25	211.41
<b>23</b>	142.71	2347.67	465.70	228.65
<b>24</b>	130.09	1588.26	392.35	202.54
<b>25</b>	129.36	1809.01	346.49	213.90
<b>26</b>	129.61	1579.32	326.17	204.44
<b>27</b>	142.71	1554.18	302.90	237.34
<b>28</b>	290.97	1543.25	259.25	230.70
<b>29</b>	485.36		276.90	239.05
<b>30</b>	402.66		287.93	239.05
<b>31</b>	246.20		288.94	
<b>Características mensuales</b>				
<b>Máximo (Tn/día)</b>	886.57	4317.40	5245.75	829.31
<b>Promedio (Tn/día)</b>	225.97	1098.08	1646.08	330.22
<b>Mínimo (Tn/día)</b>	129.36	213.90	259.25	202.54
<b>Total (Tn/día)</b>	7004.92	30746.13	51028.36	9906.64

Fuente: Elaboración propia, 2016.

<b>Descarga de sedimentos al Embalse Torata</b>				
<b>Año:</b>	<b>2010</b>	<b>Método: Ackers&amp;White</b>		
<b>Día</b>	<b>SEDIMENTOS TOTALES (m3/d), estimados con caudales promedio diarios</b>			
	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>
<b>1</b>	144.32	240.76	861.51	227.01
<b>2</b>	132.05	344.11	448.10	209.53
<b>3</b>	151.40	220.53	331.49	209.53
<b>4</b>	132.05	581.70	277.88	209.53
<b>5</b>	151.68	386.37	287.93	209.53
<b>6</b>	169.42	249.76	468.64	227.01
<b>7</b>	169.42	259.40	381.98	200.37
<b>8</b>	148.70	281.85	299.22	192.51
<b>9</b>	145.13	240.76	264.74	212.73
<b>10</b>	169.11	248.87	237.34	192.51
<b>11</b>	211.96	234.62	251.10	191.48
<b>12</b>	236.91	301.32	271.19	187.40
<b>13</b>	203.69	857.56	276.41	162.84
<b>14</b>	171.61	1865.29	276.41	171.30
<b>15</b>	227.83	464.93	276.90	171.92
<b>16</b>	192.51	338.05	302.38	189.10
<b>17</b>	509.98	278.85	358.39	148.70
<b>18</b>	1155.60	278.36	303.96	156.10
<b>19</b>	539.73	298.69	248.87	156.10
<b>20</b>	254.30	259.40	523.46	185.35
<b>21</b>	211.41	522.60	251.10	158.40
<b>22</b>	276.41	3787.75	249.76	148.70
<b>23</b>	421.60	2269.57	261.26	151.40
<b>24</b>	338.37	2226.97	259.87	134.34
<b>25</b>	299.22	2279.54	288.94	151.40
<b>26</b>	278.85	1582.52	276.41	132.05
<b>27</b>	261.26	1235.95	826.75	157.51
<b>28</b>	229.47	1159.01	741.74	144.59
<b>29</b>	238.62		377.63	161.94
<b>30</b>	218.56		301.32	165.60
<b>31</b>	249.76		298.69	
<b>Características mensuales</b>				
<b>Máximo (Tn/día)</b>	1155.60	3787.75	861.51	227.01
<b>Promedio (Tn/día)</b>	265.84	831.97	357.46	177.22
<b>Mínimo (Tn/día)</b>	132.05	220.53	237.34	132.05
<b>Total (Tn/día)</b>	8240.94	23295.10	11081.37	5316.48

Fuente: Elaboración propia, 2016.







«continuación»

<b>9</b>	4042.46	5968.57	3787.78	980.24	464.93	295.90
<b>10</b>	1960.81	11304.93	3385.68	879.69	448.10	292.99
<b>11</b>	1363.01	18377.46	3779.32	1782.41	446.61	276.41
<b>12</b>	1167.58	23022.11	3949.89	3187.54	445.12	247.53
<b>13</b>	1013.77	9958.36	2756.10	1640.51	444.37	227.01
<b>14</b>	831.86	9613.75	1792.50	1162.44	412.99	221.71
<b>15</b>	739.41	15560.49	1324.80	1114.22	421.60	259.25
<b>16</b>	661.96	16565.05	1359.07	1016.83	397.58	377.63
<b>17</b>	711.97	12626.63	1357.11	1120.17	391.69	425.24
<b>18</b>	946.34	13824.15	1241.39	1419.57	392.35	765.22
<b>19</b>	1408.00	14110.85	1243.28	2021.46	391.69	514.64
<b>20</b>	3246.42	10886.96	1317.14	1364.97	391.69	345.30
<b>21</b>	1959.84	7490.07	1046.52	1195.28	377.63	279.83
<b>22</b>	2201.09	5991.22	829.31	1364.97	362.72	917.47
<b>23</b>	1535.54	5566.31	739.41	1959.84	375.71	1408.00
<b>24</b>	1013.77	5359.36	685.63	2284.11	373.79	1152.15
<b>25</b>	1130.17	3466.11	764.02	1738.37	386.37	889.20
<b>26</b>	1901.04	2910.62	1071.91	1275.75	348.28	882.41
<b>27</b>	2332.71	3072.85	978.76	1121.84	346.49	521.74
<b>28</b>	3789.87	2614.51	794.13	943.46	371.86	376.99
<b>29</b>	3394.70	2592.87	1197.04	857.56	371.86	331.49
<b>30</b>	2745.43		860.20	826.75	386.37	279.83
<b>31</b>	2324.93		735.93		359.01	276.41
<b>Características mensuales</b>						
<b>Máximo (Tn/día)</b>	14694.74	23022.11	4755.84	3187.54	737.09	1408.00
<b>Promedio (Tn/día)</b>	3832.64	9276.78	2169.84	1383.61	450.72	477.17
<b>Mínimo (Tn/día)</b>	661.96	2592.87	685.63	738.25	346.49	221.71
<b>Total (Tn/día)</b>	118811.76	269026.71	67265.14	41508.24	13972.24	12883.52

**Descarga de sedimentos al Embalse Torata**

**Año: 2013**

**Método: Ackers&White**

**SEDIMENTOS TOTALES (m3/d), estimados con caudales promedio diarios.**

<b>Día</b>	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>
<b>1</b>	340.41	1018.36	6836.32	497.42	245.42
<b>2</b>	308.20	1044.95	5153.46	464.93	257.00
<b>3</b>	302.38	1545.44	4199.02	448.10	245.42
<b>4</b>	303.96	2448.47	5343.21	445.87	250.65
<b>5</b>	471.74	17280.19	5668.58	442.88	239.90
<b>6</b>	482.20	12732.53	6336.72	427.40	240.76
<b>7</b>	386.37	6602.64	8590.95	410.21	230.70
<b>8</b>	361.48	4661.29	7993.37	378.28	248.87
<b>9</b>	545.97	3864.26	10902.42	377.63	248.87
<b>10</b>	913.27	3470.42	5572.35	377.63	248.87
<b>11</b>	2259.06	2759.62	3390.90	376.99	239.05
<b>12</b>	4039.42	2270.72	2747.43	375.71	239.05
<b>13</b>	2269.86	1961.36	2522.11	376.99	238.62
<b>14</b>	3164.71	1792.84	2261.66	375.07	220.53
<b>15</b>	2896.56	1958.68	2079.83	361.48	229.47
<b>16</b>	5135.95	1690.24	2031.03	386.37	221.71
<b>17</b>	7174.26	1494.87	2140.73	350.07	256.10
<b>18</b>	11594.40	1366.94	1847.88	375.07	508.31
<b>19</b>	7922.60	2224.55	1497.00	374.43	397.58
<b>20</b>	5173.56	3139.28	1357.11	346.49	331.49
<b>21</b>	2763.17	2992.10	1160.72	357.16	299.74
<b>22</b>	2143.61	10883.70	883.77	346.49	287.42
<b>23</b>	1794.99	6728.42	799.23	357.16	261.26
<b>24</b>	1403.96	3782.74	741.74	334.36	261.26
<b>25</b>	1155.58	2851.43	684.54	341.00	261.26
<b>26</b>	983.22	2676.07	659.85	328.45	250.65
<b>27</b>	875.62	2528.37	636.83	327.88	259.40
<b>28</b>	983.22	4458.46	629.69	361.48	240.76
<b>29</b>	2090.57		590.59	361.48	258.01
<b>30</b>	1635.90		545.97	358.39	239.90
<b>31</b>	1120.17		526.05		234.62
<b>Características mensuales</b>					
<b>Máximo (Tn/día)</b>	11594.40	17280.19	10902.42	497.42	508.31
<b>Promedio (Tn/día)</b>	2354.72	4008.18	3107.45	381.43	264.28
<b>Mínimo (Tn/día)</b>	302.38	1018.36	526.05	327.88	220.53
<b>Total (Tn/día)</b>	72996.37	112228.93	96331.08	11442.88	8192.65

Fuente: Elaboración propia, 2016.

<b>Descarga de sedimentos al Embalse Torata</b>				
<b>Año:</b>	<b>2014</b>		<b>Método: Ackers&amp;White</b>	
<b>Día</b>	<b>SEDIMENTOS TOTALES (m3/d), estimados con caudales promedio diarios.</b>			
	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>
<b>1</b>	275.93	251.10	231.16	197.05
<b>2</b>	256.55	261.26	191.82	211.79
<b>3</b>	240.76	250.65	188.77	239.90
<b>4</b>	270.22	240.76	191.48	238.62
<b>5</b>	376.35	259.40	213.90	239.05
<b>6</b>	3712.01	245.42	230.29	250.65
<b>7</b>	2165.15	244.99	248.87	259.40
<b>8</b>	1195.65	240.76	221.71	255.20
<b>9</b>	546.86	230.70	211.41	289.45
<b>10</b>	430.99	230.70	227.01	819.99
<b>11</b>	545.08	238.62	200.37	353.29
<b>12</b>	425.24	231.16	197.05	276.90
<b>13</b>	345.30	187.74	212.73	276.41
<b>14</b>	520.02	179.40	188.77	249.76
<b>15</b>	1155.58	188.77	218.95	231.16
<b>16</b>	917.47	176.68	237.34	200.37
<b>17</b>	758.03	194.55	240.76	192.51
<b>18</b>	585.51	171.92	584.56	212.73
<b>19</b>	444.37	171.30	259.25	197.05
<b>20</b>	1797.31	178.09	220.53	213.90
<b>21</b>	1054.39	178.09	227.83	231.58
<b>22</b>	3892.40	181.27	227.01	188.43
<b>23</b>	1310.78	185.35	205.18	197.05
<b>24</b>	878.33	188.43	188.77	204.44
<b>25</b>	657.75	191.48	203.32	200.37
<b>26</b>	528.63	200.37	204.44	217.77
<b>27</b>	496.60	237.34	203.69	204.44
<b>28</b>	429.56	231.58	188.77	212.73
<b>29</b>	362.72		203.69	192.51
<b>30</b>	328.45		203.32	200.37
<b>31</b>	338.05		180.38	
	<b>Características mensuales</b>			
<b>Máximo (Tn/día)</b>	3892.40	261.26	584.56	819.99
<b>Promedio (Tn/día)</b>	878.78	213.14	224.29	248.50
<b>Mínimo (Tn/día)</b>	240.76	171.30	180.38	188.43
<b>Total (Tn/día)</b>	27242.04	5967.87	6953.14	7454.90

Fuente: Elaboración propia, 2016.

<b>Descarga de sedimentos al Embalse Torata</b>					
<b>Año:</b>	<b>2015</b>		<b>Método:Ackers&amp;White</b>		
<b>Día</b>	<b>SEDIMENTOS TOTALES (m3/d), estimados con caudales promedio diarios.</b>				
	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>
<b>1</b>	185.01	547.75	824.20	661.96	528.63
<b>2</b>	178.74	476.40	789.18	614.39	522.60
<b>3</b>	156.96	391.69	1007.65	566.42	468.64
<b>4</b>	205.18	585.51	1160.72	465.70	463.38
<b>5</b>	209.53	411.60	1157.29	448.10	428.12
<b>6</b>	197.05	571.18	1636.46	448.10	375.07
<b>7</b>	203.69	1856.59	5233.53	448.10	333.21
<b>8</b>	203.32	987.67	10736.75	445.12	331.49
<b>9</b>	180.38	1361.04	4750.96	457.21	292.99
<b>10</b>	171.61	1157.29	4566.22	428.12	290.97
<b>11</b>	171.92	875.62	4474.76	875.62	290.97
<b>12</b>	179.40	1948.60	4379.10	1361.04	300.80
<b>13</b>	187.74	2461.91	4373.71	1239.57	278.85
<b>14</b>	194.55	5438.97	4373.71	1015.30	288.94
<b>15</b>	187.06	7487.28	4379.10	852.29	278.85
<b>16</b>	194.91	5591.42	4560.61	766.42	278.85
<b>17</b>	179.40	3246.42	4384.48	733.60	288.94
<b>18</b>	202.95	1955.45	4378.07	663.02	276.41
<b>19</b>	171.61	1319.05	3862.22	638.88	276.41
<b>20</b>	211.57	1015.30	3776.45	614.39	261.26
<b>21</b>	192.51	911.87	3780.49	635.81	255.20
<b>22</b>	244.99	917.47	3320.95	710.84	259.40
<b>23</b>	614.39	1198.80	2686.46	764.02	230.70
<b>24</b>	764.02	983.22	2774.37	875.62	248.87
<b>25</b>	377.63	824.20	2831.78	761.62	239.05
<b>26</b>	581.70	879.69	2834.94	1120.17	238.62
<b>27</b>	1542.79	918.87	2287.13	1010.71	247.53
<b>28</b>	504.98	907.68	1796.59	944.90	236.91
<b>29</b>	391.69		1547.66	745.23	220.53
<b>30</b>	791.65		1451.98	714.22	230.70
<b>31</b>	767.62		1451.10		308.20
<b>Características mensuales</b>					
<b>Máximo (Tn/día)</b>	1542.79	7487.28	10736.75	1361.04	528.63
<b>Promedio (Tn/día)</b>	340.21	1686.73	3276.41	734.22	308.75
<b>Mínimo (Tn/día)</b>	156.96	391.69	789.18	428.12	220.53
<b>Total (Tn/día)</b>	10546.59	47228.55	101568.63	22026.49	9571.11

Fuente: Elaboración propia, 2016.

**Descarga de sedimentos al Embalse Torata**

**Año: 2016 Método: Ackers&White**

**SEDIMENTOS TOTALES (m3/d), estimados con caudales promedio diarios.**

<b>Día</b>	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>
<b>1</b>	163.44	247.53	794.13	149.15
<b>2</b>	163.44	209.53	685.63	149.15
<b>3</b>	133.85	194.20	443.63	149.99
<b>4</b>	133.85	179.07	346.49	125.33
<b>5</b>	133.85	193.13	256.10	142.71
<b>6</b>	134.59	229.47	248.87	136.70
<b>7</b>	169.11	377.63	258.01	125.80
<b>8</b>	162.84	248.87	287.42	145.13
<b>9</b>	148.70	200.37	259.87	154.67
<b>10</b>	154.67	203.32	250.65	145.13
<b>11</b>	158.69	1120.17	249.76	161.94
<b>12</b>	156.10	1046.52	248.87	145.13
<b>13</b>	162.54	609.45	244.99	157.51
<b>14</b>	145.13	445.12	359.63	145.13
<b>15</b>	151.68	298.69	319.72	144.32
<b>16</b>	169.11	917.47	301.32	130.34
<b>17</b>	169.42	737.09	276.41	136.70
<b>18</b>	162.84	1120.17	248.87	136.96
<b>19</b>	185.35	1197.04	236.91	136.96
<b>20</b>	193.48	1401.94	176.68	149.99
<b>21</b>	171.30	1155.58	203.69	125.33
<b>22</b>	178.09	2918.03	171.61	136.96
<b>23</b>	162.54	3236.73	202.95	125.33
<b>24</b>	165.60	3542.83	187.74	125.33
<b>25</b>	157.51	3387.29	178.74	131.07
<b>26</b>	157.51	3564.30	178.09	136.70
<b>27</b>	144.59	1638.21	156.96	145.16
<b>28</b>	154.67	1193.51	201.46	149.99
<b>29</b>	161.94	882.41	187.06	157.51
<b>30</b>	169.42		179.40	149.99
<b>31</b>	156.10		179.40	
<b>Características mensuales</b>				
<b>Máximo (Tn/día)</b>	193.48	3564.30	794.13	161.94
<b>Promedio (Tn/día)</b>	159.10	1127.44	274.87	141.74
<b>Mínimo (Tn/día)</b>	133.85	179.07	156.96	125.33
<b>Total (Tn/día)</b>	4931.96	32695.68	8521.08	4252.12

Fuente: Elaboración propia, 2016.

**b. Método Engelund & Hansen modificado para sedimentos no uniformes.**

<b>Descarga de sedimentos al Embalse Torata</b>					
<b>Año:</b>	<b>2001</b>		<b>Método: Engelund &amp; Hansen</b>		
<b>Día</b>	<b>SEDIMENTOS TOTALES (m3/d), estimados con caudales promedio diarios.</b>				
	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>
<b>1</b>	294.08	441.97	6894.28	645.10	269.32
<b>2</b>	1138.88	522.22	9858.41	601.77	243.25
<b>3</b>	135.55	1683.71	8641.80	601.77	248.78
<b>4</b>	144.40	2633.35	6468.93	612.00	241.23
<b>5</b>	108.76	1316.97	5066.00	597.23	254.35
<b>6</b>	103.08	1504.26	4331.53	969.43	248.36
<b>7</b>	293.12	1058.06	5072.11	1193.35	233.03
<b>8</b>	190.25	996.76	3905.75	1132.56	207.63
<b>9</b>	144.66	2546.60	3567.90	1058.06	197.86
<b>10</b>	132.18	3247.88	2812.29	897.90	187.63
<b>11</b>	119.79	2503.85	3353.79	1302.75	191.89
<b>12</b>	114.95	3300.59	3971.43	835.44	197.52
<b>13</b>	90.47	6379.70	5810.62	912.79	198.53
<b>14</b>	95.00	3516.00	5507.98	853.47	226.94
<b>15</b>	90.80	7557.00	7936.50	633.62	233.43
<b>16</b>	84.57	13082.88	14268.43	629.83	198.20
<b>17</b>	74.39	5728.04	5072.11	619.43	192.55
<b>18</b>	69.72	4397.24	7927.16	598.14	196.85
<b>19</b>	83.49	3910.52	7447.51	537.05	191.89
<b>20</b>	98.89	3300.59	5970.66	513.96	196.85
<b>21</b>	118.09	2461.51	4587.28	455.63	185.71
<b>22</b>	96.40	2087.61	3005.78	454.92	184.44
<b>23</b>	96.05	1656.98	2293.88	411.05	179.35
<b>24</b>	123.67	5810.62	1927.97	371.33	168.18
<b>25</b>	204.28	6902.47	1688.14	361.48	151.04
<b>26</b>	197.19	3624.61	1331.98	351.22	164.80
<b>27</b>	736.33	8032.99	1028.18	351.79	169.97
<b>28</b>	1730.91	13353.59	943.96	309.47	168.18
<b>29</b>	720.32		854.71	286.77	164.80
<b>30</b>	508.44		833.02	292.15	167.89
<b>31</b>	350.66		738.50		151.57
<b>Características mensuales</b>					
<b>Máximo (Tn/día)</b>	1730.91	13353.59	14268.43	1302.75	269.32
<b>Promedio (Tn/día)</b>	273.85	4055.66	4616.73	646.38	200.39
<b>Mínimo (Tn/día)</b>	69.72	441.97	738.50	286.77	151.04
<b>Total (Tn/mes)</b>	8489.39	113558.56	143118.59	19391.47	6212.01

Fuente: Elaboración propia, 2016.

<b>Descarga de sedimentos al Embalse Torata</b>					
<b>Año:</b>	<b>2002</b>		<b>Método: Engelund &amp; Hansen</b>		
<b>Día</b>	<b>SEDIMENTOS TOTALES (m3/d), estimados con caudales promedio diarios.</b>				
	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>
<b>1</b>	99.26	467.38	564.10	836.65	222.05
<b>2</b>	99.26	755.87	613.85	588.90	226.94
<b>3</b>	100.69	3047.73	758.09	720.32	222.05
<b>4</b>	90.47	2953.11	3905.75	630.78	216.82
<b>5</b>	90.31	2165.97	1341.03	879.29	198.87
<b>6</b>	90.14	836.65	1461.71	972.18	198.53
<b>7</b>	92.56	720.32	1328.36	851.00	197.86
<b>8</b>	90.47	352.93	3353.79	599.95	192.55
<b>9</b>	95.87	215.36	3629.05	537.88	190.91
<b>10</b>	90.80	966.68	3247.88	456.34	190.91
<b>11</b>	101.42	2383.99	2000.97	442.67	183.07
<b>12</b>	117.88	2720.32	1940.45	431.98	197.52
<b>13</b>	107.60	1516.40	4662.05	383.16	191.24
<b>14</b>	114.13	1522.48	3300.59	498.74	191.56
<b>15</b>	111.04	1765.22	3850.16	541.17	191.89
<b>16</b>	102.89	1028.18	3151.65	498.74	190.91
<b>17</b>	111.04	1514.38	1995.87	410.41	195.50
<b>18</b>	103.08	1111.49	1453.89	354.06	185.71
<b>19</b>	114.13	616.64	999.56	301.97	185.71
<b>20</b>	107.60	430.63	996.76	283.96	189.60
<b>21</b>	101.42	285.36	5072.11	269.18	180.28
<b>22</b>	119.37	192.55	2723.69	359.16	179.35
<b>23</b>	130.47	247.53	2196.07	433.34	180.28
<b>24</b>	130.47	1135.72	1724.14	310.99	191.89
<b>25</b>	139.69	738.50	1335.60	296.00	184.76
<b>26</b>	127.39	441.28	963.93	269.32	176.14
<b>27</b>	141.42	442.67	738.50	233.82	164.75
<b>28</b>	145.42	536.23	875.50	235.40	168.18
<b>29</b>	724.57		897.90	227.71	179.35
<b>30</b>	1908.25		632.68	216.82	165.03
<b>31</b>	598.14		1111.49		155.72
<b>Características mensuales</b>					
<b>Máximo (Tn/día)</b>	1908.25	3047.73	5072.11	972.18	226.94
<b>Promedio (Tn/día)</b>	203.14	1111.13	2026.68	469.06	189.87
<b>Mínimo (Tn/día)</b>	90.14	192.55	564.10	216.82	155.72
<b>Total (Tn/mes)</b>	6297.25	31111.56	62827.18	14071.88	5885.93

Fuente: Elaboración propia, 2016.



<b>Descarga de sedimentos al Embalse Torata</b>					
<b>Año:</b>	<b>2003</b>		<b>Método: Engelund &amp; Hansen</b>		
<b>Día</b>	<b>SEDIMENTOS TOTALES (m3/d), estimados con caudales promedio diarios.</b>				
	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>
<b>1</b>	203.94	191.89	271.99	360.90	125.81
<b>2</b>	180.28	284.43	233.82	319.14	118.94
<b>3</b>	150.52	245.87	187.63	302.96	122.13
<b>4</b>	141.42	615.71	197.19	333.42	118.09
<b>5</b>	130.93	271.99	164.75	277.27	112.04
<b>6</b>	126.49	198.53	163.03	228.09	118.09
<b>7</b>	123.45	185.71	146.70	198.53	118.73
<b>8</b>	136.03	184.44	145.68	187.31	115.16
<b>9</b>	119.79	155.72	144.66	184.76	112.04
<b>10</b>	132.64	180.90	136.99	163.89	119.79
<b>11</b>	150.78	228.48	136.51	163.61	131.94
<b>12</b>	149.47	197.52	136.75	164.80	123.67
<b>13</b>	136.99	242.04	148.68	158.26	119.79
<b>14</b>	140.44	226.94	149.47	154.64	136.75
<b>15</b>	136.03	192.55	144.15	150.26	130.47
<b>16</b>	154.91	234.61	127.39	153.02	119.79
<b>17</b>	222.05	235.00	243.25	145.17	148.68
<b>18</b>	241.23	235.40	342.26	134.75	149.47
<b>19</b>	228.48	343.36	342.26	144.40	154.37
<b>20</b>	227.71	241.63	351.79	136.51	144.66
<b>21</b>	198.20	195.50	1140.47	136.51	126.49
<b>22</b>	185.08	184.76	857.18	136.51	122.13
<b>23</b>	149.47	174.03	880.55	144.66	115.16
<b>24</b>	144.40	310.99	631.73	153.02	121.92
<b>25</b>	141.42	319.14	429.27	153.29	122.13
<b>26</b>	118.94	434.02	382.55	148.68	126.49
<b>27</b>	114.95	409.76	372.52	136.51	115.36
<b>28</b>	118.09	342.26	383.77	139.69	118.09
<b>29</b>	118.73		370.14	131.94	112.04
<b>30</b>	114.54		374.90	130.47	115.16
<b>31</b>	234.61		362.64		112.04
<b>Características mensuales</b>					
<b>Máximo (Tn/día)</b>	241.23	615.71	1140.47	360.90	154.37
<b>Promedio (Tn/día)</b>	157.16	259.40	325.83	182.43	124.11
<b>Mínimo (Tn/día)</b>	114.54	155.72	127.39	130.47	112.04
<b>Total (Tn/mes)</b>	4872.01	7263.18	10100.66	5472.99	3847.45

Fuente: Elaboración propia, 2016.

<b>Descarga de sedimentos al Embalse Torata</b>				
<b>Año:</b>	<b>2004</b>	<b>Método: Engelund &amp; Hansen</b>		
<b>Día</b>	<b>SEDIMENTOS TOTALES (m3/d), estimados con caudales promedio diarios.</b>			
	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>
<b>1</b>	121.26	242.44	190.91	226.94
<b>2</b>	105.84	236.19	179.35	241.23
<b>3</b>	107.60	380.73	141.42	246.70
<b>4</b>	108.57	372.52	144.40	353.49
<b>5</b>	144.40	718.19	136.03	283.96
<b>6</b>	310.99	1551.36	141.42	190.91
<b>7</b>	155.72	2998.36	150.78	159.99
<b>8</b>	200.47	2674.98	185.71	150.52
<b>9</b>	144.66	2458.44	226.94	153.56
<b>10</b>	134.75	3516.00	363.81	148.94
<b>11</b>	191.89	6723.00	383.77	136.99
<b>12</b>	1306.31	3511.69	286.77	123.01
<b>13</b>	527.05	1910.71	198.53	122.57
<b>14</b>	308.46	1169.94	196.85	119.37
<b>15</b>	235.00	855.94	226.94	126.49
<b>16</b>	203.24	717.13	301.97	123.45
<b>17</b>	190.91	599.95	363.81	132.18
<b>18</b>	167.89	498.74	248.36	135.55
<b>19</b>	144.40	456.34	184.76	118.94
<b>20</b>	119.79	430.63	204.28	115.98
<b>21</b>	118.94	352.93	292.15	118.73
<b>22</b>	119.79	294.08	234.61	115.16
<b>23</b>	145.42	290.71	245.87	115.16
<b>24</b>	145.68	248.78	318.62	118.09
<b>25</b>	150.78	241.23	499.51	115.16
<b>26</b>	191.89	248.36	319.14	115.36
<b>27</b>	350.09	250.03	248.36	119.79
<b>28</b>	342.26	235.00	203.94	118.73
<b>29</b>	362.06	207.6323604	192.55	118.09
<b>30</b>	302.96		277.27	108.57
<b>31</b>	295.52		380.73	
<b>Características mensuales</b>				
<b>Máximo (Tn/día)</b>	1306.31	6723.00	499.51	353.49
<b>Promedio (Tn/día)</b>	240.47	1185.93	247.41	152.45
<b>Mínimo (Tn/día)</b>	105.84	207.63	136.03	108.57
<b>Total (Tn/mes)</b>	7454.62	34392.05	7669.58	4573.62

Fuente: Elaboración propia, 2016.

<b>Descarga de sedimentos al Embalse Torata</b>				
<b>Año:</b>	<b>2005</b>		<b>Método: Engelund &amp; Hansen</b>	
<b>Día</b>	<b>SEDIMENTOS TOTALES (m3/d), estimados con caudales promedio diarios.</b>			
	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>
<b>1</b>	144.91	81.18	234.21	159.99
<b>2</b>	114.54	92.05	202.20	140.44
<b>3</b>	164.75	87.42	186.67	122.57
<b>4</b>	144.40	145.17	202.55	118.09
<b>5</b>	100.69	203.94	167.89	118.09
<b>6</b>	123.45	241.63	150.26	122.57
<b>7</b>	174.94	198.53	149.47	122.57
<b>8</b>	725.64	228.48	159.99	118.94
<b>9</b>	1553.42	255.20	249.61	135.55
<b>10</b>	1968.03	300.00	345.03	153.02
<b>11</b>	185.39	303.94	537.05	123.67
<b>12</b>	360.90	286.77	409.76	144.91
<b>13</b>	633.62	248.78	228.48	149.99
<b>14</b>	508.44	186.67	201.17	128.37
<b>15</b>	276.81	174.94	164.75	115.98
<b>16</b>	202.20	250.03	155.18	118.73
<b>17</b>	190.91	351.22	164.80	121.26
<b>18</b>	184.76	551.32	154.10	102.89
<b>19</b>	168.18	1132.56	130.93	99.80
<b>20</b>	204.28	1960.51	123.01	93.92
<b>21</b>	191.89	6298.69	119.79	96.40
<b>22</b>	127.39	2956.76	132.18	93.92
<b>23</b>	122.57	1582.65	144.40	93.92
<b>24</b>	115.16	963.93	149.47	101.06
<b>25</b>	114.54	756.98	150.26	93.92
<b>26</b>	99.26	758.09	196.17	93.92
<b>27</b>	96.05	498.74	164.80	100.51
<b>28</b>	92.90	371.92	204.28	95.87
<b>29</b>	90.14		191.89	90.47
<b>30</b>	87.10		360.90	95.87
<b>31</b>	87.42		241.23	
<b>Características mensuales</b>				
<b>Máximo (Tn/día)</b>	1968.03	6298.69	537.05	159.99
<b>Promedio (Tn/día)</b>	301.76	766.72	205.56	115.58
<b>Mínimo (Tn/día)</b>	87.10	81.18	119.79	90.47
<b>Total (Tn/mes)</b>	9354.69	21468.09	6372.47	3467.26

Fuente: Elaboración propia, 2016.

<b>Descarga de sedimentos al Embalse Torata</b>					
<b>Año:</b>	<b>2006</b>		<b>Método: Engelund &amp; Hansen</b>		
<b>Día</b>	<b>SEDIMENTOS TOTALES (m3/d), estimados con caudales promedio diarios.</b>				
	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>
<b>1</b>	169.65	1495.88	1315.19	4461.61	203.94
<b>2</b>	174.94	1171.55	1089.09	3304.65	213.50
<b>3</b>	169.65	840.29	1582.65	3563.53	197.86
<b>4</b>	174.63	835.44	1910.71	2293.88	191.89
<b>5</b>	163.61	1193.35	3620.18	1760.63	190.58
<b>6</b>	186.67	2254.50	5501.36	1578.46	164.75
<b>7</b>	180.28	2723.69	3567.90	1169.94	164.75
<b>8</b>	164.80	3002.07	2254.50	966.68	179.35
<b>9</b>	159.99	5066.00	3304.65	840.29	155.72
<b>10</b>	154.37	7257.28	1952.99	750.33	163.03
<b>11</b>	150.52	6476.63	1920.58	700.33	159.99
<b>12</b>	155.18	3971.43	1561.66	630.78	159.99
<b>13</b>	1011.73	2342.77	1357.93	627.93	150.78
<b>14</b>	295.52	1497.87	1160.27	614.78	154.37
<b>15</b>	198.53	1166.72	1111.49	600.86	154.91
<b>16</b>	197.52	881.81	1116.14	536.23	158.26
<b>17</b>	185.71	719.25	1692.58	501.83	149.73
<b>18</b>	969.43	540.35	1522.48	432.66	138.19
<b>19</b>	433.34	552.16	1551.36	383.77	150.52
<b>20</b>	350.09	874.24	3251.88	370.14	159.65
<b>21</b>	228.09	4726.13	4992.20	307.45	169.97
<b>22</b>	180.90	3915.29	5429.22	269.32	155.18
<b>23</b>	880.55	1726.40	8042.44	242.44	164.80
<b>24</b>	685.82	1186.78	4656.41	248.36	151.57
<b>25</b>	498.74	895.32	6055.19	241.23	146.70
<b>26</b>	443.36	717.13	5140.42	240.82	163.03
<b>27</b>	820.00	729.82	4271.58	245.87	163.61
<b>28</b>	989.75	1302.75	5984.95	234.21	154.91
<b>29</b>	1393.54	1315.194727	5072.11	217.54	163.03
<b>30</b>	1557.54		3915.29	203.94	164.80
<b>31</b>	1968.03		5422.69		163.61
<b>Características mensuales</b>					
<b>Máximo (Tn/día)</b>	1968.03	7257.28	8042.44	4461.61	213.50
<b>Promedio (Tn/día)</b>	493.31	2116.49	3268.65	951.35	165.26
<b>Mínimo (Tn/día)</b>	150.52	540.35	1089.09	203.94	138.19
<b>Total (Tn/mes)</b>	15292.50	61378.11	101328.11	28540.51	5122.96

Fuente: Elaboración propia, 2016.

<b>Descarga de sedimentos al Embalse Torata</b>				
<b>Año:</b>	<b>2007</b>		<b>Método: Engelund &amp; Hansen</b>	
<b>Día</b>	<b>SEDIMENTOS TOTALES (m3/d), estimados con caudales promedio diarios.</b>			
	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>
<b>1</b>	114.13	81.03	2248.86	857.18
<b>2</b>	93.92	81.33	1342.84	758.09
<b>3</b>	90.97	78.74	750.33	513.96
<b>4</b>	114.95	78.74	719.25	277.27
<b>5</b>	118.73	81.03	853.47	241.23
<b>6</b>	249.61	72.10	1586.85	204.28
<b>7</b>	836.65	81.33	984.14	198.20
<b>8</b>	1277.43	127.69	1117.70	190.58
<b>9</b>	455.63	154.37	1165.11	169.36
<b>10</b>	1965.52	294.08	853.47	165.03
<b>11</b>	833.02	513.96	510.01	189.60
<b>12</b>	552.16	1586.85	301.97	185.71
<b>13</b>	524.63	928.19	429.95	169.97
<b>14</b>	440.58	601.77	969.43	159.99
<b>15</b>	360.90	292.64	857.18	154.91
<b>16</b>	195.16	227.32	986.95	149.99
<b>17</b>	123.67	197.52	537.05	138.19
<b>18</b>	118.73	196.85	551.32	127.69
<b>19</b>	111.24	155.18	820.00	117.88
<b>20</b>	99.80	159.99	616.64	96.40
<b>21</b>	90.97	228.48	310.99	87.42
<b>22</b>	115.36	304.44	195.50	81.48
<b>23</b>	135.55	382.55	146.19	84.42
<b>24</b>	111.04	1016.02	185.39	87.10
<b>25</b>	100.69	648.97	186.67	84.42
<b>26</b>	93.07	723.51	242.04	81.18
<b>27</b>	92.90	526.25	286.77	86.78
<b>28</b>	84.73	635.52	998.16	92.73
<b>29</b>	77.13		1134.14	84.57
<b>30</b>	81.03		614.78	92.39
<b>31</b>	73.14		368.95	
<b>Características mensuales</b>				
<b>Máximo (Tn/día)</b>	1965.52	1586.85	2248.86	857.18
<b>Promedio (Tn/día)</b>	313.97	373.44	737.81	197.60
<b>Mínimo (Tn/día)</b>	73.14	72.10	146.19	81.18
<b>Total (Tn/mes)</b>	9733.06	10456.44	22872.10	5927.99

Fuente: Elaboración propia, 2016.

<b>Descarga de sedimentos al Embalse Torata</b>				
<b>Año:</b>	<b>2008</b>		<b>Método: Engelund &amp; Hansen</b>	
<b>Día</b>	<b>SEDIMENTOS TOTALES (m3/d), estimados con caudales promedio diarios.</b>			
	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>
<b>1</b>	190.25	103.08	111.04	145.68
<b>2</b>	228.48	99.80	101.06	132.18
<b>3</b>	119.37	104.02	90.80	118.73
<b>4</b>	154.10	114.95	87.10	105.15
<b>5</b>	649.94	145.68	96.40	107.60
<b>6</b>	552.16	195.50	115.98	93.92
<b>7</b>	307.45	151.04	119.79	98.89
<b>8</b>	342.26	115.98	127.69	98.71
<b>9</b>	457.05	127.69	122.57	95.70
<b>10</b>	523.83	123.67	141.42	90.47
<b>11</b>	300.00	123.01	185.08	92.73
<b>12</b>	250.03	119.37	456.34	92.90
<b>13</b>	236.19	114.54	513.96	87.42
<b>14</b>	3304.65	96.40	507.65	84.42
<b>15</b>	9197.70	104.02	292.64	87.10
<b>16</b>	1958.00	149.47	241.23	95.00
<b>17</b>	1656.98	144.40	184.44	87.26
<b>18</b>	876.76	146.19	164.80	87.26
<b>19</b>	540.35	164.80	141.42	84.57
<b>20</b>	467.38	250.03	141.42	84.42
<b>21</b>	371.92	165.03	153.29	82.19
<b>22</b>	256.48	148.94	191.56	87.42
<b>23</b>	198.20	144.40	292.64	90.31
<b>24</b>	234.61	146.70	168.18	95.70
<b>25</b>	197.86	185.71	190.58	90.31
<b>26</b>	181.52	353.49	189.60	92.56
<b>27</b>	164.80	240.42	169.97	92.56
<b>28</b>	149.73	144.40	151.57	92.73
<b>29</b>	144.40	118.0906952	226.94	84.73
<b>30</b>	122.57		204.28	81.18
<b>31</b>	122.57		198.87	
<b>Características mensuales</b>				
<b>Máximo (Tn/día)</b>	9197.70	353.49	513.96	145.68
<b>Promedio (Tn/día)</b>	788.95	149.68	196.14	95.33
<b>Mínimo (Tn/día)</b>	119.37	96.40	87.10	81.18
<b>Total (Tn/mes)</b>	24457.58	4340.84	6080.31	2859.78

Fuente: Elaboración propia, 2016.

<b>Descarga de sedimentos al Embalse Torata</b>				
<b>Año:</b>	<b>2009</b>		<b>Método: Engelund &amp; Hansen</b>	
<b>Día</b>	<b>SEDIMENTOS TOTALES (m3/d), estimados con caudales promedio diarios.</b>			
	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>
<b>1</b>	141.42	99.80	2422.59	144.66
<b>2</b>	127.16	121.92	2720.32	185.39
<b>3</b>	118.09	158.26	3567.90	127.39
<b>4</b>	101.06	144.91	1960.51	131.94
<b>5</b>	95.87	190.58	3300.59	135.55
<b>6</b>	92.22	1688.14	3516.00	144.40
<b>7</b>	77.13	363.81	3961.75	148.94
<b>8</b>	77.13	242.44	3300.59	174.94
<b>9</b>	77.13	514.74	2000.97	203.94
<b>10</b>	77.13	373.11	1272.19	500.29
<b>11</b>	77.13	294.08	738.50	380.73
<b>12</b>	114.13	3097.55	536.23	358.58
<b>13</b>	144.66	1165.11	440.58	248.78
<b>14</b>	526.25	613.85	444.06	186.67
<b>15</b>	114.13	446.14	599.04	310.48
<b>16</b>	87.42	292.64	431.30	242.44
<b>17</b>	68.56	243.66	409.11	123.45
<b>18</b>	68.56	442.67	374.30	126.49
<b>19</b>	68.56	501.83	373.71	126.49
<b>20</b>	73.14	612.00	392.75	126.49
<b>21</b>	61.99	537.88	507.65	122.57
<b>22</b>	59.96	537.05	431.30	108.57
<b>23</b>	66.38	1561.66	250.44	114.95
<b>24</b>	61.99	1011.73	204.28	105.15
<b>25</b>	61.64	1173.16	185.71	99.80
<b>26</b>	61.76	1006.02	163.89	96.40
<b>27</b>	66.38	996.76	155.18	118.09
<b>28</b>	150.52	989.75	138.19	115.98
<b>29</b>	276.36		144.66	118.94
<b>30</b>	207.63		148.94	118.94
<b>31</b>	121.26		149.47	
<b>Características mensuales</b>				
<b>Máximo (Tn/día)</b>	526.25	3097.55	3961.75	500.29
<b>Promedio (Tn/día)</b>	113.64	693.62	1136.86	174.91
<b>Mínimo (Tn/día)</b>	59.96	99.80	138.19	96.40
<b>Total (Tn/mes)</b>	3522.76	19421.25	35242.75	5247.43

Fuente: Elaboración propia, 2016.

<b>Descarga de sedimentos al Embalse Torata</b>				
<b>Año:</b>	<b>2010</b>		<b>Método: Engelund &amp; Hansen</b>	
<b>Día</b>	<b>SEDIMENTOS TOTALES (m3/d), estimados con caudales promedio diarios.</b>			
	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>
<b>1</b>	67.13	119.79	515.53	114.13
<b>2</b>	62.93	184.44	243.25	107.60
<b>3</b>	69.59	112.04	179.35	107.60
<b>4</b>	62.93	316.55	145.17	107.60
<b>5</b>	69.72	201.17	148.94	107.60
<b>6</b>	83.49	123.01	269.32	114.13
<b>7</b>	83.49	126.49	215.36	104.02
<b>8</b>	75.91	134.75	153.29	101.06
<b>9</b>	67.50	119.79	139.69	99.26
<b>10</b>	83.34	122.57	118.09	101.06
<b>11</b>	98.89	127.69	123.67	100.51
<b>12</b>	117.88	154.37	130.93	90.31
<b>13</b>	96.05	513.17	144.40	81.18
<b>14</b>	84.57	1191.71	144.40	84.42
<b>15</b>	114.54	250.03	144.66	84.73
<b>16</b>	101.06	168.18	154.91	82.19
<b>17</b>	287.71	145.68	190.25	75.91
<b>18</b>	717.13	145.42	155.72	78.74
<b>19</b>	299.01	153.02	122.57	78.74
<b>20</b>	135.55	126.49	292.64	89.32
<b>21</b>	108.57	292.15	123.67	71.97
<b>22</b>	144.40	2720.32	123.01	75.91
<b>23</b>	215.32	1522.48	127.39	69.59
<b>24</b>	183.07	1503.84	126.71	70.29
<b>25</b>	153.29	1526.53	149.47	69.59
<b>26</b>	145.68	1007.45	144.40	62.93
<b>27</b>	127.39	755.87	498.74	71.57
<b>28</b>	115.36	719.25	433.34	67.25
<b>29</b>	118.73		198.53	80.73
<b>30</b>	111.04		154.37	74.39
<b>31</b>	123.01		153.02	
<b>Características mensuales</b>				
<b>Máximo (Tn/día)</b>	717.13	2720.32	515.53	114.13
<b>Promedio (Tn/día)</b>	139.49	520.87	192.41	87.48
<b>Mínimo (Tn/día)</b>	62.93	112.04	118.09	62.93
<b>Total (Tn/mes)</b>	4324.30	14584.24	5964.83	2624.30

Fuente: Elaboración propia, 2016.







«continuación»

<b>10</b>	1300.98	9756.75	2422.59	522.22	243.25	151.566773
<b>11</b>	857.18	17347.58	2723.69	1157.05	242.44	144.403882
<b>12</b>	724.57	21968.06	2908.19	2226.61	241.63	121.9155836
<b>13</b>	615.71	8418.68	1913.18	1036.92	241.23	114.1265449
<b>14</b>	501.83	8032.99	1161.88	721.38	228.48	112.6427301
<b>15</b>	431.98	14101.82	839.08	661.57	215.32	138.1937299
<b>16</b>	373.71	15054.41	854.71	617.57	222.05	198.5334747
<b>17</b>	419.46	11058.98	853.47	700.33	203.94	233.0314352
<b>18</b>	553.00	12361.68	759.19	929.51	204.28	443.3612538
<b>19</b>	879.29	12526.56	798.86	1331.98	203.94	269.1809703
<b>20</b>	2257.32	9197.70	834.23	858.42	203.94	185.0751013
<b>21</b>	1302.75	5977.81	630.78	736.33	198.53	146.186646
<b>22</b>	1483.95	4650.77	500.29	858.42	192.55	540.3471328
<b>23</b>	984.14	4276.77	431.98	1302.75	197.52	879.2858793
<b>24</b>	615.71	4147.89	383.77	1530.57	196.51	714.9976914
<b>25</b>	706.58	2461.51	442.67	1134.14	201.17	527.858406
<b>26</b>	1272.19	2000.97	641.22	774.61	186.67	523.8289525
<b>27</b>	1557.54	2165.97	599.04	701.37	185.71	291.6725295
<b>28</b>	2727.07	1769.81	456.34	551.32	195.50	198.196406
<b>29</b>	2336.55	1756.04	737.42	513.17	195.50	179.3492419
<b>30</b>	1908.25		514.74	498.74	201.17	146.186646
<b>31</b>	1551.36		429.95		190.58	144.403882
<b>Características mensuales</b>						
<b>Máximo (Tn/día)</b>	13210.39	21968.06	3567.90	2226.61	430.63	879.29
<b>Promedio (Tn/día)</b>	2989.96	7960.62	1504.35	879.77	244.83	268.41
<b>Mínimo (Tn/día)</b>	373.71	1756.04	383.77	431.30	185.71	112.64
<b>Total (Tn/mes)</b>	92688.83	230857.96	46634.78	26392.99	7589.62	7247.03

Fuente: Elaboración propia, 2016.

<b>Descarga de sedimentos al Embalse Torata</b>					
<b>Año:</b>	<b>2013</b>		<b>Método: Engelund &amp; Hansen</b>		
<b>Día</b>	<b>SEDIMENTOS TOTALES (m3/d), estimados con caudales promedio diarios.</b>				
	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>
<b>1</b>	169.36	618.50	5429.22	262.58	132.18
<b>2</b>	169.97	629.83	3910.52	250.03	136.99
<b>3</b>	154.91	991.15	3051.49	243.25	132.18
<b>4</b>	155.72	1683.71	4147.89	242.04	123.45
<b>5</b>	271.10	15853.84	4336.80	240.42	119.37
<b>6</b>	256.90	11046.21	5004.26	234.21	119.79
<b>7</b>	201.17	5140.42	6989.02	226.94	115.98
<b>8</b>	191.89	3516.00	6468.93	198.87	122.57
<b>9</b>	302.46	2766.09	9176.26	198.53	122.57
<b>10</b>	537.88	2464.57	4266.39	198.53	122.57
<b>11</b>	1518.43	1918.11	2422.59	198.20	118.94
<b>12</b>	2953.11	1522.48	1910.71	197.52	118.94
<b>13</b>	1524.50	1302.75	1717.37	198.20	118.73
<b>14</b>	2218.28	1163.50	1516.40	197.19	112.04
<b>15</b>	1995.87	1300.98	1363.45	191.89	115.36
<b>16</b>	3910.52	1111.49	1341.03	201.17	112.64
<b>17</b>	5810.62	965.31	1453.89	187.63	136.51
<b>18</b>	9869.87	859.66	1190.07	197.19	286.77
<b>19</b>	6394.90	1503.84	966.68	196.85	222.05
<b>20</b>	3915.29	2201.63	853.47	185.71	179.35
<b>21</b>	1920.58	2133.30	720.32	189.60	153.56
<b>22</b>	1455.85	9186.98	524.63	185.71	148.68
<b>23</b>	1163.50	5351.10	486.09	189.60	127.39
<b>24</b>	876.76	2720.32	433.34	180.90	127.39
<b>25</b>	717.13	1970.54	383.16	169.65	127.39
<b>26</b>	601.77	1799.94	372.52	165.03	123.45
<b>27</b>	519.80	1726.40	362.64	164.75	126.49
<b>28</b>	601.77	3300.59	358.58	191.89	119.79
<b>29</b>	1368.98		342.26	191.89	125.81
<b>30</b>	1034.01		302.46	190.25	119.37
<b>31</b>	700.33		294.08		127.69
<b>Características mensuales</b>					
<b>Máximo (Tn/día)</b>	9869.87	15853.84	9176.26	262.58	286.77
<b>Promedio (Tn/día)</b>	1725.27	3098.19	2325.69	202.21	135.36
<b>Mínimo (Tn/día)</b>	154.91	618.50	294.08	164.75	112.04
<b>Total (Tn/mes)</b>	53483.23	86749.22	72096.53	6066.20	4196.02

Fuente: Elaboración propia, 2016.

<b>Descarga de sedimentos al Embalse Torata</b>				
<b>Año:</b>	<b>2014</b>		<b>Método: Engelund &amp; Hansen</b>	
<b>Día</b>	<b>SEDIMENTOS TOTALES (m3/d), estimados con caudales promedio diarios.</b>			
	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>
<b>1</b>	144.15	123.67	105.65	93.92
<b>2</b>	136.75	127.39	100.69	108.76
<b>3</b>	119.79	123.45	90.97	119.37
<b>4</b>	130.47	119.79	100.51	118.73
<b>5</b>	197.86	126.49	99.80	118.94
<b>6</b>	2681.63	132.18	115.78	123.45
<b>7</b>	1467.57	131.94	122.57	126.49
<b>8</b>	736.33	119.79	112.64	136.03
<b>9</b>	302.96	115.98	108.57	149.73
<b>10</b>	236.19	115.98	114.13	467.38
<b>11</b>	301.97	118.73	104.02	174.03
<b>12</b>	233.03	105.65	93.92	144.66
<b>13</b>	185.08	90.47	99.26	144.40
<b>14</b>	290.71	87.42	90.97	123.01
<b>15</b>	717.13	90.97	111.24	105.65
<b>16</b>	540.35	94.88	118.09	104.02
<b>17</b>	439.19	92.73	119.79	101.06
<b>18</b>	318.62	84.73	318.10	99.26
<b>19</b>	241.23	84.42	138.19	93.92
<b>20</b>	1163.50	86.78	112.04	99.80
<b>21</b>	635.52	86.78	114.54	105.84
<b>22</b>	2766.09	79.64	114.13	90.80
<b>23</b>	790.18	89.32	96.75	93.92
<b>24</b>	521.41	90.80	90.97	96.40
<b>25</b>	371.33	100.51	95.87	104.02
<b>26</b>	295.52	104.02	96.40	110.64
<b>27</b>	262.14	118.09	96.05	96.40
<b>28</b>	235.40	105.84	90.97	99.26
<b>29</b>	192.55		96.05	101.06
<b>30</b>	165.03		95.87	104.02
<b>31</b>	168.18		87.89	
<b>Características mensuales</b>				
<b>Máximo (Tn/día)</b>	2766.09	132.18	318.10	467.38
<b>Promedio (Tn/día)</b>	547.99	105.30	111.37	125.17
<b>Mínimo (Tn/día)</b>	119.79	79.64	87.89	90.80
<b>Total (Tn/mes)</b>	16987.84	2948.44	3452.44	3754.99

Fuente: Elaboración propia, 2016.

<b>Descarga de sedimentos al Embalse Torata</b>					
<b>Año:</b>	<b>2015</b>		<b>Método: Engelund &amp; Hansen</b>		
<b>Día</b>	<b>SEDIMENTOS TOTALES (m3/d), estimados con caudales promedio diarios.</b>				
	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>
<b>1</b>	89.15	303.45	497.20	373.71	295.52
<b>2</b>	87.10	273.77	453.49	352.93	292.15
<b>3</b>	79.17	203.94	612.00	310.99	269.32
<b>4</b>	96.75	318.62	720.32	250.44	249.20
<b>5</b>	107.60	227.71	718.19	243.25	234.61
<b>6</b>	93.92	333.96	1035.47	243.25	197.19
<b>7</b>	96.05	1193.35	3971.43	243.25	180.28
<b>8</b>	95.87	604.50	9058.65	241.63	179.35
<b>9</b>	87.89	855.94	3567.90	245.87	151.57
<b>10</b>	84.57	718.19	3353.79	234.61	150.52
<b>11</b>	84.73	519.80	3304.65	519.80	150.52
<b>12</b>	87.42	1295.64	3251.88	855.94	154.10
<b>13</b>	90.47	1692.58	3247.88	758.09	145.68
<b>14</b>	92.73	4206.93	3247.88	616.64	149.47
<b>15</b>	90.14	5970.66	3251.88	510.01	145.68
<b>16</b>	92.90	4276.77	3349.67	444.06	145.68
<b>17</b>	87.42	2257.32	3255.88	428.59	149.47
<b>18</b>	95.70	1297.42	3247.88	374.30	144.40
<b>19</b>	84.57	835.44	2766.09	363.81	144.40
<b>20</b>	98.71	616.64	2720.32	352.93	127.39
<b>21</b>	101.06	537.05	2720.32	362.06	136.03
<b>22</b>	131.94	540.35	2299.61	418.79	126.49
<b>23</b>	352.93	738.50	1881.16	442.67	115.98
<b>24</b>	442.67	601.77	1930.44	519.80	122.57
<b>25</b>	198.53	497.20	1958.00	441.28	118.94
<b>26</b>	316.55	522.22	1958.00	700.33	118.73
<b>27</b>	985.55	541.17	1532.60	613.85	121.92
<b>28</b>	284.90	534.58	1165.11	552.16	117.88
<b>29</b>	203.94		992.56	435.38	112.04
<b>30</b>	454.92		900.47	420.78	115.98
<b>31</b>	444.75		897.90		169.97
<b>Características mensuales</b>					
<b>Máximo (Tn/día)</b>	985.55	5970.66	9058.65	855.94	295.52
<b>Promedio (Tn/día)</b>	185.18	1161.27	2382.86	429.04	162.36
<b>Mínimo (Tn/día)</b>	79.17	203.94	453.49	234.61	112.04
<b>Total (Tn/mes)</b>	5740.60	32515.49	73868.59	12871.20	5033.02

Fuente: Elaboración propia, 2016.

<b>Descarga de sedimentos al Embalse Torata</b>				
<b>Año:</b>	<b>2016</b>	<b>Método: Engelund &amp; Hansen</b>		
<b>Día</b>	<b>SEDIMENTOS TOTALES (m3/d), estimados con caudales promedio diarios.</b>			
	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>
<b>1</b>	73.42	121.92	456.34	68.56
<b>2</b>	73.42	107.60	383.77	68.56
<b>3</b>	70.03	92.56	240.82	68.94
<b>4</b>	70.03	87.26	185.71	60.47
<b>5</b>	70.03	92.05	136.51	66.38
<b>6</b>	70.42	115.36	122.57	64.35
<b>7</b>	83.34	198.53	125.81	60.70
<b>8</b>	81.18	122.57	148.68	67.50
<b>9</b>	75.91	104.02	126.71	78.02
<b>10</b>	78.02	95.87	123.45	67.50
<b>11</b>	72.10	700.33	123.01	80.73
<b>12</b>	78.74	630.78	122.57	67.50
<b>13</b>	81.03	350.09	131.94	71.57
<b>14</b>	67.50	241.63	190.91	67.50
<b>15</b>	69.72	153.02	174.63	67.13
<b>16</b>	83.34	540.35	154.37	62.11
<b>17</b>	83.49	430.63	144.40	64.35
<b>18</b>	81.18	700.33	122.57	64.47
<b>19</b>	89.32	737.42	117.88	64.47
<b>20</b>	92.22	875.50	94.88	68.94
<b>21</b>	84.42	717.13	96.05	60.47
<b>22</b>	86.78	2006.07	84.57	64.47
<b>23</b>	81.03	2257.32	95.70	60.47
<b>24</b>	74.39	2503.85	90.47	60.47
<b>25</b>	71.57	2422.59	87.10	62.46
<b>26</b>	71.57	2506.96	86.78	64.35
<b>27</b>	67.25	1035.47	79.17	60.31
<b>28</b>	78.02	735.25	95.00	68.94
<b>29</b>	80.73	523.83	90.14	71.57
<b>30</b>	83.49		87.42	68.94
<b>31</b>	78.74		87.42	
<b>Características mensuales</b>				
<b>Máximo (Tn/día)</b>	92.22	2506.96	456.34	80.73
<b>Promedio (Tn/día)</b>	77.50	731.25	142.17	66.41
<b>Mínimo (Tn/día)</b>	67.25	87.26	79.17	60.31
<b>Total (Tn/mes)</b>	2402.43	21206.29	4407.38	1992.21

Fuente: Elaboración propia, 2016.

**c. Método Yang**

<b>Descarga de sedimentos al Embalse Torata</b>					
Año:	2001		Método: Yang		
Día	<b>SEDIMENTOS TOTALES (m3/d), estimados con caudales promedio diarios.</b>				
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
1	471.34	668.62	6274.63	924.80	426.65
2	1465.03	766.43	8330.96	855.52	403.63
3	236.53	2019.64	7520.80	855.52	414.47
4	254.63	2900.27	5986.10	872.52	400.27
5	197.37	1653.82	4921.32	849.06	425.43
6	202.29	1849.20	4359.86	1275.54	413.78
7	469.80	1405.03	4927.25	1541.81	385.08
8	326.02	1314.57	3996.26	1456.89	360.50
9	255.08	2880.27	3717.30	1405.03	340.58
10	229.39	3447.27	3116.95	1221.12	320.07
11	221.13	2827.32	3570.06	1635.97	328.83
12	211.02	3508.34	4068.94	1127.88	340.00
13	173.40	5897.04	5450.41	1244.34	341.74
14	184.29	3658.04	5262.89	1155.08	373.45
15	174.03	6780.98	7001.79	905.87	385.74
16	160.04	10298.17	11108.02	900.44	341.16
17	151.39	5366.75	4927.25	883.11	329.96
18	140.00	4431.72	6993.55	850.35	338.83
19	158.00	4001.13	6675.85	790.53	328.83
20	192.97	3508.34	5613.36	752.04	338.83
21	217.99	2774.96	4526.51	691.46	316.80
22	187.01	2390.12	3256.56	690.38	314.62
23	186.33	1983.78	2649.08	615.80	304.53
24	229.53	5450.41	2262.62	579.89	303.84
25	353.17	6282.08	2024.96	562.58	267.69
26	339.41	3781.70	1676.16	544.71	275.78
27	1023.68	7094.05	1362.27	545.59	285.85
28	2080.20	10528.47	1239.08	499.71	303.84
29	998.79		1156.75	457.88	275.78
30	743.97		1124.61	468.26	303.31
31	543.83		1026.70		268.62
<b>Características mensuales</b>					
<b>Máximo (Tn/día)</b>	2080.20	10528.47	11108.02	1635.97	426.65
<b>Promedio (Tn/día)</b>	412.18	3909.59	4391.25	905.32	340.60
<b>Mínimo (Tn/día)</b>	140.00	668.62	1026.70	457.88	267.69
<b>Total (Tn/mes)</b>	12777.64	109468.52	136128.85	27159.70	10558.48

Fuente: Elaboración propia, 2016.



<b>Descarga de sedimentos al Embalse Torata</b>					
<b>Año:</b>	<b>2002</b>			<b>Método: Yang</b>	
<b>Día</b>	<b>SEDIMENTOS TOTALES (m3/d), estimados con caudales promedio diarios.</b>				
	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>
<b>1</b>	193.68	711.49	835.16	1129.52	363.84
<b>2</b>	193.68	1053.56	875.17	834.83	373.45
<b>3</b>	180.53	3306.99	1056.65	998.79	363.84
<b>4</b>	173.40	3194.63	3996.26	901.80	353.72
<b>5</b>	173.08	2488.55	1687.55	1192.93	342.32
<b>6</b>	172.77	1129.52	1789.73	1279.16	341.74
<b>7</b>	178.50	998.79	1671.60	1151.73	340.58
<b>8</b>	173.40	547.35	3570.06	852.94	329.96
<b>9</b>	185.99	351.34	3786.32	791.75	327.15
<b>10</b>	174.03	1271.92	3447.27	692.54	327.15
<b>11</b>	181.83	2678.64	2356.76	669.67	310.85
<b>12</b>	217.59	3005.61	2281.40	651.42	340.00
<b>13</b>	195.26	1864.14	4606.11	600.39	327.71
<b>14</b>	209.50	1871.60	3508.34	727.56	328.27
<b>15</b>	202.68	2125.41	3934.00	796.60	328.83
<b>16</b>	201.92	1362.27	3335.24	727.56	327.15
<b>17</b>	202.68	1861.65	2350.75	614.83	336.51
<b>18</b>	202.29	1426.61	1780.16	549.11	316.80
<b>19</b>	209.50	879.14	1318.27	485.80	316.80
<b>20</b>	195.26	649.37	1314.57	453.39	324.90
<b>21</b>	181.83	455.63	4927.25	453.73	306.11
<b>22</b>	220.34	329.96	3009.34	558.96	304.53
<b>23</b>	244.69	412.40	2527.50	653.47	306.11
<b>24</b>	244.69	1460.96	2072.07	502.16	328.83
<b>25</b>	245.05	1026.70	1680.71	474.43	315.17
<b>26</b>	237.69	667.57	1268.30	426.65	297.67
<b>27</b>	248.09	669.67	1026.70	386.39	296.25
<b>28</b>	256.42	789.32	1187.79	388.99	303.84
<b>29</b>	1004.69		1221.12	374.71	304.53
<b>30</b>	2239.48		904.51	353.72	296.77
<b>31</b>	850.35		1426.61		277.35
<b>Características mensuales</b>					
<b>Máximo (Tn/día)</b>	2239.48	3306.99	4927.25	1279.16	373.45
<b>Promedio (Tn/día)</b>	315.83	1378.24	2282.36	689.18	324.47
<b>Mínimo (Tn/día)</b>	172.77	329.96	835.16	353.72	277.35
<b>Total (Tn/mes)</b>	9790.88	38590.81	70753.30	20675.51	10058.71

Fuente: Elaboración propia, 2016.

<b>Descarga de sedimentos al Embalse Torata</b>					
<b>Año:</b>	<b>2003</b>		<b>Método: Yang</b>		
<b>Día</b>	<b>SEDIMENTOS TOTALES (m3/d), estimados con caudales promedio diarios.</b>				
	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>
<b>1</b>	352.57	328.83	430.89	561.67	234.74
<b>2</b>	306.11	454.13	386.39	517.18	219.56
<b>3</b>	266.76	409.63	320.07	487.39	226.68
<b>4</b>	248.09	877.81	339.41	513.41	217.99
<b>5</b>	245.56	430.89	296.25	440.99	204.51
<b>6</b>	236.00	341.74	293.17	375.34	217.99
<b>7</b>	229.12	316.80	258.67	341.74	219.17
<b>8</b>	237.37	314.62	256.87	319.52	211.40
<b>9</b>	221.13	277.35	255.08	315.17	204.51
<b>10</b>	230.19	307.16	239.04	294.71	221.13
<b>11</b>	267.22	375.97	238.21	294.20	228.98
<b>12</b>	264.90	340.00	238.62	275.78	229.53
<b>13</b>	239.04	401.62	263.50	283.24	221.13
<b>14</b>	246.35	373.45	264.90	275.43	238.62
<b>15</b>	237.37	329.96	254.18	266.29	244.69
<b>16</b>	275.91	387.69	237.69	272.54	221.13
<b>17</b>	363.84	388.34	403.63	255.98	263.50
<b>18</b>	400.27	388.99	528.93	254.02	264.90
<b>19</b>	375.97	530.64	528.93	254.63	274.95
<b>20</b>	374.71	400.94	545.59	238.21	255.08
<b>21</b>	341.16	336.51	1467.07	238.21	236.00
<b>22</b>	315.71	315.17	1160.10	238.21	226.68
<b>23</b>	264.90	315.83	1194.64	255.08	211.40
<b>24</b>	254.63	502.16	903.16	272.54	226.27
<b>25</b>	248.09	517.18	647.32	273.02	226.68
<b>26</b>	219.56	654.49	599.44	263.50	236.00
<b>27</b>	211.02	613.86	581.75	238.21	211.78
<b>28</b>	217.99	528.93	601.35	245.05	217.99
<b>29</b>	219.17		578.03	228.98	204.51
<b>30</b>	210.26		585.47	244.69	211.40
<b>31</b>	387.69		564.39		204.51
<b>Características mensuales</b>					
<b>Máximo (Tn/día)</b>	400.27	877.81	1467.07	561.67	274.95
<b>Promedio (Tn/día)</b>	274.47	420.03	498.80	311.16	226.88
<b>Mínimo (Tn/día)</b>	210.26	277.35	237.69	228.98	204.51
<b>Total (Tn/mes)</b>	8508.64	11760.71	15462.72	9334.94	7033.38

Fuente: Elaboración propia, 2016.

<b>Descarga de sedimentos al Embalse Torata</b>				
<b>Año:</b>	<b>2004</b>		<b>Método: Yang</b>	
<b>Día</b>	<b>SEDIMENTOS TOTALES (m3/d), estimados con caudales promedio diarios.</b>			
	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>
<b>1</b>	225.05	402.29	327.15	373.45
<b>2</b>	208.86	390.30	304.53	400.27
<b>3</b>	195.26	596.57	248.09	411.01
<b>4</b>	197.02	581.75	254.63	548.23
<b>5</b>	254.63	995.84	237.37	453.39
<b>6</b>	502.16	1910.86	248.09	327.15
<b>7</b>	277.35	3248.53	267.22	266.37
<b>8</b>	346.58	2950.84	316.80	266.76
<b>9</b>	255.08	2771.51	373.45	273.51
<b>10</b>	254.02	3658.04	566.20	263.97
<b>11</b>	328.83	6105.58	601.35	239.04
<b>12</b>	1640.43	3653.56	457.88	228.31
<b>13</b>	773.52	2242.37	341.74	227.49
<b>14</b>	498.08	1508.29	338.83	220.34
<b>15</b>	388.34	1158.43	373.45	236.00
<b>16</b>	351.37	994.36	485.80	229.12
<b>17</b>	327.15	852.94	566.20	229.39
<b>18</b>	303.31	727.56	413.78	236.53
<b>19</b>	254.63	692.54	315.17	219.56
<b>20</b>	221.13	649.37	353.17	212.91
<b>21</b>	219.56	547.35	468.26	219.17
<b>22</b>	221.13	471.34	387.69	211.40
<b>23</b>	256.42	465.94	409.63	211.40
<b>24</b>	256.87	414.47	516.34	217.99
<b>25</b>	267.22	400.27	728.69	211.40
<b>26</b>	328.83	413.78	517.18	211.78
<b>27</b>	542.95	416.55	413.78	221.13
<b>28</b>	528.93	388.34	352.57	219.17
<b>29</b>	563.48	360.50	329.96	217.99
<b>30</b>	487.39		440.99	197.02
<b>31</b>	473.66		596.57	
<b>Características mensuales</b>				
<b>Máximo (Tn/día)</b>	1640.43	6105.58	728.69	548.23
<b>Promedio (Tn/día)</b>	385.46	1378.28	404.92	266.71
<b>Mínimo (Tn/día)</b>	195.26	360.50	237.37	197.02
<b>Total (Tn/mes)</b>	11949.25	39970.07	12552.54	8001.21

Fuente: Elaboración propia, 2016.

<b>Descarga de sedimentos al Embalse Torata</b>				
<b>Año:</b>	<b>2005</b>		<b>Método: Yang</b>	
<b>Día</b>	<b>SEDIMENTOS TOTALES (m3/d), estimados con caudales promedio diarios.</b>			
	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>
<b>1</b>	255.53	152.61	387.04	266.37
<b>2</b>	210.26	177.51	349.58	246.35
<b>3</b>	296.25	166.49	318.44	227.49
<b>4</b>	254.63	255.98	350.18	217.99
<b>5</b>	180.53	352.57	303.31	217.99
<b>6</b>	229.12	400.94	266.29	227.49
<b>7</b>	295.63	341.74	264.90	227.49
<b>8</b>	1006.17	375.97	266.37	219.56
<b>9</b>	1913.40	426.86	415.86	236.53
<b>10</b>	2313.82	482.63	533.21	272.54
<b>11</b>	316.26	488.98	790.53	229.53
<b>12</b>	561.67	457.88	613.86	255.53
<b>13</b>	905.87	414.47	375.97	265.83
<b>14</b>	743.97	318.44	347.78	221.54
<b>15</b>	440.27	295.63	296.25	212.91
<b>16</b>	349.58	416.55	276.39	219.17
<b>17</b>	327.15	544.71	275.78	225.05
<b>18</b>	315.17	813.90	274.47	201.92
<b>19</b>	303.84	1456.89	245.56	194.74
<b>20</b>	353.17	2304.98	228.31	181.12
<b>21</b>	328.83	5815.70	221.13	187.01
<b>22</b>	237.69	3198.58	229.39	181.12
<b>23</b>	227.49	1953.20	254.63	181.12
<b>24</b>	211.40	1268.30	264.90	181.18
<b>25</b>	210.26	1055.10	266.29	181.12
<b>26</b>	193.68	1056.65	337.67	181.12
<b>27</b>	186.33	727.56	275.78	180.20
<b>28</b>	179.15	580.82	353.17	185.99
<b>29</b>	172.77		328.83	173.40
<b>30</b>	165.89		561.67	185.99
<b>31</b>	166.49		400.27	
<b>Características mensuales</b>				
<b>Máximo (Tn/día)</b>	2313.82	5815.70	790.53	272.54
<b>Promedio (Tn/día)</b>	446.85	939.34	344.32	212.85
<b>Mínimo (Tn/día)</b>	165.89	152.61	221.13	173.40
<b>Total (Tn/mes)</b>	13852.25	26301.64	10673.80	6385.38

Fuente: Elaboración propia, 2016.

<b>Descarga de sedimentos al Embalse Torata</b>					
<b>Año:</b>	<b>2006</b>			<b>Método: Yang</b>	
<b>Día</b>	<b>SEDIMENTOS TOTALES (m3/d), estimados con caudales promedio diarios.</b>				
	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>
<b>1</b>	306.49	1835.26	1651.59	4391.24	352.57
<b>2</b>	295.63	1510.37	1394.73	3512.66	372.25
<b>3</b>	306.49	1134.43	1953.20	3712.74	340.58
<b>4</b>	295.12	1127.88	2242.37	2649.08	328.83
<b>5</b>	294.20	1541.81	3777.07	2119.88	326.59
<b>6</b>	318.44	2599.19	5256.58	1948.02	296.25
<b>7</b>	306.11	3009.34	3717.30	1508.29	296.25
<b>8</b>	275.78	3252.54	2599.19	1271.92	304.53
<b>9</b>	266.37	4921.32	3512.66	1134.43	277.35
<b>10</b>	274.95	6491.78	2296.13	1045.84	293.17
<b>11</b>	266.76	5993.23	2253.94	968.50	266.37
<b>12</b>	276.39	4068.94	1923.55	901.80	266.37
<b>13</b>	1337.41	2627.89	1712.34	897.73	267.22
<b>14</b>	473.66	1837.70	1495.83	876.49	274.95
<b>15</b>	341.74	1504.14	1426.61	854.23	275.91
<b>16</b>	340.00	1196.35	1432.59	789.32	283.24
<b>17</b>	316.80	997.32	2030.28	732.06	265.36
<b>18</b>	1275.54	795.38	1871.60	652.45	241.14
<b>19</b>	653.47	815.14	1910.86	601.35	266.76
<b>20</b>	542.95	1186.08	3451.51	578.03	285.72
<b>21</b>	375.34	4675.29	4843.71	496.44	285.85
<b>22</b>	307.16	4006.01	5181.53	426.65	276.39
<b>23</b>	1194.64	2074.78	7102.40	402.29	275.78
<b>24</b>	945.87	1533.33	4600.54	413.78	268.62
<b>25</b>	727.56	1217.62	5699.26	400.27	258.67
<b>26</b>	670.72	994.36	4999.67	399.60	293.17
<b>27</b>	1104.27	1014.62	4293.92	409.63	294.20
<b>28</b>	1305.33	1635.97	5626.79	387.04	275.91
<b>29</b>	1760.84		4927.25	354.90	293.17
<b>30</b>	1918.48		4006.01	352.57	275.78
<b>31</b>	2313.82		5175.30	352.5708126	294.20
<b>Características mensuales</b>					
<b>Máximo (Tn/día)</b>	2313.82	6491.78	7102.40	4391.24	372.25
<b>Promedio (Tn/día)</b>	689.95	2342.79	3366.66	1146.51	289.46
<b>Mínimo (Tn/día)</b>	266.37	795.38	1394.73	352.57	241.14
<b>Total (Tn/mes)</b>	21388.31	65598.09	104366.33	35541.80	8973.15

Fuente: Elaboración propia, 2016.

<b>Descarga de sedimentos al Embalse Torata</b>				
<b>Año:</b>	<b>2007</b>		<b>Método: Yang</b>	
<b>Día</b>	<b>SEDIMENTOS TOTALES (m3/d), estimados con caudales promedio diarios.</b>			
	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>
1	209.50	152.33	2592.69	1160.10
2	181.12	152.89	1689.82	1056.65
3	174.35	147.01	1045.84	752.04
4	211.02	147.01	997.32	440.99
5	219.17	152.33	1155.08	400.27
6	415.86	145.77	1958.37	353.17
7	1129.52	152.89	1297.93	341.16
8	1600.78	220.37	1434.58	326.59
9	691.46	274.95	1502.06	305.96
10	2310.87	471.34	1155.08	296.77
11	1124.61	752.04	746.27	324.90
12	815.14	1958.37	485.80	316.80
13	769.98	1215.44	648.35	285.85
14	666.52	855.52	1275.54	266.37
15	561.67	469.03	1160.10	275.91
16	335.93	374.08	1301.63	265.83
17	229.53	340.00	790.53	241.14
18	219.17	338.83	813.90	220.37
19	203.05	276.39	1104.27	217.59
20	194.74	266.37	879.14	187.01
21	174.35	375.97	502.16	166.49
22	211.78	489.77	336.51	153.17
23	236.53	599.44	257.77	159.75
24	202.68	1343.08	316.26	165.89
25	180.53	930.36	318.44	159.75
26	179.48	1003.22	401.62	152.61
27	179.15	772.34	457.88	165.28
28	160.34	908.58	1316.42	178.82
29	157.99		1458.93	160.04
30	152.33		876.49	178.17
31	134.62		576.17	
<b>Características mensuales</b>				
<b>Máximo (Tn/día)</b>	2310.87	1958.37	2592.69	1160.10
<b>Promedio (Tn/día)</b>	459.15	545.92	995.26	322.51
<b>Mínimo (Tn/día)</b>	134.62	145.77	257.77	152.61
<b>Total (Tn/mes)</b>	14233.73	15285.72	30852.95	9675.44

Fuente: Elaboración propia, 2016.

<b>Descarga de sedimentos al Embalse Torata</b>				
<b>Año:</b>	<b>2008</b>		<b>Método: Yang</b>	
<b>Día</b>	<b>SEDIMENTOS TOTALES (m3/d), estimados con caudales promedio diarios.</b>			
	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>
1	326.02	202.29	202.68	256.87
2	375.97	194.74	181.18	229.39
3	220.34	187.64	174.03	219.17
4	274.47	211.02	165.89	189.67
5	931.75	256.87	187.01	195.26
6	815.14	336.51	212.91	181.12
7	496.44	267.69	221.13	192.97
8	528.93	212.91	220.37	192.62
9	693.61	220.37	227.49	185.65
10	768.79	229.53	248.09	173.40
11	482.63	228.31	315.71	178.82
12	416.55	220.34	692.54	179.15
13	390.30	210.26	752.04	166.49
14	3512.66	187.01	742.81	159.75
15	7882.90	187.64	469.03	165.89
16	2302.03	264.90	400.27	184.29
17	1983.78	254.63	314.62	166.19
18	1189.51	257.77	275.78	166.19
19	795.38	275.78	248.09	160.04
20	711.49	416.55	248.09	159.75
21	580.82	296.77	273.02	170.45
22	428.99	263.97	328.27	166.49
23	341.16	254.63	469.03	173.08
24	387.69	258.67	303.84	185.65
25	340.58	316.80	326.59	173.08
26	308.22	548.23	324.90	178.50
27	275.78	398.93	285.85	178.50
28	265.36	254.63	268.62	178.82
29	254.63	217.99	373.45	160.34
30	227.49		353.17	152.61
31	227.49		342.32	
<b>Características mensuales</b>				
<b>Máximo (Tn/día)</b>	7882.90	548.23	752.04	256.87
<b>Promedio (Tn/día)</b>	927.00	263.22	327.38	180.67
<b>Mínimo (Tn/día)</b>	220.34	187.01	165.89	152.61
<b>Total (Tn/mes)</b>	28736.90	7633.37	10148.80	5420.19

Fuente: Elaboración propia, 2016.

<b>Descarga de sedimentos al Embalse Torata</b>				
<b>Año:</b>	<b>2009</b>		<b>Método: Yang</b>	
<b>Día</b>	<b>SEDIMENTOS TOTALES (m3/d), estimados con caudales promedio diarios.</b>			
	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>
<b>1</b>	248.09	194.74	2726.57	255.08
<b>2</b>	237.26	226.27	3005.61	316.26
<b>3</b>	217.99	283.24	3717.30	237.69
<b>4</b>	181.18	255.53	2304.98	228.98
<b>5</b>	185.99	326.59	3508.34	236.53
<b>6</b>	177.84	2024.96	3658.04	254.63
<b>7</b>	157.99	566.20	4059.03	263.97
<b>8</b>	157.99	402.29	3508.34	295.63
<b>9</b>	157.99	753.19	2356.76	352.57
<b>10</b>	157.99	582.68	1594.22	729.81
<b>11</b>	157.99	471.34	1026.70	596.57
<b>12</b>	209.50	3366.08	789.32	558.06
<b>13</b>	255.08	1502.06	666.52	414.47
<b>14</b>	772.34	875.17	671.77	318.44
<b>15</b>	209.50	674.93	851.65	501.34
<b>16</b>	166.49	469.03	650.40	402.29
<b>17</b>	137.66	404.30	612.89	229.12
<b>18</b>	137.66	669.67	584.54	236.00
<b>19</b>	137.66	732.06	583.61	236.00
<b>20</b>	148.85	872.52	617.46	236.00
<b>21</b>	121.83	791.75	742.81	227.49
<b>22</b>	130.42	790.53	650.40	197.02
<b>23</b>	132.35	1923.55	417.24	211.02
<b>24</b>	121.83	1337.41	353.17	189.67
<b>25</b>	121.14	1512.45	316.80	194.74
<b>26</b>	121.37	1329.86	294.71	187.01
<b>27</b>	132.35	1314.57	276.39	217.99
<b>28</b>	266.76	1305.33	241.14	212.91
<b>29</b>	439.54		255.08	219.56
<b>30</b>	360.50		263.97	219.56
<b>31</b>	225.05		264.90	
<b>Características mensuales</b>				
<b>Máximo (Tn/día)</b>	772.34	3366.08	4059.03	729.81
<b>Promedio (Tn/día)</b>	206.01	927.08	1340.99	299.21
<b>Mínimo (Tn/día)</b>	121.14	194.74	241.14	187.01
<b>Total (Tn/mes)</b>	6386.16	25958.28	41570.65	8976.39

Fuente: Elaboración propia, 2016.



<b>Descarga de sedimentos al Embalse Torata</b>				
<b>Año:</b>	<b>2010</b>		<b>Método: Yang</b>	
<b>Día</b>	<b>SEDIMENTOS TOTALES (m3/d), estimados con caudales promedio diarios.</b>			
	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>
<b>1</b>	133.85	221.13	754.35	209.50
<b>2</b>	123.66	314.62	403.63	195.26
<b>3</b>	139.74	204.51	304.53	195.26
<b>4</b>	123.66	512.99	255.98	195.26
<b>5</b>	140.00	347.78	263.97	195.26
<b>6</b>	158.00	228.31	426.65	209.50
<b>7</b>	158.00	236.00	351.34	187.64
<b>8</b>	140.74	254.02	273.02	181.18
<b>9</b>	134.60	221.13	245.05	193.68
<b>10</b>	157.71	227.49	217.99	181.18
<b>11</b>	192.97	220.37	229.53	180.20
<b>12</b>	217.59	274.95	245.56	173.08
<b>13</b>	186.33	750.89	254.63	152.61
<b>14</b>	160.04	1539.69	254.63	159.75
<b>15</b>	210.26	416.55	255.08	160.34
<b>16</b>	181.18	303.84	275.91	170.45
<b>17</b>	459.38	256.87	326.02	140.74
<b>18</b>	994.36	256.42	277.35	147.01
<b>19</b>	481.04	272.54	227.49	147.01
<b>20</b>	236.53	236.00	469.03	171.19
<b>21</b>	197.02	468.26	229.53	145.50
<b>22</b>	254.63	3005.61	228.31	140.74
<b>23</b>	375.43	1871.60	237.69	139.74
<b>24</b>	310.85	1845.02	236.42	128.41
<b>25</b>	273.02	1876.58	264.90	139.74
<b>26</b>	256.87	1331.75	254.63	123.66
<b>27</b>	237.69	1053.56	727.56	144.69
<b>28</b>	211.78	997.32	653.47	134.10
<b>29</b>	219.17		341.74	151.77
<b>30</b>	202.68		274.95	151.39
<b>31</b>	228.31		272.54	
<b>Características mensuales</b>				
<b>Máximo (Tn/día)</b>	994.36	3005.61	754.35	209.50
<b>Promedio (Tn/día)</b>	241.84	705.21	323.66	164.86
<b>Mínimo (Tn/día)</b>	123.66	204.51	217.99	123.66
<b>Total (Tn/mes)</b>	7497.07	19745.79	10033.45	4945.80

Fuente: Elaboración propia, 2016.





«continuación»

<b>12</b>	1004.69	15502.74	3141.22	2562.65	400.94	226.27
<b>13</b>	877.81	7312.29	2245.26	1373.85	400.27	209.50
<b>14</b>	732.06	7094.05	1497.90	1000.27	375.97	205.61
<b>15</b>	651.42	10969.61	1132.79	950.99	375.43	241.14
<b>16</b>	583.61	11565.56	1156.75	880.46	363.84	341.74
<b>17</b>	630.47	9076.59	1155.08	968.50	352.57	385.08
<b>18</b>	816.38	9864.49	1058.19	1217.17	353.17	670.72
<b>19</b>	1192.93	10004.45	1073.06	1676.16	352.57	453.73
<b>20</b>	2602.45	7882.90	1126.24	1161.77	352.57	315.71
<b>21</b>	1635.97	5620.07	901.80	1023.68	341.74	257.77
<b>22</b>	1820.62	4594.97	729.81	1161.77	329.96	795.38
<b>23</b>	1297.93	4299.14	651.42	1635.97	340.00	1192.93
<b>24</b>	877.81	4158.60	601.35	1881.56	338.25	991.41
<b>25</b>	977.15	2774.96	669.67	1458.93	347.78	774.71
<b>26</b>	1594.22	2356.76	919.25	1082.44	318.44	768.79
<b>27</b>	1918.48	2488.55	851.65	969.94	316.80	467.48
<b>28</b>	3013.07	2130.94	692.54	813.90	336.51	341.16
<b>29</b>	2702.89	2114.354636	1025.19	750.89	336.51	304.53
<b>30</b>	2239.48		753.19	727.56	347.78	257.77
<b>31</b>	1910.86		648.35		326.59	254.63

**Características mensuales**

<b>Máximo (Tn/día)</b>	10407.07	15502.74	3717.30	2562.65		1192.93
<b>Promedio (Tn/día)</b>	2934.14	6741.81	1770.18	1170.58		424.12
<b>Mínimo (Tn/día)</b>	583.61	2114.35	601.35	650.40		205.61
<b>Total (Tn/mes)</b>	90958.43	195512.41	54875.54	35117.49		11451.34

Fuente: Elaboración propia, 2016.

<b>Descarga de sedimentos al Embalse Torata</b>					
<b>Año:</b>	<b>2013</b>		<b>Método: Yang</b>		
<b>Día</b>	<b>SEDIMENTOS TOTALES (m3/d), estimados con caudales promedio diarios.</b>				
	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>
<b>1</b>	305.96	881.79	5181.53	440.90	229.39
<b>2</b>	285.85	900.44	4001.13	416.55	239.04
<b>3</b>	275.91	1307.18	3311.07	403.63	229.39
<b>4</b>	277.35	2019.64	4158.60	401.62	229.12
<b>5</b>	429.47	12022.02	4365.16	398.93	220.34
<b>6</b>	429.71	9066.11	4855.41	387.04	221.13
<b>7</b>	347.78	4999.67	6367.63	373.45	212.91
<b>8</b>	328.83	3658.04	5986.10	342.32	227.49
<b>9</b>	486.60	3060.98	7864.53	341.74	227.49
<b>10</b>	791.75	2778.42	4288.70	341.74	227.49
<b>11</b>	1866.62	2251.05	2726.57	341.16	219.56
<b>12</b>	3194.63	1871.60	2242.37	340.00	219.56
<b>13</b>	1874.09	1635.97	2063.93	341.16	219.17
<b>14</b>	2553.07	1499.98	1864.14	339.41	204.51
<b>15</b>	2350.75	1633.73	1719.31	328.83	211.78
<b>16</b>	4001.13	1426.61	1687.55	347.78	205.61
<b>17</b>	5450.41	1270.11	1780.16	320.07	238.21
<b>18</b>	8340.65	1163.45	1537.57	339.41	457.88
<b>19</b>	5911.09	1845.02	1271.92	338.83	363.84
<b>20</b>	4006.01	2533.89	1155.08	316.80	304.53
<b>21</b>	2253.94	2446.74	998.79	324.90	273.51
<b>22</b>	1782.55	7873.71	769.98	316.80	263.50
<b>23</b>	1499.98	5100.92	706.91	324.90	237.69
<b>24</b>	1189.51	3005.61	653.47	307.16	237.69
<b>25</b>	994.36	2316.77	600.39	306.49	237.69
<b>26</b>	855.52	2171.23	581.75	296.77	229.12
<b>27</b>	762.88	2074.78	564.39	296.25	236.00
<b>28</b>	855.52	3508.34	558.06	328.83	221.13
<b>29</b>	1726.28		528.93	328.83	234.74
<b>30</b>	1369.99		486.60	326.02	220.34
<b>31</b>	968.50		471.34		220.37
<b>Características mensuales</b>					
<b>Máximo (Tn/día)</b>	8340.65	12022.02	7864.53	440.90	457.881505
<b>Promedio (Tn/día)</b>	1863.44	3082.99	2430.62	345.28	242.586892
<b>Mínimo (Tn/día)</b>	275.91	881.79	471.34	296.25	204.510394
<b>Total (Tn/mes)</b>	57766.73	86323.82	75349.07	10358.33	7520.19364

Fuente: Elaboración propia, 2016.

<b>Descarga de sedimentos al Embalse Torata</b>				
<b>Año:</b>	<b>2014</b>		<b>Método: Yang</b>	
<b>Día</b>	<b>SEDIMENTOS TOTALES (m3/d), estimados con caudales promedio diarios.</b>			
	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>
1	254.18	229.53	208.48	181.12
2	238.62	237.69	180.53	197.37
3	221.13	229.12	174.35	220.34
4	244.69	221.13	180.20	219.17
5	340.58	236.00	194.74	219.56
6	2958.17	229.39	212.53	229.12
7	1796.91	228.98	227.49	236.00
8	1023.68	221.13	205.61	237.37
9	487.39	212.91	197.02	265.36
10	390.30	212.91	209.50	711.49
11	485.80	219.17	187.64	315.83
12	385.08	208.48	181.12	255.08
13	315.71	173.40	193.68	254.63
14	465.94	166.49	174.35	228.31
15	994.36	174.35	203.05	208.48
16	795.38	167.94	217.99	187.64
17	664.42	178.82	221.13	181.18
18	516.34	160.34	515.50	193.68
19	400.27	159.75	241.14	181.12
20	1499.98	165.28	204.51	194.74
21	908.58	165.28	210.26	208.86
22	3060.98	164.15	209.50	174.03
23	1106.98	171.19	187.69	181.12
24	765.24	174.03	174.35	187.01
25	579.89	180.20	185.99	187.64
26	473.66	187.64	187.01	201.95
27	440.17	217.99	186.33	187.01
28	388.99	208.86	174.35	193.68
29	329.96	208.48	186.33	181.18
30	296.77		185.99	187.64
31	303.84		167.41	
<b>Características mensuales</b>				
<b>Máximo (Tn/día)</b>	3060.98	237.69	515.50	711.49
<b>Promedio (Tn/día)</b>	746.26	196.92	205.99	226.92
<b>Mínimo (Tn/día)</b>	221.13	159.75	167.41	174.03
<b>Total (Tn/mes)</b>	23134.01	5710.62	6385.76	6807.71

Fuente: Elaboración propia, 2016.

<b>Descarga de sedimentos al Embalse Torata</b>					
<b>Año:</b>	<b>2015</b>		<b>Método: Yang</b>		
<b>Día</b>	<b>SEDIMENTOS TOTALES (m3/d), estimados con caudales promedio diarios.</b>				
	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>
<b>1</b>	170.87	488.19	725.31	583.61	473.66
<b>2</b>	165.89	433.71	688.22	547.35	468.26
<b>3</b>	147.82	352.57	872.52	502.16	426.65
<b>4</b>	187.69	516.34	998.79	417.24	415.17
<b>5</b>	195.26	374.71	995.84	403.63	387.69
<b>6</b>	181.12	514.25	1371.92	403.63	339.41
<b>7</b>	186.33	1541.81	4068.94	403.63	306.11
<b>8</b>	185.99	859.40	7756.34	400.94	304.53
<b>9</b>	167.41	1158.43	3717.30	409.63	268.62
<b>10</b>	160.04	995.84	3570.06	387.69	266.76
<b>11</b>	160.34	762.88	3512.66	762.88	266.76
<b>12</b>	166.49	1627.04	3451.51	1158.43	274.47
<b>13</b>	173.40	2030.28	3447.27	1056.65	256.87
<b>14</b>	178.82	4223.38	3447.27	879.14	264.90
<b>15</b>	172.77	5613.36	3451.51	746.27	256.87
<b>16</b>	179.15	4299.14	3565.67	671.77	256.87
<b>17</b>	166.49	2602.45	3455.76	646.30	264.90
<b>18</b>	185.65	1629.27	3447.27	584.54	254.63
<b>19</b>	160.04	1127.88	3060.98	566.20	254.63
<b>20</b>	192.62	879.14	3005.61	547.35	237.69
<b>21</b>	181.18	790.53	3005.61	563.48	237.37
<b>22</b>	228.98	795.38	2655.70	629.48	236.00
<b>23</b>	547.35	1026.70	2203.66	669.67	212.91
<b>24</b>	669.67	855.52	2265.52	762.88	227.49
<b>25</b>	341.74	725.31	2302.03	667.57	219.56
<b>26</b>	512.99	766.43	2302.03	968.50	219.17
<b>27</b>	1299.78	796.60	1884.05	875.17	226.27
<b>28</b>	454.88	786.90	1502.06	815.14	217.59
<b>29</b>	352.57		1309.03	656.54	204.51
<b>30</b>	690.38		1224.62	632.47	212.91
<b>31</b>	672.83		1221.12		285.85
<b>Características mensuales</b>					
<b>Máximo (Tn/día)</b>	1299.78	5613.36	7756.34	1158.43	473.66
<b>Promedio (Tn/día)</b>	304.40	1377.62	2596.33	644.00	282.10
<b>Mínimo (Tn/día)</b>	147.82	352.57	688.22	387.69	204.51
<b>Total (Tn/mes)</b>	9436.54	38573.43	80486.18	19319.93	8745.06

Fuente: Elaboración propia, 2016.

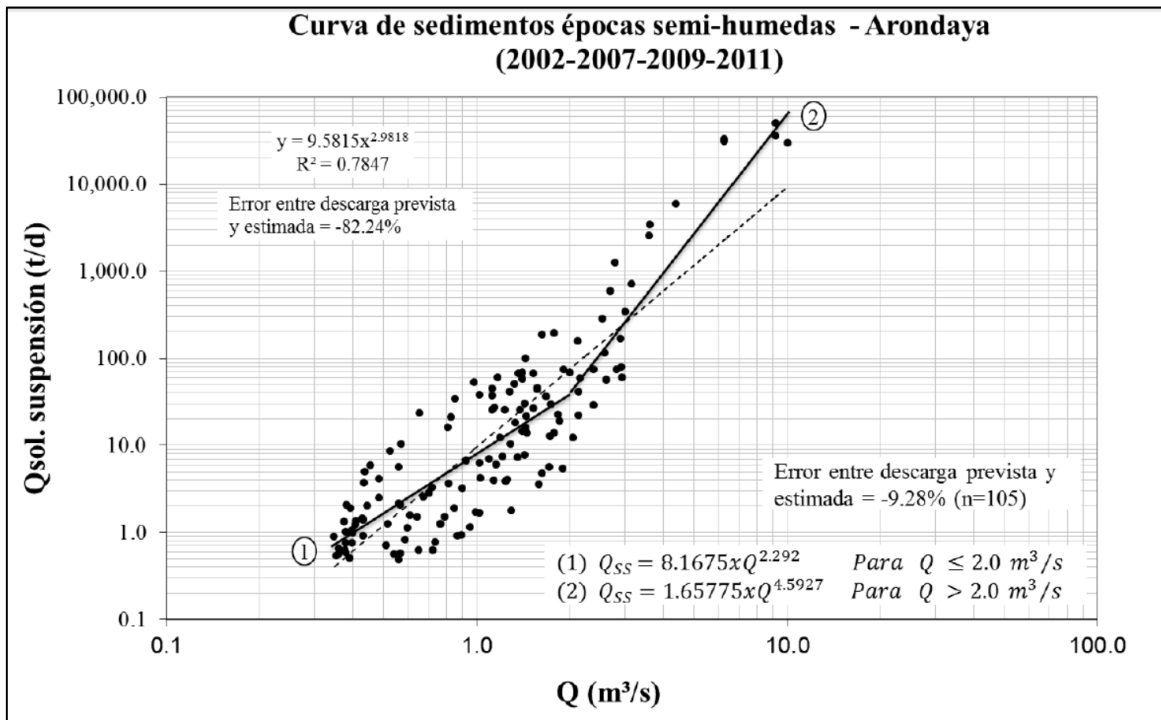
<b>Descarga de sedimentos al Embalse Torata</b>				
<b>Año:</b>	<b>2016</b>		<b>Método: Yang</b>	
<b>Día</b>	<b>SEDIMENTOS TOTALES (m3/d), estimados con caudales promedio diarios.</b>			
	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>
<b>1</b>	149.42	226.27	692.54	137.66
<b>2</b>	149.42	195.26	601.35	137.66
<b>3</b>	127.94	178.50	399.60	138.44
<b>4</b>	127.94	166.19	316.80	117.94
<b>5</b>	127.94	177.51	238.21	132.35
<b>6</b>	128.65	211.78	227.49	127.39
<b>7</b>	157.71	341.74	234.74	118.37
<b>8</b>	152.61	227.49	263.50	134.60
<b>9</b>	140.74	187.64	236.42	145.67
<b>10</b>	145.67	185.99	229.12	134.60
<b>11</b>	145.77	968.50	228.31	151.77
<b>12</b>	147.01	901.80	227.49	134.60
<b>13</b>	152.33	542.95	228.98	144.69
<b>14</b>	134.60	400.94	327.15	134.60
<b>15</b>	140.00	272.54	295.12	133.85
<b>16</b>	157.71	795.38	274.95	122.05
<b>17</b>	158.00	649.37	254.63	127.39
<b>18</b>	152.61	968.50	227.49	127.63
<b>19</b>	171.19	1025.19	217.59	127.63
<b>20</b>	177.84	1187.79	167.94	138.44
<b>21</b>	159.75	994.36	186.33	117.94
<b>22</b>	165.28	2362.76	160.04	127.63
<b>23</b>	152.33	2602.45	185.65	117.94
<b>24</b>	151.39	2827.32	173.40	117.94
<b>25</b>	144.69	2726.57	165.89	122.74
<b>26</b>	144.69	2830.84	165.28	127.39
<b>27</b>	134.10	1371.92	147.82	131.16
<b>28</b>	145.67	1022.17	184.29	138.44
<b>29</b>	151.77	768.79	172.77	144.69
<b>30</b>	158.00		166.49	138.44
<b>31</b>	147.01		166.49	
<b>Características mensuales</b>				
<b>Máximo (Tn/día)</b>	177.84	2830.84	692.54	151.77
<b>Promedio (Tn/día)</b>	148.38	942.02	250.45	131.72
<b>Mínimo (Tn/día)</b>	127.94	166.19	147.82	117.94
<b>Total (Tn/mes)</b>	4599.74	27318.53	7763.86	3951.61

Fuente: Elaboración propia, 2016.

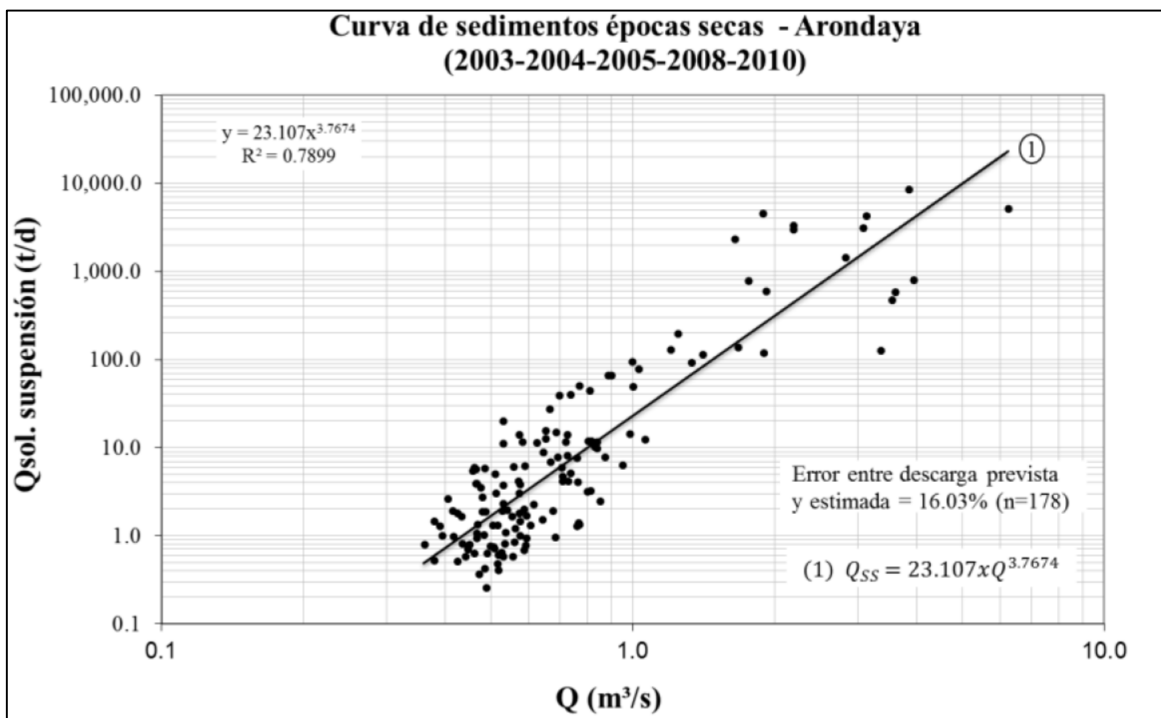


**Anexo 4: Curva de descarga de sedimentos elaborados por Requena Sánchez, Norvin Plumiere (2014) para la cuenca Torata.**

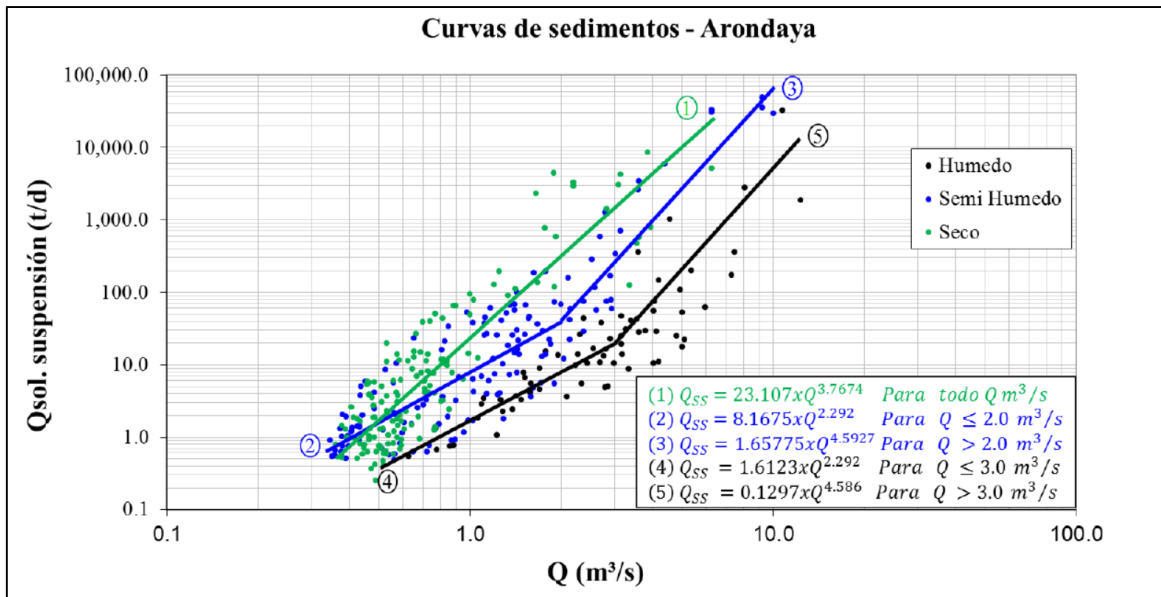
a) Curva de descarga de sedimentos Estación Hidrométrica Arundaya



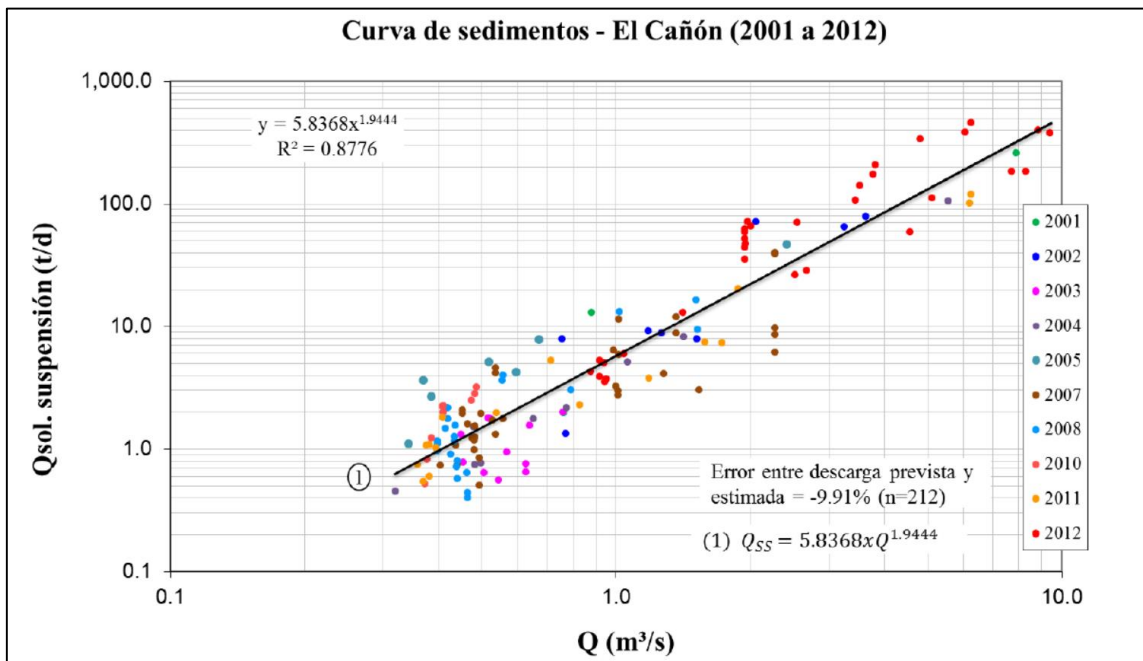
Fuente: Elaboración propia, 2016.



Fuente: Elaboración propia, 2016.



b) Curva de descarga de sedimentos Estación Hidrométrica El Cañón



**Anexo 5: Análisis de las muestras de sedimentos de fondo (Peso específico, granulometría)**

**Laboratorio de Materiales, Concreto y Mecánica de Suelos**



**ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN**

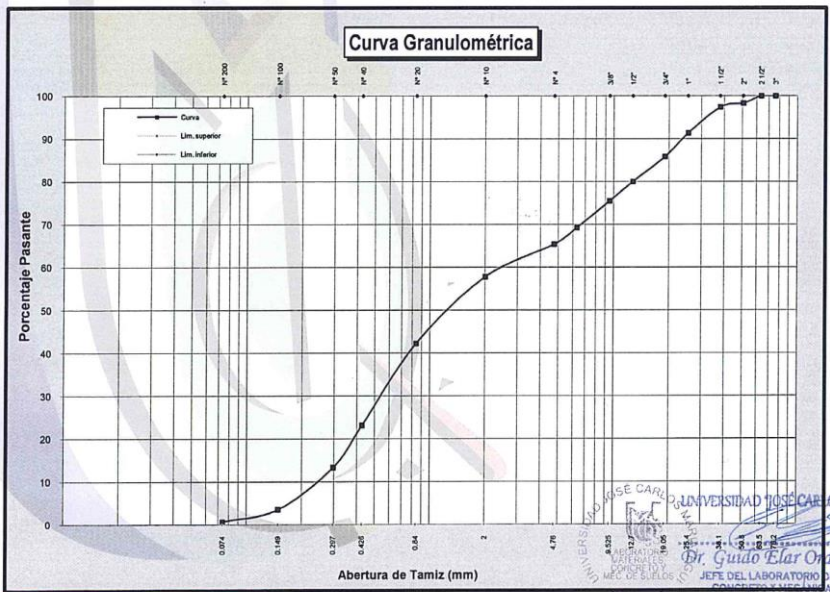
**PROYECTO :** CONTROL Y EVALUACIÓN DE FLUJOS, NIVELES Y SEDIMENTOS DURANTE EL PERIODO DE LLUVIAS DEL RÍO TORATA  
**UBICACIÓN :** CUAJONE - RIO TORATA  
**SOLICITA :** TECNIFLOW S.A.C  
**FECHA :** 31 DE JULIO DEL 2015  
**MUESTRA :** C - 3

**FICHA TECNICA**  
**NORMA :** (ASTM D2216-D421-D4318-D2487)

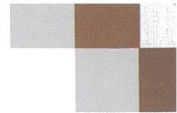
TAMIZ	%	%	%	Especificaciones
Nombre	mm	Retenido	Acumulado	Pasante
3"	76.20	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	1.68	1.68	98.32
1 1/2"	38.10	0.93	2.61	97.39
1"	25.40	6.06	8.67	91.33
3/4"	19.05	5.45	14.12	85.88
1/2"	12.70	5.82	19.94	80.06
3/8"	9.53	4.54	24.48	75.52
1/4"	6.30	6.25	30.73	69.27
N° 4	4.76	3.87	34.60	65.40
N° 10	2.00	7.65	42.25	57.75
N° 20	0.84	15.44	57.69	42.31
N° 40	0.43	19.20	76.89	23.11
N° 50	0.30	9.80	86.69	13.31
N° 100	0.15	9.78	96.47	3.53
N° 200	0.07	2.80	99.27	0.73

Muestra N°	C - 3	
Procedencia	COLA DE DIQUE MARGEN DERECHA - BANCO INTERMEDIO (1.2x1.2x1.2)	
SUCS :	-	I.G.
AASHTO:	-	0.00
Cu	11.39	
Cc	0.48	
Lim. Líquido	-	
Lim. Plástico	-	
Ind. Plasticidad	-	
% Grava	34.60	
% Arena	64.67	
% Finos	0.73	

**OBSERVACIONES:**  
 \* El material fue muestreado por el laboratorio  
 \* Los datos fueron proporcionados por el solicitante  
 \* El material fue extraído por el solicitante



Universidad José Carlos Mariátegui



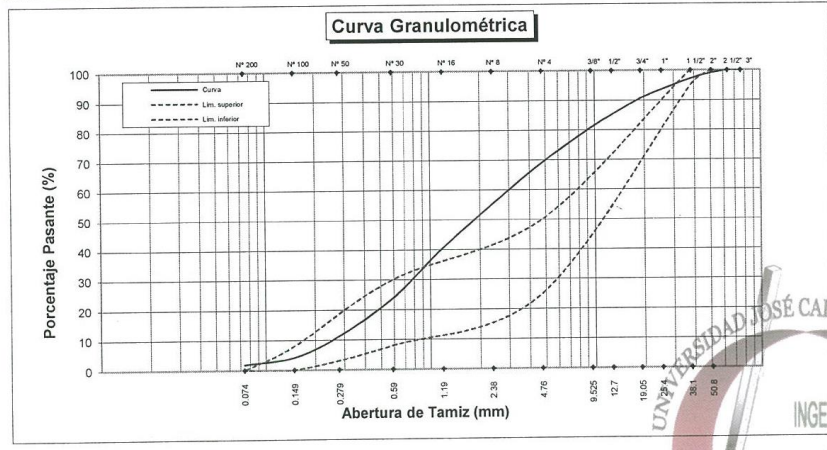
Se realizan:  
 Ensayos de Materiales | Ensayos de Concreto | Ensayos de Suelos | Ensayos de Asfalto

PROYECTO : SISTEMA DE CONTROL DE AVENIDAS DEL RIO TORATA.  
 UBICACIÓN : RIO TORATA - MOQUEGUA.  
 SOLICITANTE : TECNIFLOW SAC.  
 FECHA : 17 DE MAYO DEL 2016.  
 RESPONSABLE : ING. GILMAR CCORAHUA LARA.

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**  
 (ASTM C-136)

TAMIZ		% Retenido	% Pasante	Especificaciones NTP 400.037 Tabla A1.	
Denominación	mm				
3"	76.20	0.00	100.00	100	100
2 1/2"	63.50	0.00	100.00	100	100
2"	50.80	0.93	99.07	100	100
1 1/2"	38.10	1.88	97.19	95	100
1"	25.40	3.62	93.58		
3/4"	19.05	2.89	90.68		
1/2"	12.70	5.49	85.19		
3/8"	9.53	4.30	80.89		
Nº 4	4.76	11.83	69.06	25	50
Nº 8	2.38	13.85	55.21		
Nº 16	1.19	14.73	40.48		
Nº 30	0.590	16.72	23.76	8	30
Nº 50	0.279	12.50	11.26		
Nº 100	0.149	7.08	4.18	0	8
Nº 200	0.074	2.33	1.85	0	0

Muestra : M - 3 AGREGADO GLOBAL  
 Procedencia : RIO TORATA - COLA DE DIQUE.  
 Mod. Fineza : 4.27  
 Ø Tamaño Maximo : 2"  
 % GRAVA : 19.11  
 % ARENA : 79.04  
 % FINOS : 2.2%



OBSERVACIONES:  
 \* La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.







**UNIVERSIDAD JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI**  
**LABORATORIO**  
 DE MATERIALES, CONCRETO Y MECÁNICA DE SUELOS

Ensayos de  
Materiales

Ensayos de  
Concreto

Ensayos de  
Suelos

Se realizan:  
Ensayos de  
Asfalto

**PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GLOBAL**

PROYECTO : SISTEMA DE CONTROL DE AVENIDAS DEL RIO TORATA.  
 UBICACIÓN : RIO TORATA - MOQUEGUA.  
 SOLICITANTE : TECNIFLOW SAC.  
 FECHA : 17 DE MAYO DEL 2016.  
 PROCEDENCIA DEL MATERIAL : RIO TORATA - COLA DE DIQUE.  
 RESPONSABLE : ING. GILMAR CCORAHUA LARA.

**PESO ESPECIFICO DE AGREGADO GRUESO**

M - 3

PESO MUESTRA SATURADA SUP. SECA	GR.	4543.6
PESO (CANASTILLA + MUESTRA) SUMERGIDA	GR.	2681.1
PESO CANASTILLA SUMERGIDA	GR.	0
PESO MUESTRA SECA	GR.	4309.7
PESO MUESTRA SUMERGIDA	GR.	2681.1
VOLUMEN DE LA MUESTRA	CM3	1862.5
ABSORCIÓN	GR/CM3	5.148%
PESO ESPECIFICO (valor promedio).	GR/CM3	2.440

**PESO ESPECIFICO DE AGREGADO FINO**

M - 3

PESO MUESTRA SATURADA SUP. SECA	GR.	500
PESO (FIOLA + H2O)	GR.	1664.1
PESO (FIOLA + H2O + MUESTRA SUMERGIDA)	GR.	1963.8
PESO MUESTRA SECA	GR.	477
PESO MUESTRA SUMERGIDA	GR.	299.7
VOLUMEN DE LA MUESTRA	CM3	200.3
ABSORCIÓN	GR/CM3	4.600%
PESO ESPECIFICO (valor promedio).	GR/CM3	2.496

**PESO ESPECIFICO DE AGREGADO GLOBAL (valor promedio).** GR/CM3 2.468



UNIVERSIDAD JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI  
 INGENIERÍA CIVIL  
 Dr. Guido Elar Ondóñez Carpio  
 JEFE DEL LABORATORIO DE MATERIALES,  
 CONCRETO Y MECÁNICA DE SUELOS

**Anexo 6: Panel fotográfico de actividades en campo**



**Foto 1: Vista Cola del Embalse - zona de estudio**



**Foto 2: Vista del Embalse Torta desde la cola.**





**Foto 3: Levantamiento topográfico de la sección de 400 metros en la Cola del Embalse**



**Foto 4: Levantamiento batimétrico con ecosonda y GPS diferencial**





**Foto 5: Extracción de muestras a 1 m de profundidad – método muestreo sub-superficial areal.**



**Foto 6: Muestreo de sedimentos, método sub-superficial areal.**





**Foto 7: Muestreo de sedimentos, método sub-superficial areal.**

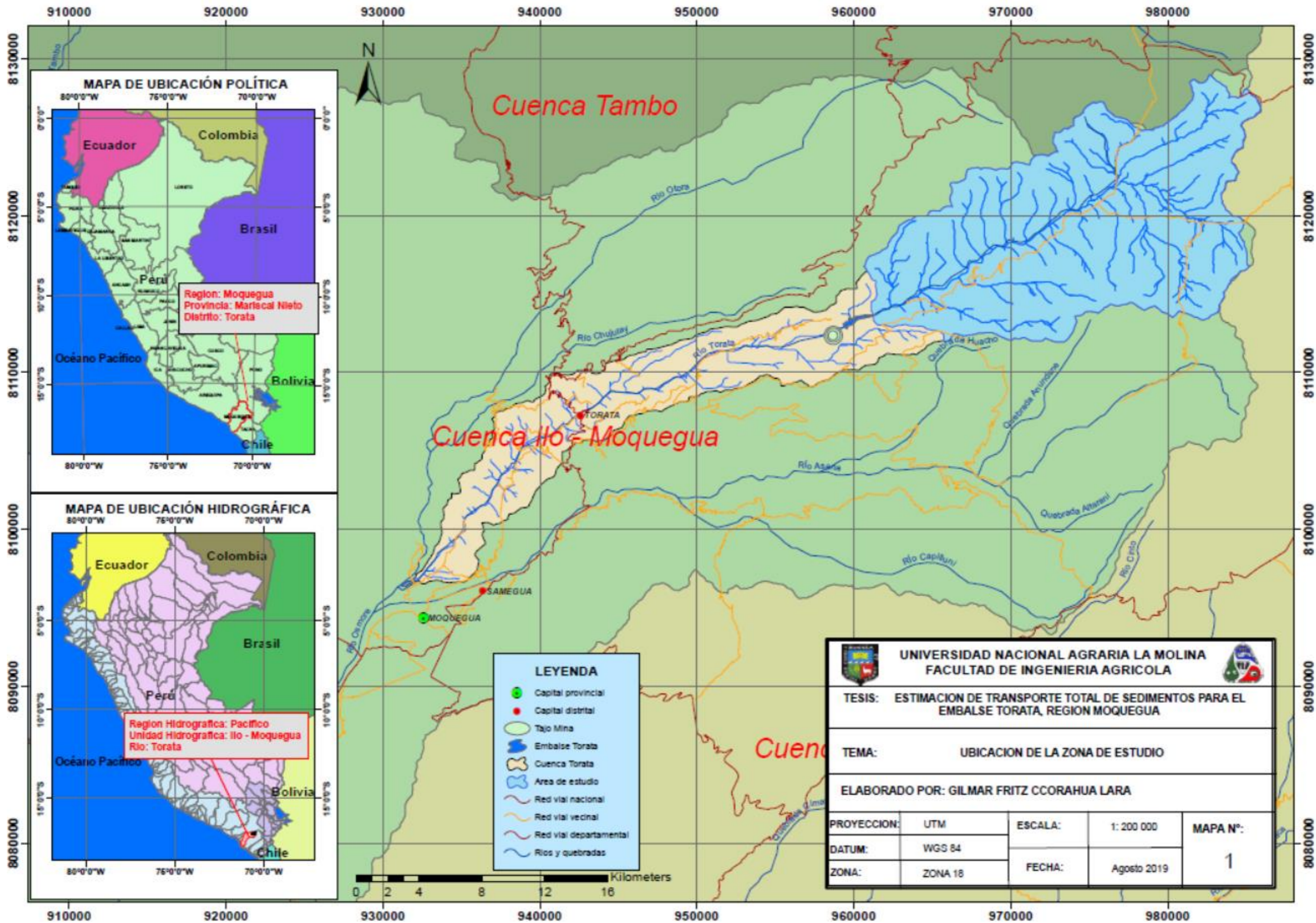


**Foto 8: Inspección de Estación Hidrométrica aguas arriba de la presa en el instante de una máxima avenida.**

## **Anexo 7: Mapas**

- a. Mapa de ubicación
- b. Mapa de ubicación de estaciones hidrometeorológicas
- c. Mapa climático
- d. Mapa geológico
- e. Mapa de cobertura vegetal





- LEYENDA**
- Capital provincial
  - Capital distrital
  - Tajo Mina
  - Embalse Torata
  - Cuenca Torata
  - Area de estudio
  - Red vial nacional
  - Red vial vecinal
  - Red vial departamental
  - Ríos y quebradas

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA

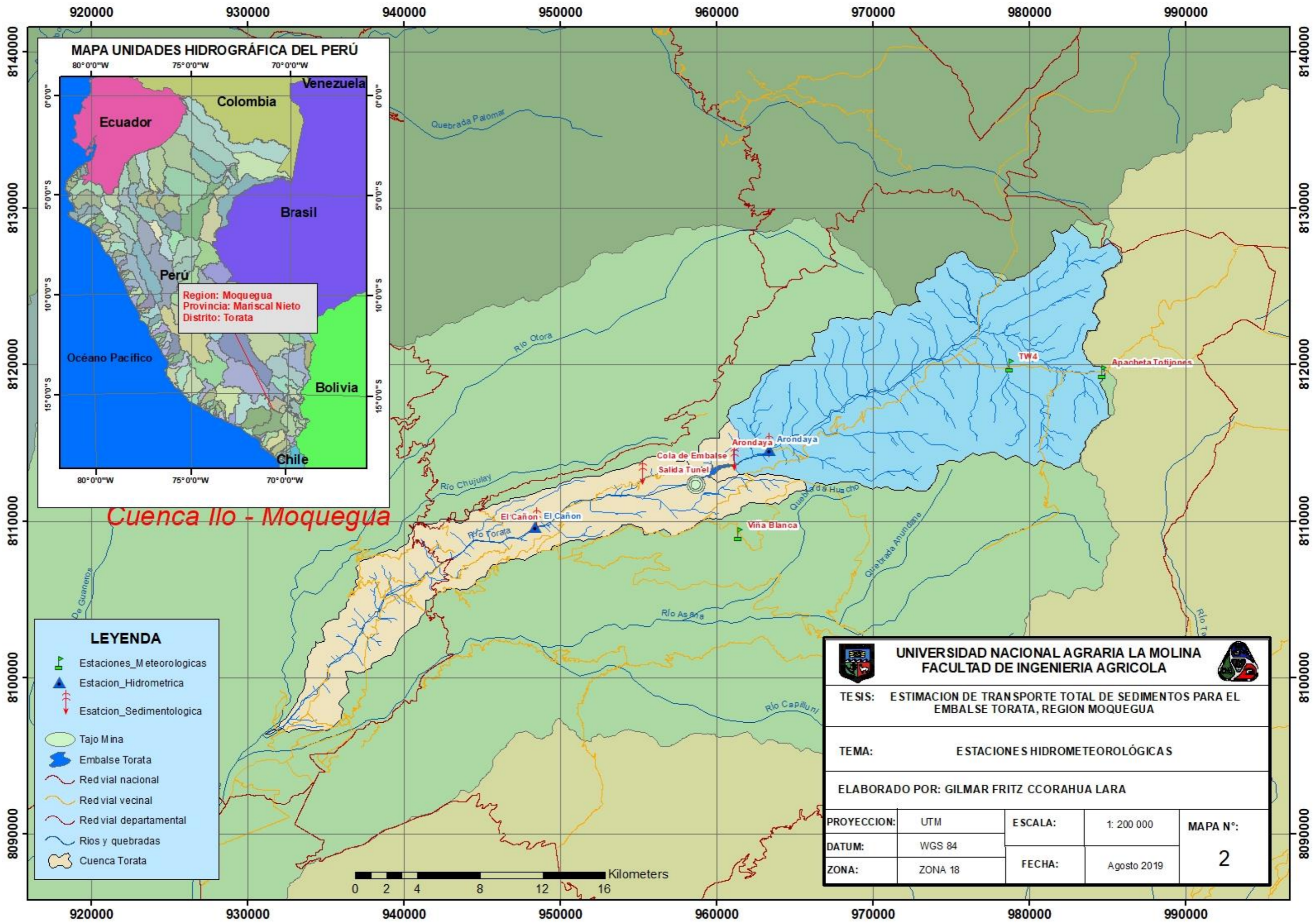
TESIS: ESTIMACION DE TRANSPORTE TOTAL DE SEDIMENTOS PARA EL EMBALSE TORATA, REGION MOQUEGUA

TEMA: UBICACION DE LA ZONA DE ESTUDIO

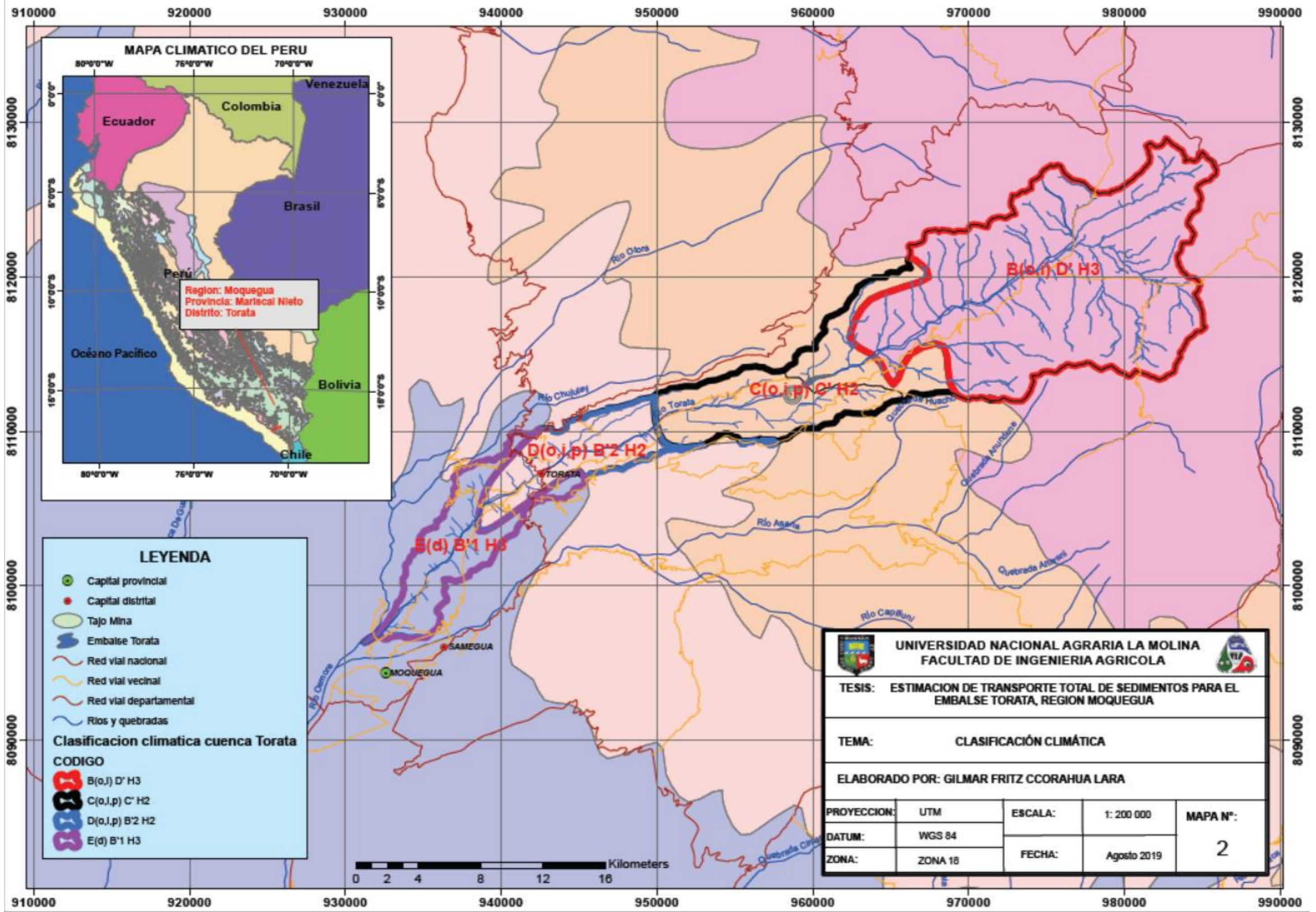
ELABORADO POR: GILMAR FRITZ CCORAHUA LARA

PROYECCION:	UTM	ESCALA:	1: 200 000	MAPA N°:
DATUM:	WGS 84	FECHA:	Agosto 2019	
ZONA:	ZONA 18			1









**LEYENDA**

- Capital provincial
- Capital distrital
- Tajo Mina
- Embalse Torata
- Red vial nacional
- Red vial vecinal
- Red vial departamental
- Ríos y quebradas

**Clasificación climática cuenca Torata**

**CODIGO**

- B(o,i) D' H3
- C(o,i,p) C' H2
- D(o,i,p) B'2 H2
- E(d) B'1 H3

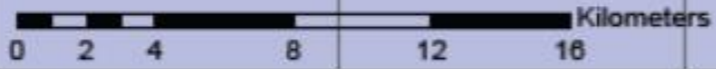
**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA

**TESIS: ESTIMACION DE TRANSPORTE TOTAL DE SEDIMENTOS PARA EL EMBALSE TORATA, REGION MOQUEGUA**

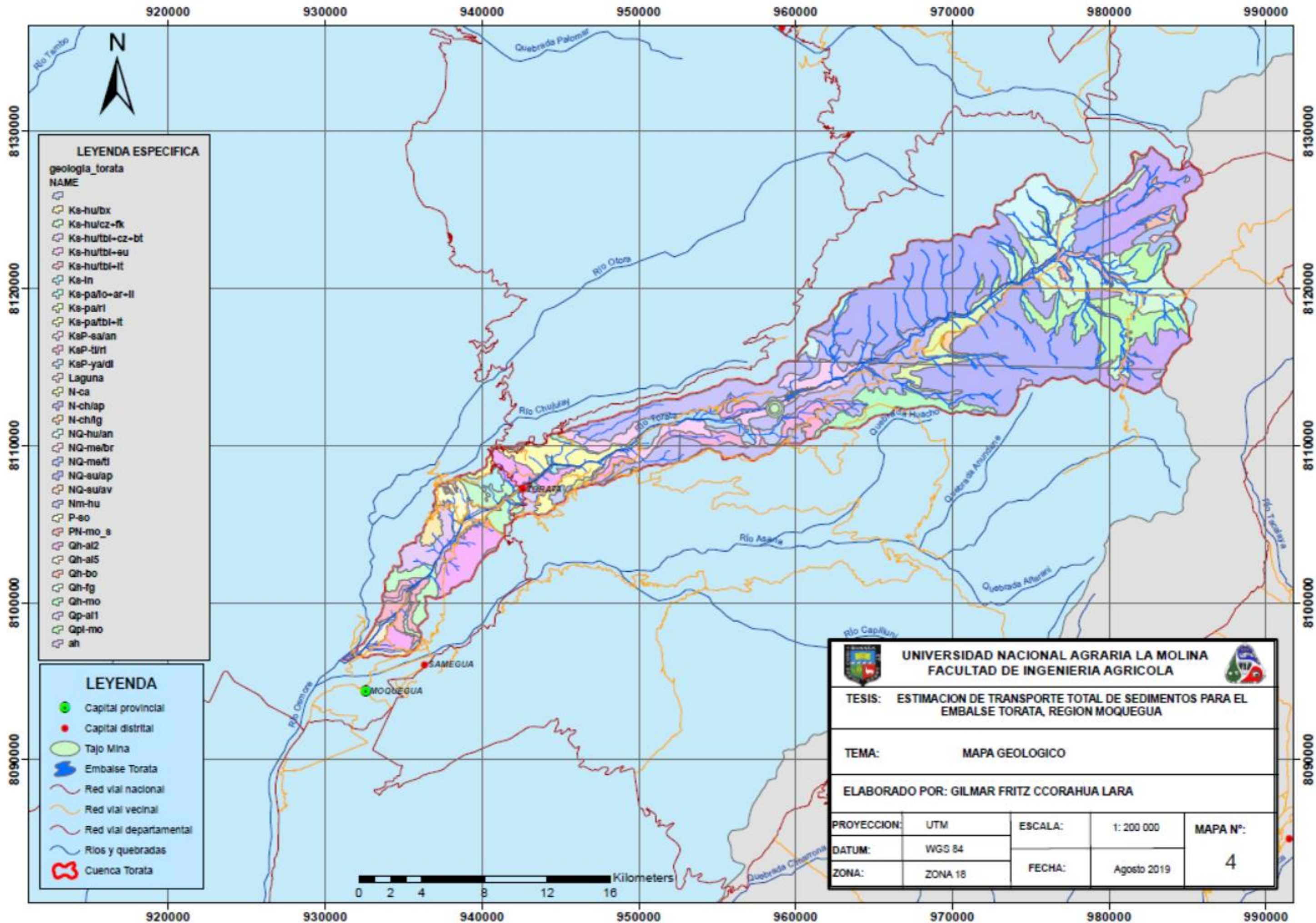
**TEMA: CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA**

**ELABORADO POR: GILMAR FRITZ CCORAHUA LARA**

PROYECCION:	UTM	ESCALA:	1: 200 000	MAPA N°: <b>2</b>
DATUM:	WGS 84	FECHA:	Agosto 2019	
ZONA:	ZONA 18			







**LEYENDA ESPECIFICA**

geologia\_torata  
NAME

- ☐ Ks-hu/bx
- ☐ Ks-hu/cz-fk
- ☐ Ks-hu/tbi-cz-bt
- ☐ Ks-hu/tbi-eu
- ☐ Ks-hu/tbi-it
- ☐ Ks-in
- ☐ Ks-pa/fo-ar-ll
- ☐ Ks-pa/r1
- ☐ Ks-pa/tbi-it
- ☐ KsP-ea/an
- ☐ KsP-tl/r1
- ☐ KsP-ya/dl
- ☐ Laguna
- ☐ N-ca
- ☐ N-ch/ap
- ☐ N-ch/fg
- ☐ NQ-hu/an
- ☐ NQ-me/br
- ☐ NQ-me/tl
- ☐ NQ-eu/ap
- ☐ NQ-eu/av
- ☐ Nm-hu
- ☐ P-ao
- ☐ PN-mo\_s
- ☐ Qh-al2
- ☐ Qh-al5
- ☐ Qh-bo
- ☐ Qh-fg
- ☐ Qh-mo
- ☐ Qp-al1
- ☐ Qpl-mo
- ☐ ah

**LEYENDA**

- Capital provincial
- Capital distrital
- Tajo Mina
- Embalse Torata
- Red vial nacional
- Red vial vecinal
- Red vial departamental
- Rios y quebradas
- ☐ Cuenca Torata

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA</b> FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA					
<b>TESIS: ESTIMACION DE TRANSPORTE TOTAL DE SEDIMENTOS PARA EL EMBALSE TORATA, REGION MOQUEGUA</b>					
<b>TEMA: MAPA GEOLOGICO</b>					
<b>ELABORADO POR: GILMAR FRITZ CCORAHUA LARA</b>					
PROYECCION:	UTM	ESCALA:	1: 200 000	MAPA N°:	
DATUM:	WGS 84	FECHA:	Agosto 2019	4	
ZONA:	ZONA 18				





