

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



**“ESTUDIO DEL PROCESO DE EROSIÓN Y SEDIMENTACIÓN EN UN CAUCE  
DE SUELOS GRANULAR CON PERFIL TIPO INDIO Y CREAGER EN EL CANAL  
DE PROCESOS MORFOLOGICOS - UPAO”**

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**LINEA DE INVESTIGACION:    HIDRÁULICA**

**AUTORES:**

**BR. Heberth David, Huayan Benites**

**BR. Isidro, Urtecho Bautista**

**ASESOR:**

**Ms. Narváez Aranda, Ricardo Andrés**

**Trujillo – Perú 2020**

### **Aprobación del asesor:**

Con conformidad y en cumplimiento de los requisitos estipulados en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego, es grato poner en vuestra consideración, el presente trabajo de investigación titulado: “ESTUDIO DEL PROCESO DE EROSIÓN Y SEDIMENTACIÓN EN UN CAUCE DE SUELOS GRANULAR CON PERFIL TIPO INDIO Y CREAGER EN EL CANAL DE PROCESOS MORFOLOGICOS - UPAO”, con el propósito de obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil.

El contenido de la presente tesis ha sido desarrollado aplicando los conocimientos adquiridos durante la formación profesional en la universidad, consulta de fuentes bibliográficas especializadas y con la experiencia del asesor.

---

Ms. Narváez Aranda, Ricardo Andrés  
CIP: 58776  
ASESOR

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

**TESIS**

“ESTUDIO DEL PROCESO DE EROSIÓN Y SEDIMENTACIÓN EN UN CAUCE DE  
SUELOS GRANULAR CON PERFIL TIPO INDIO Y CREAGER EN EL CANAL DE  
PROCESOS MORFOLOGICOS – UPAO.”

**JURADO**

---

Ing. Guillermo Juan, Cabanillas Quiroz

CIP: 17902

PRESIDENTE

---

Ing. José Luis, Serrano Hernández

CIP: 54464  
SECRETARIO

---

Ing. William Conrad, Galicia Guarniz

CIP: 96091  
VOCAL

---

Ms. Narváez Aranda, Ricardo Andrés

CIP: 58776  
ASESOR

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de investigación está dedicado a nuestras familias que mostraron su apoyo incondicional desde el comienzo de nuestra carrera hasta el fin del desarrollo de nuestra tesis. A todos los docentes, gracias a sus conocimientos impartidos en las aulas, que nos dieron una educación superior aprovechable.

## AGRADECIMIENTO

*De parte de los tesisistas, **Heberth David e Isidro.***

*Agradecer a nuestro asesor **Ricardo Andrés, Narváez Aranda,** por su tiempo, dedicación y apoyo durante la realización de la tesis.*

*Agradecer a nuestros jurados por tomarse el tiempo para revisar y mejorar el proyecto.*

*Al ingeniero **Pedro Naranjo,** responsable del laboratorio de hidráulica de la UPAO por su apoyo incondicional durante la realización de este proyecto de tesis.*

## INDICE

INTRODUCCIÓN.....	12
RESUMEN.....	13
ABSTRAC .....	15
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....	18
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	19
1.3 OBJETIVO GENERAL.....	19
1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
1.5 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
1.6 VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN .....	20
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	22
2.1.1 ANTECEDENTES NACIONALES: .....	22
2.1.2 ANTECEDENTES LOCALES:.....	26
2.2 BASES TEÓRICAS .....	26
2.2.1 Barrajes .....	26
2.2.2 Diseño de un barrajes.....	27
2.2.2.1 TIPOS DE BARRAJES. ....	27
2.2.1.2 PERFIL DEL BARRAJE.....	29
a. Tipo Creager .....	29
b. Prototipo Indio. ....	30
2.2.1.3 ELEMENTOS PRINCIPALES DEL BARRAJE .....	31
2.2.1.4 ALTURA DEL BARRAJE .....	32
2.2.1.5 CARGA SOBRE LA CRESTA DEL BARRAJE .....	32
2.2.1.6 VELOCIDAD DE LLEGADA .....	33
2.2.1.7 LONGITUD Y PROFUNDIDAD DE LA POZA DE DISIPACION DE ENERGIA .....	33
2.2.1.8 ALTURA DEL BARRAJE POR PROFUNDIDAD DE SOCAVACION (Ps).....	34
2.2.1.9 ALTURA DEL BARRAJE POR PROFUNDIDAD DE SOCAVACION .....	36
2.2.2 LECHO GRANULAR O CAUCE GRANULAR.....	37
2.2.3 CAUDAL .....	37
2.2.4 CANAL DE PROCESOS MORFOLÓGICOS .....	38
2.2.4.1 Los canales artificiales .....	38
2.2.4.2 Secciones abiertas. ....	38
2.2.5 TRANSPORTE DE SEDIMENTO .....	39
2.2.6 PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS SEDIMENTOS .....	40
2.2.7 TAMAÑO .....	41
2.2.8 DIÁMETRO DEL TAMIZ .....	44
2.2.9 GRANULOMETRÍA .....	45
2.2.10 FORMA DE LA PARTÍCULA.....	46
a. Redondez .....	46
b. Esfericidad .....	46
2.2.11 DENSIDAD .....	46
a. Peso específico.....	46

c.    Peso específico sumergido .....	47
2.2.12 SOFTWARE .....	48
2.2.12.1 Modelo Iber: .....	48
2.3 HIPÓTESIS:.....	48
2.3.1 Hipótesis General .....	48
2.4 VARIABLES .....	48
2.4.1 Variable Independiente (V1):.....	48
2.4.2 Variable Dependiente (V2):.....	48
2.5 OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE .....	49
VARIABLE INDEPENDIENTE (V1): .....	49
CAUDAL .....	49
MATERIAL GRANULAR .....	49
FORMA DE BARRAJE .....	49
VARIABLE DEPENDIENTE (V2): .....	49
EROSIÓN Y SEDIMENTACIÓN .....	49
EROSIÓN .....	49
SEDIMENTACIÓN.....	49
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN, ENFOQUE Y ALCANCE O NIVEL .....	51
3.1.1 Tipo de Investigación .....	51
3.1.2 Enfoque del Estudio.....	51
3.1.3 Alcance .....	51
3.1.4 Población y Muestra .....	51
3.1.5 Canal de procesos morfológicos.....	51
3.1.5.1 La pendiente .....	52
3.2 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	52
3.2.1 Instrumentos de medición .....	52
a. Cinta Métrica.....	52
3.3 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN .....	54
3.4 CALCULO DE LA EXCENTRICIDAD DE LOS PROTOTIPOS.....	55
3.4.1 Prototipo Creager.....	55
3.4.2 Prototipo Indio.....	56
3.5 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE EQUIPOS EXPERIMENTALES .....	56
3.5.1 Prototipo Creager.....	56
3.5.2 Prototipo Indio: .....	58
3.6 PROCESO CONSTRUCTIVO.....	60
3.7 PROCEDIMIENTOS EXPERIMENTALES CON LOS EQUIPOS .....	63
3.7.1 Alcances .....	63
3.7.2 Procedimientos .....	63
3.8 LINEA DE ENERGIA .....	65
3.8.1 Bomba de agua de 1HP.....	65
Perfil indio. ....	65
Perfil creager.....	65

3.8.2 Bomba de agua de 2 HP.....	66
Perfil indio.....	66
Perfil creager.....	66
3.9 RESALTO HIDRAULICO.....	67
4.1 ENSAYO CON EQUIPOS.....	72
4.1.1 Medición de caudales.....	72
4.1.1.1 Método volumétrico.....	72
4.1.1.2 Método del flotador.....	77
4.1.1.3 Formulas de Manning.....	78
4.1.1.3 Comparativo.....	82
Bomba de agua 1 HP.....	82
Bomba de agua 2 HP.....	83
4.1.2 Medición de caudales.....	83
4.1.2.1 Bomba de agua de 1 HP.....	83
4.1.2.2 Perfil Tipo Indio.....	104
4.1.2.3 Bomba de agua de 2 HP.....	124
Perfil Creager.....	124
5.1 Diseño de los prototipos.....	165
5.2 Perfiles del flujo.....	165
a. Bomba de agua de 1 HP.....	165
b. Bomba de agua de 2 HP.....	166
5.3 CUADRO COMPARATIVO DE PROCESO DE EROSIÓN Y SEDIMENTACIÓN EN LOS BARRAJES SEGÚN SU FORMA (INDIO Y CREAGER).....	168
a. Perfil tipo indio.....	168
b. Perfil tipo creager.....	169
CAPITULO VI: CONCLUSIONES.....	171
CAPITULO VII: RECOMENDACIONES.....	174
Referencias Bibliográficas.....	176



## INDICE DE GRAFICOS

Grafico 1: Primer ensayo con una bomba de agua de 1 HP donde se observa la erosión y sedimentación. ....	85
Grafico 2: Segundo ensayo con una bomba de agua de 1 HP donde se observa la erosión y sedimentación. ....	87
Grafico 3: Tercero ensayo con una bomba de agua de 1 HP donde se observa la erosión y sedimentación. ....	89
Grafico 4: Cuarto ensayo con una bomba de agua de 1 HP donde se observa la erosión y sedimentación. ....	91
Grafico 5: Quinto ensayo con una bomba de agua de 1 HP donde se observa la erosión y sedimentación. ....	93
Grafico 6: Sexto ensayo con una bomba de agua de 1 HP donde se observa la erosión y sedimentación. ....	95
Grafico 7: Séptimo ensayo con una bomba de agua de 1 HP donde se observa la erosión y sedimentación. ....	97
Grafico 8: Octavo ensayo con una bomba de agua de 1 HP donde se observa la erosión y sedimentación. ....	99
Grafico 9: Noveno ensayo con una bomba de agua de 1 HP donde se observa la erosión y sedimentación. ....	101
Grafico 10: Decimo ensayo con una bomba de agua de 1 HP donde se observa la erosión y sedimentación. ....	103
Grafico 11: Primero ensayo con una bomba de agua de 1 HP donde se observa la erosión y sedimentación del perfil tipo indio. ....	105
Grafico 12: Segundo ensayo con una bomba de agua de 1 HP donde se observa la erosión y sedimentación del perfil tipo indio. ....	107
Grafico 13: Tercer ensayo con una bomba de agua de 1 HP donde se observa la erosión y sedimentación del perfil indio. ....	109
Grafico 14: Cuarto ensayo con una bomba de agua de 1 HP donde se observa la erosión y sedimentación del perfil indio. ....	111
Grafico 15: Quinto ensayo con una bomba de agua de 1 HP donde se observa la erosión y sedimentación del perfil indio. ....	113
Grafico 16: Sexto ensayo con una bomba de agua de 1 HP donde se observa la erosión y sedimentación del perfil indio. ....	115
Grafico 17: Séptimo ensayo con una bomba de agua de 1 HP donde se observa la erosión y sedimentación del perfil indio. ....	117
Grafico 18: Octavo ensayo con una bomba de agua de 1 HP donde se observa la erosión y sedimentación del perfil indio. ....	119
Grafico 19: Noveno ensayo con una bomba de agua de 1 HP donde se observa la erosión y sedimentación del perfil indio. ....	121
Grafico 20: Decimo ensayo con una bomba de agua de 1 HP donde se observa la erosión y sedimentación del perfil indio. ....	123
Grafico 21: Primer ensayo con una bomba de agua de 2 HP donde se observa la erosión y sedimentación del perfil Creager. ....	125
Grafico 22: Segundo ensayo con una bomba de agua de 2 HP donde se observa la erosión y sedimentación del perfil Creager. ....	127
Grafico 23: Tercer ensayo con una bomba de agua de 2 HP donde se observa la erosión y sedimentación del perfil Creager. ....	129
Grafico 24: Cuarto ensayo con una bomba de agua de 2 HP donde se observa la erosión y sedimentación del perfil Creager. ....	131
Grafico 25: Quinto ensayo con una bomba de agua de 2 HP donde se observa la erosión y sedimentación del perfil Creager. ....	133
Grafico 26: Sexto ensayo con una bomba de agua de 2 HP donde se observa la erosión y sedimentación del perfil Creager. ....	135
Grafico 27: Séptimo ensayo con una bomba de agua de 2 HP donde se observa la erosión y	

sedimentación del perfil Creager. ....	137
Grafico 28: Octavo ensayo con una bomba de agua de 2 HP donde se observa la erosión y sedimentación del perfil Creager. ....	139
Grafico 29: Noveno ensayo con una bomba de agua de 2 HP donde se observa la erosión y sedimentación del perfil Creager. ....	141
Grafico 30: Decimo ensayo con una bomba de agua de 2 HP donde se observa la erosión y sedimentación del perfil Creager. ....	143
Grafico 31: Primer ensayo con una bomba de agua de 2 HP donde se observa la erosión y sedimentación del perfil indio. ....	145
Grafico 32: Segundo ensayo con una bomba de agua de 2 HP donde se observa la erosión y sedimentación del perfil indio. ....	147
Grafico 33: Tercer ensayo con una bomba de agua de 2 HP donde se observa la erosión y sedimentación del perfil indio. ....	149
Grafico 34: Cuarto ensayo con una bomba de agua de 2 HP donde se observa la erosión y sedimentación del perfil indio. ....	151
Grafico 35: Quinto ensayo con una bomba de agua de 2 HP donde se observa la erosión y sedimentación del perfil indio. ....	153
Grafico 36: Sexto ensayo con una bomba de agua de 2 HP donde se observa la erosión y sedimentación del perfil indio. ....	155
Grafico 37: Séptimo ensayo con una bomba de agua de 2 HP donde se observa la erosión y sedimentación del perfil indio. ....	157
Grafico 38: Octavo ensayo con una bomba de agua de 2 HP donde se observa la erosión y sedimentación del perfil indio. ....	159
Grafico 39: Noveno ensayo con una bomba de agua de 2 HP donde se observa la erosión y sedimentación del perfil indio. ....	161
Grafico 40: Decimo ensayo con una bomba de agua de 2 HP donde se observa la erosión y sedimentación del perfil indio. ....	163
Grafico 41: Perfil del flujo del prototipo Creager con una bomba de agua de 1 HP. ....	165
<i>Grafico 42: Perfil del flujo del prototipo indio con una bomba de agua de 1 HP. ....</i>	<i>166</i>
Grafico 43: Perfil del flujo del prototipo Creager con una bomba de agua de 2 HP. ....	166
Grafico 44: Perfil del flujo del prototipo indio con una bomba de agua de 2 HP. ....	167

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Barraje fijo donde el exceso de agua pasa por encima.....	28
Figura 2: Barraje movil empleado en cauces de ríos.....	28
Figura 3: Barraje mixto es empleado en bocatomas y compuertas.....	29
Figura 4: Vista de perfil del barraje tipo Creager.....	30
Figura 5: Vista de perfil del barraje tipo Creager.....	30
Figura 6: Partes de un barraje.....	31
Figura 7: Altura que puede tener un barraje.....	32
Figura 8: Velocidad de llegada al barraje.....	33
Figura 9: Longitud de la separación de la poza disipadora de energía.....	34
Figura 10: Altura del barraje por profundidad de socavación.....	35
Figura 11: Curva granulométrica.....	45
Figura 12: Canal de procesos morfológicos –Universidad Privada Antenor Orrego.....	52
Figura 13: Cinta métrica.....	53
Figura 14: Vista de planta de la sección del canal de procesos morfológicos.....	57
Figura 15: Vista de planta de la sección del prototipo.....	57
Figura 16: Vista de perfil de la sección del prototipo.....	58
Figura 17: Vista de planta de la sección del canal de procesos morfológicos.....	59
Figura 18: Vista de planta de la sección del prototipo.....	59
Figura 19: Vista de perfil de la sección del prototipo.....	60
Figura 20: Proceso constructivo 1.....	61
Figura 21: Proceso constructivo 2.....	61
Figura 22: Proceso constructivo 3.....	62
Figura 23: Proceso constructivo 4.....	62
Figura 24: Proceso constructivo 5.....	63
Figura 27: Resalto hidráulico en canales.....	67
Figura 28: Remanso hidráulico del prototipo Creager.....	68
Figura 29: Elementos del resalto hidráulico.....	69
Figura 25: Vista de perfil del canal de procesos morfológicos.....	79
Figura 26: Vista de perfil del canal de procesos morfológicos.....	80

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Coeficiente de contracción u. ....	36
Cuadro 2: Valores de X para suelos no cohesivos.....	36
Cuadro 3: Valores del coeficiente B. ....	37
Cuadro 4: Relaciones geométricas de las secciones transversales más frecuente.....	39
Cuadro 5: Propiedades aproximadas de los sedimentos. ....	42
Cuadro 6: Clasificación de sedimentos según su tamaño (Rouse).....	43
Cuadro 7: Numeración de tamices Sistema U.S. Estándar. ....	44

## INDICES DE TABLAS

Tabla 1: Operacionalización de variables. ....	49
Tabla 2: toma de datos de prototipos con diferentes bombas, de 1 HP y 2HP.....	55
Tabla 3: Dimensiones del prototipo Creager.....	56
Tabla 4: Dimensiones del prototipo indio. ....	58
Tabla 5: Calculo de la línea de energía del perfil indio. ....	65
Tabla 6: Calculo de la línea de energía del perfil Creager.....	65
Tabla 7: Línea de energía del perfil indio vs Creager. ....	66
Tabla 8: Calculo de la línea de energía del perfil indio. ....	66
Tabla 9: Calculo de la línea de energía del perfil Creager.....	66
Tabla 10: Línea de energía del perfil indio vs Creager.....	67
Tabla 11: Método volumétrico para el cálculo del caudal con bomba de 1 HP.....	73
Tabla 12: Medición del método volumétrico con bomba de agua de 1 HP. ....	74
Tabla 13: Método volumétrico para el cálculo del caudal con bomba de 2 HP.....	76
Tabla 14: Medición del método volumétrico con bomba de agua de 2 HP. ....	77
Tabla 15: Medición del método del flotador con bomba de agua de 1 HP. ....	78
Tabla 16: Medición del método del flotador con bomba de agua de 2 HP. ....	80
Tabla 17: Medición del método del flotador con bomba de agua de 1 HP. ....	82
Tabla 18: Medición del método del flotador con bomba de agua de 2 HP. ....	83
Tabla 19: Primer ensayo con una bomba de agua de 1 HP.....	84
Tabla 20: Volumen del cálculo de la erosión y sedimentación.....	85
Tabla 21: Segundo ensayo con una bomba de agua de 1 HP.....	86
Tabla 22: Volumen del cálculo de la erosión y sedimentación.....	87
Tabla 23: Tercer ensayo con una bomba de agua de 1 HP. ....	88
Tabla 24: Volumen del cálculo de la erosión y sedimentación.....	89
Tabla 25: Cuarto ensayo con una bomba de agua de 1 HP.....	90
Tabla 26: Volumen del cálculo de la erosión y sedimentación.....	91
Tabla 27: Quinto ensayo con una bomba de agua de 1 HP. ....	92
Tabla 29: Volumen del cálculo de la erosión y sedimentación.....	101
Tabla 30: Séptimo ensayo con una bomba de agua de 2 HP. ....	136
Tabla 31: Cuadro comparativo del perfil indio. ....	168
Tabla 32: Cuadro comparativo del perfil Creager. ....	169

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación estudia los fenómenos conocidos como erosión y sedimentación, en un cauce de suelo granular, esto se logra colocando material granular (material que pasa el tamiz N° 8 y es retenido en el N° 4), en el canal de procesos morfológicos, con la inclusión de dos prototipos (Creager e indio).

La erosión de suelo granular, corresponde a un cambio de sección del desplazamiento de la capa superior de este, una forma de degradación del material, alterando las propiedades en las que se mueve el agua y puesto que altera el flujo generando una pérdida de energía, desde el momento que pasa el prototipo y genera la erosión.

Una vez ocurrida la erosión del suelo granular trae como consecuencia la sedimentación. La sedimentación es el proceso mediante el cual se acumulan las partículas de suelo granular debajo de la lámina de agua que discurre por el canal de procesos morfológicos.

Los prototipos generan la erosión y sedimentación del suelo granular a partir del prototipo aguas abajo en una sección del canal de procesos morfológicos que simulas las paredes de las bocatomas que suele acumularse material granular.

Se lleva a cabo una investigación experimental para determinar el uso adecuado del prototipo, ya que en ocasiones se omite o según lo observado en el laboratorio se hace una incorrecta valoración al momento de construir un barraje en una bocatoma.

## RESUMEN

Ante el poco conocimiento del estudio de los fenómenos hidráulicos, de erosión y sedimentación en canales de suelos granulares. Se presenta el siguiente trabajo de investigación la cual hace un análisis del comportamiento entre los prototipos Creager e indio para determinar cuál es la mejor propuesta.

Primeramente, se caracterizó el canal de procesos morfológicos del laboratorio de hidráulica de la UPAO, donde se obtuvieron las siguientes medidas:

- Largo del canal  $L = 2.70$  m, más tanque de recepción de  $0.40$  m.
- Ancho del canal  $A = 0.43$  m, características del canal son paredes y fondo del canal de vidrio templado de  $5$  mm, además cuenta con separadores de acero (tee y ángulo) de media pulgada.
- Altura del canal  $h = 0.40$  m, la altura total del canal es de  $H = 1.70$  m.

Además de analizar de forma experimental, el funcionamiento de los equipos (bomba de agua, cilindro de depósito de agua), donde se encontró una bomba de agua de  $1$  HP en condiciones regulares.

Se determinó la granulometría del material, tamizando material que pase por el tamiz N° 8, cuya abertura es de  $2.36$  mm y es retenido en el tamiz N° 16, así se colocó en el fondo del canal una capa de  $4$  cm de material granular. Para su diseño y construcción de los barrajes (indio y Creager), se tomó en cuenta el ancho del canal de procesos morfológicos  $A = 0.43$  m. Se determinó su construcción de los barrajes de un ancho  $a = 0.42$  m, largo  $l = 0.15$  m, y una altura de  $h_1 = 0.10$  m, luego se colocó en ambos extremos del perfil planchas de microporoso de acuerdo a la forma del perfil de  $5$  mm, para así poder fijar el prototipo en el canal.

Mediante los estudios realizados, los resultados obtenidos experimentalmente en el laboratorio, se compararon con los resultados obtenidos del programa Iber, considerando que el canal de procesos morfológicos de la UPAO es muy pequeño y al emplear el sedimento de  $4$  cm de altura, no se podrá realizar la simulación en el programa ya que esto no se asemeja a un canal de reales dimensiones, por lo que se decidió compararlo variando el caudal con la utilización de dos bombas de  $1$  HP y  $2$  HP, mediante método del vertedero

donde se obtuvieron resultados confiables, se obtuvo dos caudales, el primero para una bomba de agua de 1HP un caudal de  $0.0023439 \text{ m}^3/\text{s}$  y el segundo con una bomba de agua de 2 HP un caudal de  $0.0034267 \text{ m}^3/\text{s}$ .

En los resultados la sedimentación para el perfil tipo indio, al emplear una bomba de agua de 1 HP, cuyo volumen promedio sedimentado  $V_{SP} = 0.00167826 \text{ m}^3$ , mientras que la bomba de 2 HP, su volumen promedio sedimentado  $V_{SP} = 0.00269062 \text{ m}^3$ . Para el perfil tipo Creager, con una bomba de 1 HP, se obtuvo un volumen promedio sedimentado  $V_{SP} = 0.00170306 \text{ m}^3$ , mientras con una bomba de 2 HP, cuyo volumen promedio sedimentado  $V_{SP} = 0.00281889 \text{ m}^3$ .

Durante la erosión con el perfil tipo indio, al utilizar una bomba de 1 HP, cuyo volumen promedio erosionado  $V_{EP} = 0.00172490 \text{ m}^3$ , mientras una bomba de 2 HP, su volumen promedio erosionado  $V_{EP} = 0.00271192 \text{ m}^3$ . En cambio, para el perfil tipo Creager, al emplear una bomba de 1 HP, se obtuvo un volumen promedio erosionado  $V_{EP} = 0.00170504 \text{ m}^3$ , mientras al emplear una bomba de 2 HP, cuyo volumen promedio erosionado  $V_{EP} = 0.00290718 \text{ m}^3$  esto nos indica que las concentraciones crecen cuando las descargas se incrementan.



## ABSTRAC

Given the little knowledge of the study of hydraulic phenomena, erosion and sedimentation in causes of granular soils. The following research paper is presented which makes an analysis of the behavior between the Creager and Indian prototypes to determine which is the best proposal.

First, the morphological process channel of the UPAO hydraulics laboratory was characterized, where the following measures were obtained:

- Channel length  $L = 2.70$  m, plus receiving tank of 0.40 m.
- Channel width  $A = 0.43$  m, characteristics of the channel are walls and bottom of the 5 mm tempered glass channel, it also has steel separators (tee and angle) of half an inch.
- Channel height  $h = 0.40$  m, the total height of the channel is  $H = 1.70$  m.

In addition to experimentally analyzing the operation of the equipment (water pump, water tank cylinder), where a 1 HP water pump was found under regular conditions.

The granulometry of the material was determined, sieving material that passes through sieve No. 8, whose opening is 2.36 mm and is retained in sieve No. 16, thus a 4 cm layer of granular material was placed at the bottom of the channel. For its design and construction of the barges (Indian and Creager), the width of the morphological process channel  $A = 0.43$  m was taken into account. Its construction of the bars of a width  $a = 0.42$  m, length  $l = 0.15$  m, and a height of  $h_1 = 0.10$  m was determined, then microporous plates were placed at both ends of the profile according to the shape of the profile of 5 mm, in order to fix the prototype in the channel.

Through the studies carried out, the results obtained experimentally in the laboratory were compared with the results obtained from the Iber program, considering that the UPAO

morphological process channel is very small and when using the 4 cm high sediment, it will not be possible to perform the simulation in the program since this does not resemble a real-sized channel, so it was decided to compare it by varying the flow rate with the use of two 1 HP and 2 HP pumps, using the landfill method where reliable results were obtained, two flows were obtained, the first for a 1HP water pump with a flow of  $0.0023439 \text{ m}^3 / \text{s}$  and the second with a 2 HP water pump with a flow of  $0.0034267 \text{ m}^3 / \text{s}$ .

In the results, the sedimentation for the Indian type profile, when using a 1 HP water pump, whose average sedimentation volume  $V_{SP} = 0.00167826 \text{ m}^3$ , while the 2 HP pump, its sedimented average volume  $V_{SP} = 0.00269062 \text{ m}^3$ . For the Creager type profile, with a 1 HP pump, an average sedimented volume  $V_{SP} = 0.00170306 \text{ m}^3$  was obtained, while with a 2 HP pump, whose average sedimented volume  $V_{SP} = 0.00281889 \text{ m}^3$ .

During erosion with the Indian type profile, when using a 1 HP pump, whose average volume eroded  $V_{EP} = 0.00172490 \text{ m}^3$ , while a 2 HP pump, its average volume eroded  $V_{EP} = 0.00271192 \text{ m}^3$ . On the other hand, for the Creager type profile, when using a 1 HP pump, an eroded average volume  $V_{EP} = 0.00170504 \text{ m}^3$  was obtained, while using a 2 HP pump, whose average eroded volume  $V_{EP} = 0.00290718 \text{ m}^3$  this indicates that the concentrations increase when discharges increase.

## **CAPITULO I: PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN**

## 1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Es ampliamente conocida la vocación hidráulica del poblador peruano a través del tiempo; muchas obras de irrigación a lo largo de todo el territorio atestiguan la calidad y funcionalidad de dichas obras, entre ellas tenemos: El Canal de Achirana en Ica, El Canal Huaca La Cruz en Lambayeque, El sistema de regadío en Nazca e Ica, El abastecimiento de agua a la ciudad del Cuzco y Machu Picchu. Así podríamos ampliar la lista anterior citando numerosos ejemplos de obras hidráulicas; obras de bocatoma que los antepasados supieron aprovechar para llevar agua a lugares distantes, lugares donde ellos utilizaban para la agricultura y ganadería.

Algunas de estas obras de arte como bocatoma hasta la actualidad todavía persisten dándonos un conocimiento de cómo nuestros antepasados supieron utilizar la ingeniería hidráulica para construir estas obras, estas bocatoma aun hoy en día son un éxito porque de ello depende el funcionamiento del proyecto. Si por una razón u otra se produce una falla importante en la obra de la bocatoma, esto significaría la posibilidad del fracaso de todo el proyecto de aprovechamiento hidráulico. En consecuencia, el diseño, la construcción, la operación y el mantenimiento de una obra de bocatoma deben ofrecer la máxima de seguridad.

El diseño de una obra de bocatoma puede ser un problema muy difícil de resolver, en el que debe preverse la interacción estructura-naturaleza. La obra, es un elemento extraño en contacto con el agua. Es decir, que la estructura va a producir inevitablemente alteraciones en el medio natural circundante y a la vez, la naturaleza va a reaccionar contra la obra.

Actualmente están construyendo obras de bocatoma en los cauces de los ríos Chicama, Moche con la finalidad que los pobladores puedan aprovechar el agua para sus cultivo, muchas de estas obras son ejecutadas por los mismos pobladores sin tener conocimiento de estas obras, en la

mayoría de los casos estas obras son arrastradas por el agua en épocas de lluvias perjudicando a los pobladores, lo que se pretende con este estudio es determinar experimentalmente cual es el mejor comportamiento hidráulico de retención de material granular considerando barrajes de perfil tipo indio y Creager en el canal de procesos morfológicos - Upao en un cauce de suelos granular, manteniendo el volumen de material de transporte y el caudal, en el canal de procesos morfológicos que está ubicado en el laboratorio de hidráulica en la Universidad Privada Antenor Orrego, ubicado en el campus universitario Trujillo, facultad de ingeniería, pabellón “G”, aula GSS- 102.

## **1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cómo influye el tipo de barraje tipo indio y Creager en el proceso de erosión y sedimentación en un cauce granular del canal de procesos morfológicos - UPAO?

## **1.3 OBJETIVO GENERAL**

“Realizar el estudio experimental del proceso de erosión y sedimentación en un cauce de suelos granular con barrajes tipo indio y Creager en el canal de procesos morfológicos - UPAO”

## **1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Caracterizar el canal de procesos morfológicos del laboratorio de hidráulica de la UPAO, para proponer mejoras.
2. Determinar la granulometría del material granular para realizar los ensayos experimentales.
3. Diseñar y construir los tipos de barrajes (indio y Creager).
4. Calibrar el canal de procesos morfológicos para determinar el caudal mediante método del vertedero, método del flotador y fórmula de Manning y estimar el factor de rugosidad para el material granular.
5. Realizar el ensayo con barraje tipo Creager y analizar el proceso de erosión y sedimentación.

6. Comparar los resultados de sedimentación y erosión para diferente caudal.

### **1.5 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

Este trabajo de investigación pretende mostrar experimentalmente el proceso de erosión y sedimentación en un cauce de suelos granular de tipos de barrajes con perfil tipo indio y Creager que se presentan en este tipo de estructuras las que son construidas en diferentes cauces de ríos.

### **1.6 VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN**

Se cuenta con el financiamiento para realizar el trabajo experimental mejorando las condiciones del canal de procesos morfológico – UPAO que se encuentra en el laboratorio de hidráulica. Se cuenta con el apoyo técnico de los docentes de la especialidad de hidráulica. Contamos con acceso a los laboratorios, información y publicaciones de trabajos científicos.

## **CAPITULO II: MARCO TEÓRICO**

## 2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

### 2.1.1 ANTECEDENTES NACIONALES:

***BR. GUTIERREZ NINAHUAMAN CESAR VIDAL (AYACUCHO - 2014), Y ESTRUCTURAL DE BOCATOMAS TIPO BARRAJE CON EL VISUAL BASIC 9.0 HUAMANGA AYACUCHO-2011". En la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho.***

El presente trabajo de tesis muestra el desarrollo de un software de aplicación, para el diseño hidráulico y estructural de bocatomas tipo barraje. Se definirán en primera instancia los aspectos preliminares previos al diseño de bocatomas, seguidamente se realizará el diseño hidráulico, para finalmente concluir con el diseño estructural de esta obra hidráulica.

El software desarrollado tiene la denominación "Diseño Hidráulico y Estructural de Bocatomas tipo Barraje", con su acrónimo DHEBB V2.0, es una herramienta que permite a estudiantes, profesionales, y personas inmersas en el tema de Bocatomas, hacer el diseño rápido, preciso y confiable de bocatomas tipo barraje, evitando de esta manera hacer el trabajo manual laborioso, y el uso de hojas de cálculo poco confiables, ya con el transcurso del tiempo cada usuario va modificando de acuerdo a sus necesidades, y datos con que cuenta en el momento del diseño.

La presente aplicación consiste en: diseño del canal de derivación, definición del ancho de encauzamiento, coeficiente de rugosidad del río, características hidráulicas del río, diseño de ventanas de captación y zona de limpia, perfil del flujo ventana-canal de derivación, diseño de barraje vertedor, diseño del dissipador de energía, determinación del contorno subterráneo de la presa, muro de encauzamiento y estudio de la curva de remanso, socavación del cauce, diseño de muros de encauzamiento,



diseño de muros laterales, análisis de estabilidad del barraje. Adicionalmente el software tiene varias herramientas, cada una con diferente finalidad.

La validación del software se realizó de acuerdo a la siguiente precisión:

- Se usó el DHEBB V2.0 para diseñar una bocatoma, ubicada en el distrito de El Carmen, provincia de Churcampá, departamento de Huancavelica (Primeramente, se realizó el cálculo manual, y posteriormente usando el DHEBB V2.0.0, al comparar los resultados se aprecia que coinciden exactamente).
- Se usó el DHEBB V2.0 para diseñar una bocatoma existente, ubicada en la costa del Perú, provincia de Cañete, distrito de San Vicente.
- Finalmente, se presenta el manual de usuario sobre los procedimientos de cálculo a utilizar, con base a los ejemplos evaluados.

El programa se desarrolló bajo la filosofía de la programación orientada a objetos utilizando el lenguaje de programación Visual Basic, trabajando con el Visual Studio 2010, así como el Entorno de Desarrollo Integrado (IOE) Basic, para la creación de una interfaz gráfica de usuario de aplicación sencilla y práctica.

***BR. NASSI MIRENGHI G. (ECUADOR-2014), en su tesis sobre las “DISEÑO Y MODELAMIENTO HIDRÁULICO DE LA BOCATOMA EL PUEBLO DEL DISTRITO DE CHÓCHOPE, PROVINCIA DE LAMBAYEQUE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, UTILIZANDO EL MODELO NUMÉRICO TELEMAC – 2D”. En la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Ecuador.***

Esta investigación se desarrolló principalmente para representar el comportamiento hidráulico de la bocatoma el Pueblo mediante la

modelación numérica, para lo cual primero se tuvo que diseñar la bocatoma, luego con los datos históricos y valores calculados se logró una buena calibración. La fase de estudio se realizó en tres partes: el diseño hidráulico de la bocatoma, el modelo del río sin estructuras y el modelo del río con estructura. La longitud del modelo consta de 640ml aguas arriba y 500 ml aguas abajo del eje de la bocatoma para condiciones con y sin estructuras. Los ensayos sin estructuras definieron las condiciones de borde y la correcta calibración del modelo. Los ensayos con estructuras consistieron en evaluar el comportamiento hidráulico del flujo sobre la bocatoma. Los resultados presentados en los ensayos del modelo hidráulico comprenden: niveles de agua, velocidades, líneas de corriente y adicionalmente se muestra el esfuerzo de corte para poder interpretar la capacidad de arrastre en las estructuras. Con el modelo numérico TELEMAC-2D se verificará el comportamiento hidráulico sobre la bocatoma diseñada con el fin de dar una visión global de cómo funcionaría una bocatoma en esa zona proyectada. Adicionalmente esta herramienta beneficia económicamente al diseño de estructuras, ya que pueden ir analizando varias opciones para llegar al diseño definitivo y correcto.

**BR. OROSCO DE LA CRUZ J (LIMA-2015), en su investigación sobre el “CRITERIOS DE DISEÑO DE LA BOCATOMA “EL VADO” EN EL RÍO ARMA CON FINES DE RIEGO - PROVINCIA DE AREQUIPA”. En la universidad Ricardo Palma, Lima.**

La presente tesis trata sobre criterios de diseño de la bocatoma “El Vado” en el río Arma, agua que será utilizada con fines de ampliación de la frontera agrícola, en terrenos eriazos de la provincia de Condesuyos, región Arequipa, la provincia de Condesuyos abarca una área aproximada de 1,219.00 km<sup>2</sup>, incluye la subcuenca del río Arma, en la zona media de esta subcuenca se encuentra el pueblo de Salamanca, capital del distrito del mismo nombre, en dicho lugar se encuentran las estaciones hidrométrica y climatológica Salamanca, operadas por

SENAMHI. Hacia aguas arriba de las estaciones Salamanca, en la cota 4 040 msnm, se encuentra la zona de “El Vado”, lugar donde se ha proyectado la Bocatoma. Se ha obtenido información de precipitaciones de la zona tomados de una serie de datos representativos de las estaciones hidrométrica y climatológica de Salamanca, los cuales han sido sometidos a un análisis de validación de datos y completación y extensión de los datos faltantes de precipitación y caudales. Del resultado obtenido se ha realizado el respectivo análisis hidrológico aplicando el método de Lutz Schölz (Lutz, 1980)<sup>1</sup> para caudales medios, además se trabajó una comparación de métodos para hallar el caudal máximo. El área donde se emplazará la estructura hidráulica propuesta y obras conexas, ha sido seleccionada desde los puntos de vista de hidráulica fluvial, geología – geotecnia, topografía, considerando fenómenos de geodinámica externa como derrumbes y deslizamientos. El área ha sido objeto de levantamiento topográfico a curvas de nivel, utilizando equipo de estación total, permitiendo así el relieve donde se buscó la mejor ubicación de la bocatoma, además su diseño y dimensionamiento. El diseño y cálculo hidráulico y estructural de la estructura hidráulica se ha realizado en función del caudal de diseño calculado, siguiendo recomendaciones de diseño para la estructura y utilizando la formulación hidráulica respectiva para la estructura y sus componentes. <sup>1</sup> Schölz Lutz, Generación de Caudales Mensuales en la Sierra Peruana, 1980, Cusco, Plan Merris II 2 Finalmente se presenta los resultados del diseño de la estructura y sus dimensiones finales, donde se explica los criterios de proponer una bocatoma con barraje de perfil “Grampa”, descartando los otros tipos de bocatoma existentes en la literatura especializada

### **2.1.2 ANTECEDENTES LOCALES:**

*BR. PEREDA MEDINA, QUINTANA AGUILAR (2016), En su estudio de “ANÁLISIS FUNCIONAL Y ECONÓMICO DE LA CAPTACIÓN DE AGUA DE LA QUEBRADA MAKU MEDIANTE UNA BOCATOMA DE BARRAJE MIXTO Y BOCATOMA TIPO TIROLESA EN EL DISTRITO DE PIRA - HUARAZ”. En la Universidad Privada Antenor Orrego, Perú.*

Este trabajo tiene como finalidad realizar un análisis funcional y económico de dos tipos de bocatomas que tendrán la misma función, pero con diferentes aspectos de diseño y construcción. La infraestructura se diseñará para irrigar a 203 has. Y beneficiara a 415 beneficiarios directos en el total del proyecto y de 122 beneficiarios dedicadas a la agricultura solamente en periodo de lluvias, como actividad económica principal. Las bocatomas se diseñarán teniendo en cuenta la norma americana vigente “USBH”.

## **2.2 BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1 Barrajes**

Es una represa construida a través de un río con el objeto de levantar el nivel del agua del mismo, su altura debe ser tal que permita una carga de agua suficiente en la toma, para el ingreso seguro del agua en esta, considerando las pérdidas de carga que se producen en los muros, rejillas y compuertas de secciones en la toma.

El barraje puede presentar los casos extremos siguientes:

- Una presa muy larga y poco elevada en tramos anchos del curso del río. La solución es sencilla ya que la presión del agua no es elevada y permite diseños estables.

- La presa corta pero elevada en tramos profundos del curso del río. En este caso la presión es menor por lo cual la presa será más cara, ya que demandará estribo y cimentación más reforzada.

### 2.2.2 Diseño de un barrajes

Para el diseño de un barraje se considera esta la estructura como si fuera un vertedero de pared gruesa.

El gasto sobre el barraje está dado por:

$$Q = \sqrt{g} * L * Y_c^{3/2}$$

Dónde:

- L = Longitud del barraje en metros.
- Y<sub>c</sub> = Tirante crítico en metros.
- g = aceleración de la gravedad

El perfil de la cresta del vertedero se ajusta al perfil que tendría la vena líquida al caer libremente.

Utilizando la formula

$$y = \frac{x^{1.85}}{2 * H_d^{0.85}}$$

Donde:

- x e y : coordenadas referidas a la cresta
- H<sub>d</sub> : carga de diseño

#### 2.2.2.1 TIPOS DE BARRAJES.

**BARRAJE FIJO:**

- Las bocatomas de barraje fijo son aquellas que tienen una presa sólida, para levantar el tirante frente a las compuertas de captación.
- Esta solución es posible cuando el régimen del río es uniforme y la capacidad de captación de la toma es menor que la descarga promedio del río, por lo que no es necesario ninguna regulación, ya que el exceso de agua pasara encima de la presa.



*Figura 1: Barraje fijo donde el exceso de agua pasa por encima.*

*Fuente: Diseño de barraje en ríos.*

#### BARRAJE MOVIL:

- En este tipo de barraje se consigue la retención del caudal y elevación del tirante mediante el cierre del curso del río por un sistema de compuertas sostenidas en un conjunto de pilares y adosadas en sus extremos a los muros de contención.
- Es conveniente esta solución cuando el caudal de la captación es igual o mayor de la descarga promedio del río o cuando la velocidad de flujo no es alta debido a la pequeña pendiente del curso del río. Como consecuencia el transporte de sólidos es pequeño y no afecta mayormente al sistema de compuertas.



*Figura 2: Barraje movil empleado en cauces de ríos*

*Fuente: Diseño de barraje en ríos.*

### BARRAJE MIXTO:

- Tienen una parte de la presa integrada por una estructura sólida (Barraje fijo) y una parte integrada por compuertas sustentadas en pilares (Barraje móvil). La parte móvil tiene en ciertos casos muros guías o separadores del barraje fijo que forma un canal denominado de limpia y un segundo canal separado por un vertedero de rebose lateral que sirve para eliminar las gravas llamado también desempedrados.



*Figura 3: Barraje mixto es empleado en bocatomas y compuertas.*

*Fuente: Diseño de barraje en ríos.*

#### **2.2.1.2 PERFIL DEL BARRAJE**

##### **a. Tipo Creager**

El vertedero tipo Creager se recomiendan su uso, respecto a vertedores de pared gruesa, ya que eliminan la turbulencia por carecer de aristas. Este tipo también es recomendado en cortinas de tierra donde el vertedor puede situarse en uno de los extremos de la boquilla.

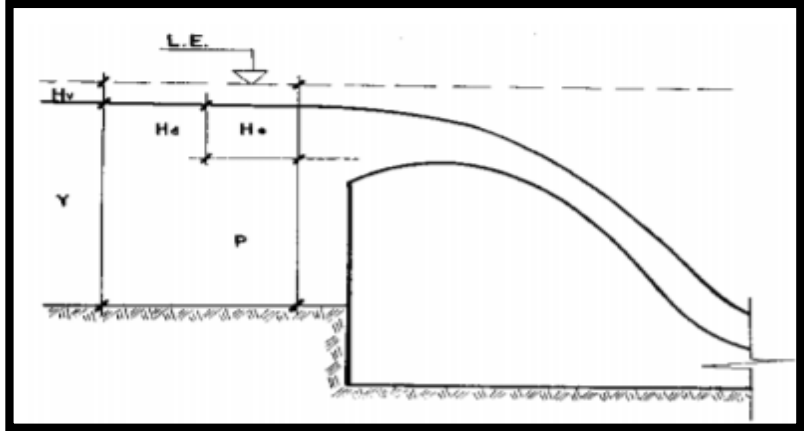


Figura 4: Vista de perfil del barraje tipo Creager.

Fuente: Diseño de barraje en ríos.

### b. Prototipo Indio.

El barraje tipo indio tiene un mejor comportamiento en quebrada de fuerte pendiente debido a que presenta un menor desgaste en épocas de máximas avenidas, además que no requiere un dissipador de energía.

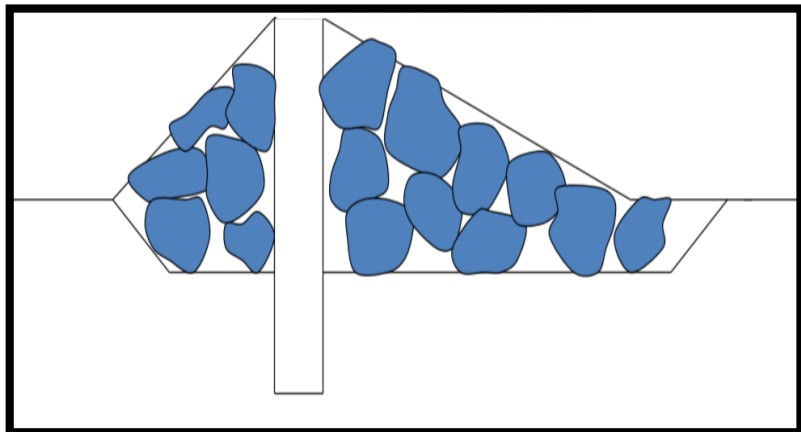


Figura 5: Vista de perfil del barraje tipo Creager.

Fuente: Diseño de barraje en ríos.



### 2.2.1.3 ELEMENTOS PRINCIPALES DEL BARRAJE

Los elementos son:

- La presa propiamente dicha.
- La poza de disipación de energía o colchón de disipación.
- El enrocamiento.

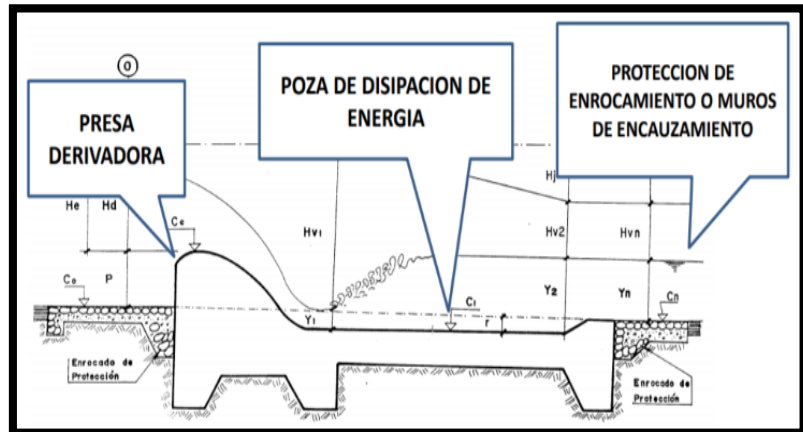


Figura 6: Partes de un barraje.

Fuente: Salto hidráulico producido por el colchón disipador (aguas abajo).

ALTUNIN:

$$B = 1.81 * \sqrt{\frac{Q * F_b}{F_s}}$$

BLENCH:

$$B = \frac{a * \sqrt{Q}}{S^{1/5}}$$

BLENCH:

$$B = 2.45 * \sqrt{Q}$$

Donde:

- B = Ancho de Encauzamiento (m)
- Q = Caudal Máximo de Diseño (m<sup>3</sup>/seg)
- Fb = Factor de fondo
- Fs = Factor de orilla
- A = Parámetro que caracteriza al cauce
- S = Pendiente del Rio

#### 2.2.1.4 ALTURA DEL BARRAJE

- Altura del Barraje, se logra elevar o mantener el nivel de agua en el río y derivar el caudal hacia el Bocal de Captación Según Mansen y Rosell la altura del Barraje es:
- $H_b = P + P_s$  (Altura de Socavación, evaluar con la profundidad de la Poza de disipación)
- $P = h_o$  (Alfeizar mayor de 0.60 metros) +  $h_v$  (Altura de la ventana de captación) +  $h_f$  (pérdidas de carga en la Toma en la entrada, por rejas)

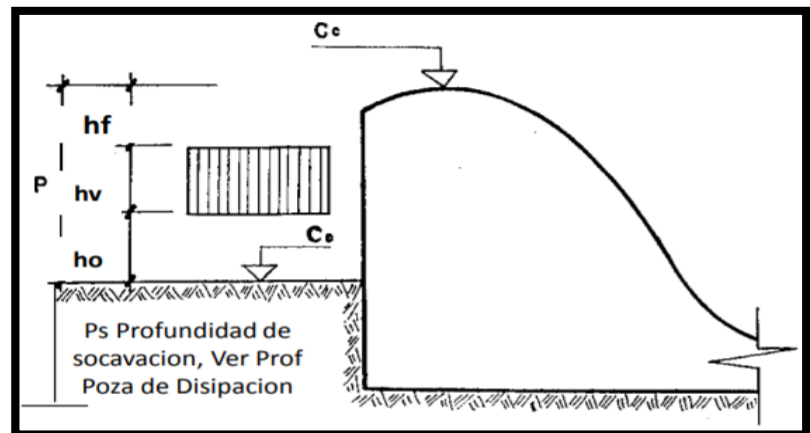


Figura 7: Altura que puede tener un barraje.

Fuente: Diseño de barraje en ríos.

#### 2.2.1.5 CARGA SOBRE LA CRESTA DEL BARRAJE

$$Q_{\max} = C_d \times L \times (H_d)$$

Donde:

1.5  $Q_{\max}$ , Caudal Máximo en  $m^3/seg$

$C_d$ , Coeficiente de escurrimiento Según Novak

$C_d = 2.4 L$ , Longitud de Barraje en metros

$H_d$ , Carga sobre la cresta inclinada.

Altura de velocidad.

### 2.2.1.6 VELOCIDAD DE LLEGADA

$$p + H_e = y + H_v$$

Donde:

P = Altura del Barraje en metros

H<sub>e</sub> = Carga Total en metros, inclinada

Y = Tirante aguas arriba del Barraje en metros

H<sub>v</sub> = Energía de Velocidad ( $v^2/2g$ )

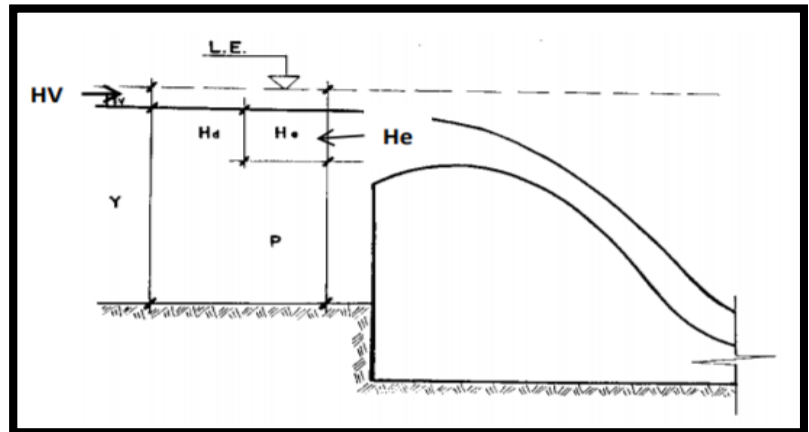


Figura 8: Velocidad de llegada al barraje.

Fuente: Diseño de barraje en ríos.

### 2.2.1.7 LONGITUD Y PROFUNDIDAD DE LA POZA DE DISIPACION DE ENERGIA

En la práctica no es usual considerar la longitud Total de la Poza la poza de disipación para controlar el Salto hidráulico. Esta inversión es sumamente cara. Se puede reforzar la salida aguas debajo de la poza y generar el Salto sumergido.

#### a. Calculo del Tirante Y1

$$E_o = E_1 + h_f$$

$$E_o + P + H_{do} + H_{vo} = E_{11} + y_{11} + H_{v1} + h_f$$

Asumir

$$V_o = 0$$

$$h_f = 0.1 (v_{\text{cresta}})^2 / 2g$$

$$Y_1 > 0.1, \text{ Continuidad.}$$

**b. Cálculo del Tirante Y2**

$$d2 = \frac{d1}{2}(-1 + \sqrt{1 + 8Fr1^2})$$

$$Fr1 = \frac{V}{\sqrt{GY1}}$$

$$L_{poza} = 5(y2 - y1)$$

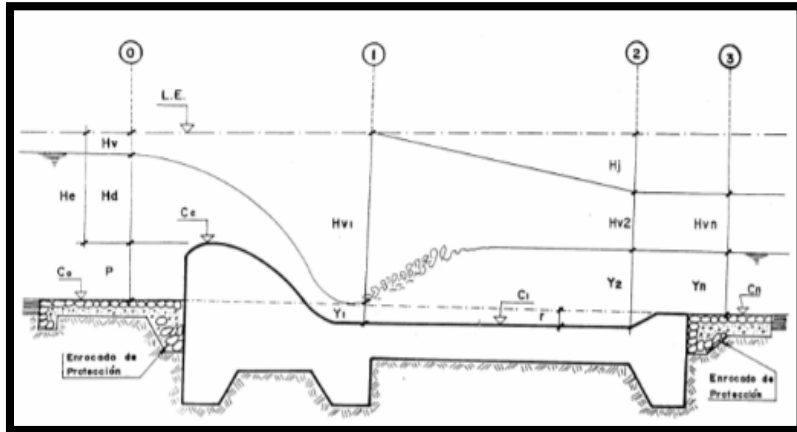


Figura 9: Longitud de la separación de la poza disipadora de energía.

Fuente: Salto hidráulico producido por el colchón disipador (aguas abajo), niveles de energía.

Para producir salto Hidráulico ahogado  $y2 < yn$  aguas debajo de la Poza de disipación.

No permitir que  $y2 > yn$  causa daños a la estructura, para evitar este caso bajar el nivel del piso de la Poza (r).

$$r = y2 - yn$$

r = profundidad del piso de la Poza.

**2.2.1.8 ALTURA DEL BARRAJE POR PROFUNDIDAD DE SOCAVACION (Ps)**

La profundidad de socavación que producirá la avenida máxima de diseño define la profundidad de cimentación de las estructuras.

Una de las expresiones propuestas es la de Lischtvav – Lebediev

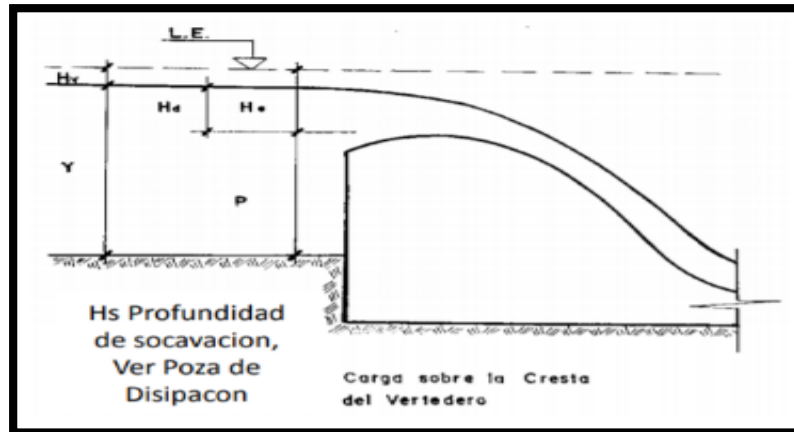


Figura 10: Altura del barraje por profundidad de socavación.

Fuente: Diseño de barraje en ríos.

$$ds = \left[ \frac{a * yo^{5/3}}{0.68 * Dn^{0.28} * \beta} \right]^{1/(1+X)}$$

$$a = \frac{Q}{yo^{5/3} * B * u}$$

Donde:

$$Ps = ds - yo$$

$Ps$  = Profundidad de socavación,

$ds$  = Profundidad después de producirse la socavación,

$yo$  = tirante Normal de agua,

$B$  = Ancho efectivo en la sección,

$u$  = Coeficiente por efecto de contracción de los estribos.

$Dn$  = Diámetro medio de las partículas en mm,

$\beta$  = Coeficiente que toma en cuenta el período de retorno con que se presenta el gasto de diseño.

$x$  = Exponente que depende de  $Dm$ . en mm.

### 2.2.1.9 ALTURA DEL BARRAJE POR PROFUNDIDAD DE SOCAVACION

Cuadro 1: Coeficiente de contracción  $u$ .

Velocidad Media en la Sección En m/s	Longitud libre entre pilas en m.							
	10	18	25	30	52	63	106	200
Menor de 1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.00	0.96	0.98	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00
1.50	0.94	0.97	0.98	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00
2.00	0.93	0.96	0.97	0.98	0.99	0.99	0.99	1.00
2.50	0.90	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99	0.99	1.00
3.00	0.89	0.94	0.96	0.96	0.98	0.98	0.99	0.99
3.50	0.87	0.93	0.95	0.96	0.98	0.98	0.99	0.99
4.00 o mayor	0.85	0.92	0.94	0.95	0.97	0.98	0.99	0.99

Fuente: Diseño de barrage en ríos.

Cuadro 2: Valores de  $X$  para suelos no cohesivos.

Dm. En mm.	$X$	Dm. En mm.	$X$
0.05	0.43	40.00	0.30
0.15	0.42	60.00	0.29
0.50	0.41	90.00	0.28
1.00	0.40	140.00	0.27
1.50	0.39	190.00	0.26
2.50	0.38	250.00	0.25
4.00	0.37	310.00	0.24
6.00	0.36	370.00	0.23
8.00	0.35	450.00	0.22
10.00	0.34	570.00	0.21
15.00	0.33	750.00	0.20
20.00	0.32	1000.00	0.19
25.00	0.31		

Fuente: Diseño de barrage en ríos.

Cuadro 3: Valores del coeficiente B.

<b>Periodo de Retorno en años</b>	<b>Coeficiente</b>
1	0.77
2	0.82
5	0.86
10	0.9
20	0.94
50	0.97
100	1.00
500	1.05
1000	1.07

Fuente: Diseño de barrage en ríos.

### 2.2.2 LECHO GRANULAR O CAUCE GRANULAR

Se basa en la capacidad de retención de sólidos en el seno o volumen del lecho filtrante, aunque también puede darse eliminación superficial simultáneamente.

### 2.2.3 CAUDAL

Como definición general, se conoce como caudal, a la cantidad de fluido que circula a través de una sección de un ducto, ya sea tubería, cañería, oleoducto, río, canal, por unidad de tiempo. Generalmente, el caudal se identifica con el flujo volumétrico o volumen que pasa por un área determinada en una unidad de tiempo específica.

El caudal de un río puede aumentar o disminuir dependiendo de la estación del año, por ejemplo, los ríos que se alimentan principalmente del deshielo de las capas de nieve, aumentan su caudal, mientras que ríos cuya agua procede de las precipitaciones, presentan niveles máximos de caudal en épocas de lluvias y niveles mínimos en las estaciones o meses más secos. Es por esto que, si la fuente hídrica se localiza en zonas con altos índices de precipitación a lo largo del año, el caudal será constante y regular y si se localiza en zonas donde la precipitación sea irregular, sufrirá fuertes crecidas en las épocas de

lluvia y bajará su nivel de agua el resto del año; este fenómeno se conoce como estiaje

## 2.2.4 CANAL DE PROCESOS MORFOLÓGICOS

### 2.2.4.1 Los canales artificiales

Son todos aquellos construidos o desarrollados mediante el esfuerzo de la mano del hombre, tales como: canales de riego, de navegación, control de inundaciones, canales de centrales hidroeléctricas, alcantarillado pluvial, sanitario, canales de desborde, canaletas de madera, cunetas a lo largo de carreteras, cunetas de drenaje agrícola y canales de modelos construidos en el laboratorio. Los canales artificiales usualmente se diseñan conformas geométricas regulares (prismáticos), un canal construido con una sección transversal invariable y una pendiente de fondo constante se conoce como canal prismático (Rodríguez Ruiz, 2008). El término sección de canal se refiere a la sección transversal tomada en forma perpendicular a la



dirección del flujo (Fig. 1).

*Figura 1: Canal de procesos morfológicos –Universidad Privada Antenor Orrego.*

### 2.2.4.2 Secciones abiertas.

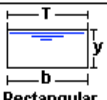
#### **Sección rectangular:**

Debido a que el rectángulo tiene lados verticales, por lo general se utiliza para canales construidos con materiales estables, acueductos de



madera, para canales excavados en roca y para canales revestidos.

Cuadro 4: Relaciones geométricas de las secciones transversales más frecuente.

Tipo de sección	Área A (m <sup>2</sup> )	Perímetro mojado P (m)	Radio hidráulico Rh (m)	Espejo de agua T (m)
 Rectangular	$by$	$b+2y$	$\frac{by}{b+2y}$	$b$

Fuente: *Criterios de Diseños de Obras Hidráulicas para la formulación de Proyectos Hidráulicos (2010)*

## 2.2.5 TRANSPORTE DE SEDIMENTO

El caudal varía según el régimen hidrológico de la cuenca, el perfil longitudinal y las secciones transversales del cauce no son fijos, y la rugosidad es un parámetro difícil de definir. Todo esto en conjunto, hace que los cálculos en hidráulica no sean del todo precisos. En cauces naturales se distinguen principalmente dos mecanismos de transporte de sedimentos:

- Transporte en suspensión.
- Arrastre de fondo.

La mayor o menor ocurrencia de estos mecanismos depende de una amplia gama de variables como:

Si analizamos el caso en el que el lecho está formado por materiales granulares, este estará constituido por una serie de partículas sueltas de diversos tamaños, estos ríos son de origen aluvial (Martín Vide, 2003). De igual manera puede presentarse el caso en el que el lecho este conformado por roca, que no debe ser considerado inmóvil sino más bien de transporte lento puesto que ofrece mayor resistencia a la erosión fluvial. Por otro lado, están los lechos cohesivos que se caracterizan principalmente porque al suceder una erosión de fondo, el nuevo fondo generado ya no es cohesivo sino se presentará granular. Las partículas que conforman este lecho (arcillas, limos) se localizan adheridas unas

contra otras, y el movimiento de sólidos se verá afectado por una fuerza adicional llamada fuerza de cohesión, de la cual carecen los materiales granulares (Rocha Felices, 1998). Los sedimentos cohesivos, luego del proceso de erosión, adquieren un comportamiento no cohesivo (arena, grava), llegando incluso a distorsionarse el lecho por acción del flujo, como consecuencia de las fuerzas que actúan promoviendo así el transporte, arrastre y sedimentación de materiales, volviéndose un proceso interactivo sumamente complejo. Existe una gran cantidad de parámetros que de manera directa o indirecta pueden influir sobre la formación del lecho, a continuación, se indican los más importantes:

- Pendiente del lecho
- Profundidad
- La velocidad de flujo
- Tamaño del sedimento
- Velocidad de asentamiento de la partícula

Es así que se puede mencionar que la carga de sedimentos es el material transportado, y está formada por la carga de lecho y la carga de suspensión. El movimiento de la carga de lecho es la denominación que se le da al transporte de un determinado tipo de material ya sea este limo, arena, grava, cantos rodados, entre otros, en ríos y corrientes aluviales (Chanson, 2004).

### **2.2.6 PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS SEDIMENTOS**

Las características que definen los procesos de suspensión, transporte y posterior depositación del sedimento, dependen no sólo de las condiciones del flujo sino también de las propiedades del sedimento, por lo cual es necesario su estudio. Las propiedades individuales de las partículas de lecho granular que más importancia tienen en hidráulica fluvial son: Tamaño y Forma, Composición Mineralógica, Peso

Específico y Velocidad de Caída. Estas propiedades se refieren a las partículas individuales y no al conjunto de ellas, como es el caso de la porosidad o el peso específico aparente. (Rocha Felices, 1998).

### **2.2.7 TAMAÑO**

Como fue descrito por Martín Vide (2003), el tamaño de una partícula de sedimentos es su característica más importante y de allí que en la mayoría de los casos de estudio relacionados con los procesos de transporte de sedimentos, el tamaño, es la única propiedad que se toma en cuenta para caracterizar la partícula de sedimento. Más aun, cuando la forma, la densidad y la distribución granulométrica son semejantes, se podría considerar que la variación del tamaño define la variación del comportamiento del sedimento. Es importante señalar que en función del tamaño o escala de las partículas se pueden caracterizar distintas propiedades de las mismas como se observa en el cuadro 5.


Cuadro 5: Propiedades aproximadas de los sedimentos.

Nombre de Clase	Diámetro	Ángulo de Reposo	Esfuerzo cortante crítico	Velocidad cortante crítica	Velocidad de sedimentación
	$d_s$	$\Phi$	$(\tau_c)_c$	$V_{c_c}$	$\omega_0$
	(mm)	(grados)	( $N/m^2$ )	(m/s)	(mm/s)
<b>Rocas</b>					
Muy grande	>2048	42	1790	1.33	5430
Grande	>1024	42	895	0.94	3839
Mediano	>512	42	447	0.67	2715
Pequeño	>256	42	223	0.47	1919
<b>Rocas redondeadas</b>					
Grande	>128	42	111	0.33	1357
Pequeño	>64	41	53	0.23	959
<b>Gravas</b>					
Muy grueso	>32	40	26	0.16	678
Grueso	>16	38	12	0.11	479
Mediano	>8	36	5.7	0.074	338
Fino	>4	35	2.71	0.052	237
Muy fino	>2	33	1.26	0.036	164
<b>Arenas</b>					
Muy grueso	>1	32	0.47	0.0216	109
Grueso	>0.5	31	0.27	0.0164	66.4
Mediano	>0.25	30	0.194	0.0139	31.3
Fino	>0.125	30	0.145	0.012	10.1
Muy fino	>0.062	30	0.110	0.0105	2.66
<b>Limo</b>					
Grueso	>0.0331	30	0.083	0.0091	0.067
Mediano	>0.016	30	0.065	0.0080	0.167
Fino	>0.008		Material Cohesivo		0.042
Muy fino	>0.004				0.01
<b>Arcilla</b>					
Grueso	>0.0020				$2.6 \times 10^{-3}$
Mediano	>0.0010				$6.5 \times 10^{-4}$
Fino	>0.0005				$1.63 \times 10^{-4}$
Muy fino	>0.00024				$4.1 \times 10^{-5}$

Fuente: Julien, P. Y. (2002). River Mechanics

En el cuadro 6, tomado de la clasificación de Rouse se presenta de una manera clara lo que se define como arena, grava, suelos granulares y suelos cohesivos que resulta de gran utilidad en el transporte de sedimentos.

Cuadro 6: Clasificación de sedimentos según su tamaño (Rouse).

	NOMBRE	TAMAÑO	TAMIZ
SUELOS GRANULARES	<b>Canto rodado</b>		
	- Muy grande	4 m – 2 m	
	- Grande	2 m – 1 m	
	- Mediano	1 m – 0.5 m	
	- Pequeño	0.5 m – 0.25 m	
	<b>Gujarro</b>		
	- Grande	256 mm – 128 mm	
	- Pequeño	128 mm – 64 mm	
	<b>Grava</b>		
	- Muy gruesa	64 mm – 32 mm	Pasa el tamiz 3" y es retenido por el tamiz No. 4
- Gruesa	32 mm – 16 mm		
- Mediana	16 mm – 8 mm		
- Fina	8 mm – 4 mm		
- Muy fina	4 mm – 2 mm		
<b>Arena</b>			
 - Muy gruesa	2 mm – 1 mm	Pasa el tamiz No. 4 y es retenido por el tamiz No. 200	
- Gruesa	1 mm – 1/2 mm		
- Mediana	1/2 mm – 1/4 mm		
- Fina	1/4 mm – 1/8 mm		
SUELOS COHESIVOS	<b>Limo</b>	1/16 mm – 1/256 mm	Pasa tamiz No. 200
	<b>Arcilla</b>	1/256 mm – 1/4096 mm	Pasa tamiz No. 200

Fuente: Memorias, Especialización en recursos hidráulicos y medio ambiente, hidráulica fluvial.

## 2.2.8 DIÁMETRO DEL TAMIZ

Conocido también como diámetro de cribado, y en general es el más usado por la simplicidad en su determinación, es la apertura mínima de una malla de tamiz a través de la cual pasa la partícula en una distribución granulométrica. Las mallas o tamices se denominan de acuerdo al tamaño del agujero. El sistema de nomenclatura de mallas más corriente es el US Standar. El número del tamiz indica la cantidad de agujeros por pulgada de longitud de la malla; por ejemplo, la malla 200 tiene 200 agujeros por pulgada de longitud. Algunos de los tamices más corrientes que se emplean se dan en el cuadro 7.

*Cuadro 7: Numeración de tamices Sistema U.S. Estándar.*

Tamaños nominales de apertura	
mm	ASTM
80	(3")
63	(2 ½")
50	(2")
40	(1 ½")
25	(1")
20	(¾")
12,5	(½")
10	(⅜")
6,3	(¼")
5	(N° 4)
2,5	(N° 8)
2,0	(N° 10)
1,25	(N° 16)
0,630	(N° 30)
0,315	(N° 50)
0,160	(N° 100)
0,080	(N° 200)

*Fuente: Boletín Vías, Unal-Manizale*

## 2.2.9 GRANULOMETRÍA

Los materiales de fondo cuando se encuentran en condiciones naturales, tienden a poseer una distribución de tamaños asimétrica. En general la manera de establecer una distribución de tamaños de partículas se logra pasando el conjunto de partículas por tamices de diferentes tamaños, y obtener el peso de las partículas que pasan por un determinado tamiz y son retenidas por el siguiente. Los resultados se grafican en una curva de porcentajes de pesos acumulados versus diámetros de tamices obteniendo la “Curva Granulométrica”, que es la representación o caracterización de la distribución de tamaños que presenta un conjunto de partículas de sedimento. (Martin Vide, 2003).

El análisis granulométrico en los cauces se realiza con dos objetivos complementarios que son la determinación de la rugosidad del cauce asociada a la gradación de los sedimentos presentes en el lecho y la distribución granulométrica del material transportado y disponible según las muestras recopiladas en los aforos sólidos. Esto último se hace para establecer y calibrar modelos de transporte de sedimentos que mejor se ajustan a las condiciones medidas en campo durante campañas de aforo.

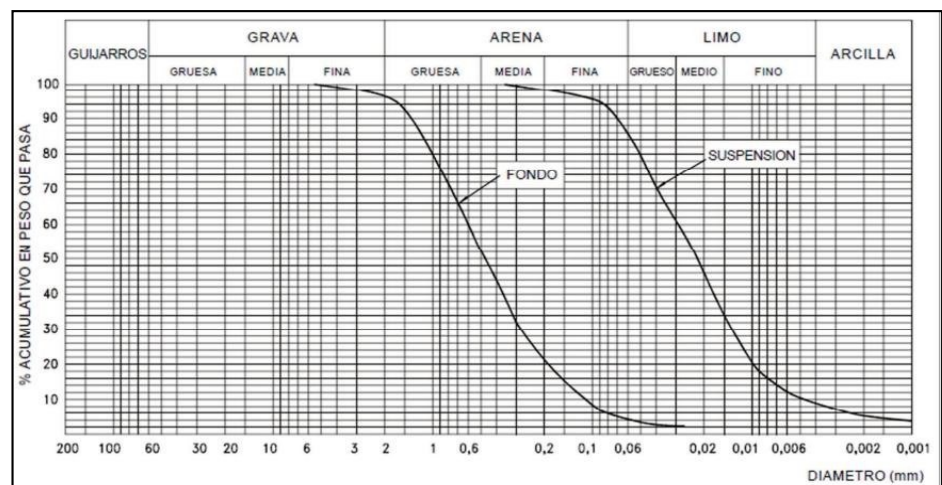


Figura 11: Curva granulométrica.

Fuente: Rocha Felices, A. (1998)

### **2.2.10 FORMA DE LA PARTÍCULA**

Es una característica que determina el modo del movimiento de la partícula (granos de forma aplanada, en el lecho, difícilmente se mueven por rotación, pero sí se desplazan fácilmente o, eventualmente pueden saltar). Normalmente se define a través de la redondez, esfericidad y el factor de forma.

#### **a. Redondez**

Se define por la relación entre el radio medio de las aristas y esquinas de la partícula y el radio de la circunferencia inscrita en la máxima área proyectada de la partícula. Es una característica muy importante en los estudios de abrasión.

#### **b. Esfericidad**

Es la relación entre el área superficial de una esfera de volumen equivalente a la de la partícula y el área superficial de la partícula.

### **2.2.11 DENSIDAD**

Para una partícula sólida, es la relación entre la masa que posee la partícula y su volumen.

#### **a. Peso específico**

Una de las principales propiedades de la partícula individual es su peso específico, el cual corresponde al peso por unidad de volumen de sólido, y se obtiene del producto de la densidad de masa por la aceleración de la gravedad. Generalmente los cauces naturales están formados por partículas provenientes de la meteorización de rocas y minerales cuyo peso específico tiene poca variación. Un valor medio es 2.65 gr/cm<sup>3</sup>.



$$\gamma_s = \frac{P}{V}$$

$$\gamma_s = g \cdot P_s$$

Dónde:

$\gamma_s$  = Peso específico de la partícula

P = Peso de la partícula

g = Aceleración de gravedad

### **b. Peso específico relativo**

Es el cociente o proporción entre el peso específico de la partícula sólida y el peso específico del agua. Es importante señalar que este corresponde a un valor adimensional.

$$\text{Pesos específico relativo} = \frac{\gamma_s}{\gamma}$$

Dónde:

$\gamma_s$  = Peso específico de la partícula

$\gamma$  = Peso específico del agua

### **c. Peso específico sumergido**

De acuerdo con el principio de Arquímedes se afirma que el peso específico de una partícula sumergida en agua es igual a la diferencia entre el peso específico de la partícula sólida y del agua.

$$\gamma_{sum.} = \gamma_s - \gamma$$

Se denomina peso específico relativo del material sólido sumergido a la relación

$$\Delta = \frac{\gamma_s - \gamma}{\gamma}$$

## **2.2.12 SOFTWARE**

### **2.2.12.1 Modelo Iber:**

Iber es un software de modelamiento hidráulico matemático bidimensional, su módulo hidrodinámico resuelve las ecuaciones del flujo en lámina libre para aguas poco profundas mediante ecuaciones de St. Venant 2D. Además de esto, tanto en el módulo hidrodinámico como en el de turbulencia y el de sedimentos, se resuelven las ecuaciones en forma integral por el método de volúmenes finitos en una malla no-estructurada, con todas las ventajas que ello conlleva.

## **2.3 HIPÓTESIS:**

### **2.3.1 Hipótesis General**

Si realizamos el estudio experimental en cauce granular de barrajes entonces podremos observar que el barraje de perfil tipo Creager tiene mejor comportamiento hidráulico en el proceso de erosión y sedimentación que el barraje de perfil tipo indio.

## **2.4 VARIABLES**

### **2.4.1 Variable Independiente (V1):**

- Caudal
- Material granular
- Forma de barraje

### **2.4.2 Variable Dependiente (V2):**

- Erosión y Sedimentación.

## 2.5 OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE

Tabla 1: Operacionalización de variables.

<u>VARIABLE</u>	<u>DIMENSION</u>	<u>INDICADOR</u>	<u>UNIDAD</u>	<u>INSTRUMENTO</u>
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>				
(V1):	CAUDAL	-CAUDAL DE ENSAYO	M3/S	VERTEDERO TRIANGULAR
CAUDAL	DIÁMETRO	-TAMAÑO DEL MATERIAL GRANULAR	MM	TAMIZ
MATERIAL GRANULAR	VERTICAL E INCLINADO	-PERFIL DEL BARRAJE	ÁNGULO	TRANSPORTADOR
FORMA DE BARRAJE				
<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>				
(V2):	ÁREA		M2	WINCHA
EROSIÓN Y SEDIMENTACIÓN	VOLUMEN	EROSIÓN SEDIMENTACIÓN	M3	WINCHA

Fuente: Propia.

## **CAPITULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN, ENFOQUE Y ALCANCE O NIVEL**

#### **3.1.1 Tipo de Investigación**

Es de tipo experimental, en primer lugar, se hace una presentación de la instrumentación empleada, detallando a continuación la instalación en la que se han desarrollado el experimento: El laboratorio de hidráulica en la facultad de ingeniería, pabellón “G”, aula GSS-102 de la Universidad Privada Antenor Orrego. Antes de comenzar con el análisis experimental, es importante en este punto constatar que la utilización del canal morfológico y las estructuras de barraje tipo perfil indio y Creager constituye en sí una aportación importante de esta Tesis de titulación.

#### **3.1.2 Enfoque del Estudio**

Enfoque Cuantitativo, ya que usa la recolección de datos para demostrar o probar la hipótesis planteada en base, estudio experimental, medición numérica y el análisis estadístico para establecer patrones de comportamiento hidráulico.

#### **3.1.3 Alcance**

El proyecto de investigación busca analizar el mejor comportamiento hidráulico del proceso de erosión y sedimentación en un cauce de suelos granular de tipos de barrajes con perfil tipo indio y Creager en el canal de procesos morfológicos -Upao.

#### **3.1.4 Población y Muestra**

Estará dado por el número de ensayos realizados: En total se realizarán 30 ensayos para que de esta manera poder tomar una mejor toma de datos.

#### **3.1.5 Canal de procesos morfológicos.**

El canal de procesos morfológicos es un canal de sección rectangular con unas dimensiones de 0.42 m de ancho x 0.40 m de profundidad una longitud

total de 3.30 m y 1.10 m de longitud cada cuerpo la longitud total del canal es de 2.80 m y una poza receptora de agua de 0.50 m. la pendiente de este canal es cero, las paredes y la base están hechas de vidrio templado de 5 mm la estructura principal es de acero fundido (ángulo y tee de ½")

El canal de procesos morfológicos se encuentra ubicado en la Universidad Privada Antenor Orrego (UPAO) cuenta en el laboratorio de hidráulica ubicado en el pabellón G aula GSS – 102.

El laboratorio permite realizar los experimentos prácticos de los principios básicos del fluido dinámico y fluido más importantes.

Los principales instrumentos a utilizar son:



*Figura 12:* Canal de procesos morfológicos –Universidad Privada Antenor Orrego.

*Fuente: Propia.*

### **3.1.5.1 La pendiente**

La pendiente en el canal de procesos morfológicos de la Universidad Privada Antenor Orrego (UPAO), es cero (0%).

## **3.2 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

### **3.2.1 Instrumentos de medición.**

#### **a. Cinta Métrica.**

Este instrumento es utilizado para medir distancias, los cuales serán de gran utilidad para el procesamiento de datos.

La cinta métrica utilizada será transparente y metálica (wincha) la cual su unidad de medida son los milímetros (mm) esto nos ayuda a realizar una mejor toma de datos con menos errores.

Se empleará para la verificación del área en la erosión y la sedimentación del material granular en el canal de procesos morfológicos de la Upao.



*Figura 13: Cinta métrica.*

*Fuente: Propia.*

Las técnicas utilizadas en el desarrollo de esta tesis son:

- Realizar el estudio experimental del comportamiento hidráulico del proceso de erosión y sedimentación en un cauce de suelos granular de tipos barrajes de cara vertical e inclinada en el canal de procesos morfológicos - Upao.
- Toma de datos en el laboratorio de hidráulica de la Universidad Privada Antenor Orrego mediante formatos elaborados para los ensayos.
- Tamizar el material granular, así determinar una correcta granulometría que pase por el tamiz N° 8 y sea retenido en el tamiz N° 16.
- Para establecer un tamaño de partículas se logrará pasando el conjunto de partículas por tamices de diferentes tamaños, y obtener el tamaño y peso de las partículas que pasan por un determinado

diámetro de tamiz y son retenidas por el siguiente tamiz que será utilizado en el ensayo experimental. Los resultados se grafican en una curva de porcentajes de pesos acumulados versus diámetros de tamices obteniendo la “Curva Granulométrica”, que presenta un conjunto de partículas de sedimento. El suelo granular será extraído de las canteras, ríos, lechos, etc.

- Determinar las formulas empíricas del transporte de sedimentos en tipo de barrajes.
- Diseñar y construir los tipos de barraje con perfil tipo indio y Creager de concreto simple.
- Calibrar el canal de procesos morfológicos para determinar el caudal mediante método del vertedero, método del flotador y aplicando Manning.
- Realizar diversos ensayos en total se prevé realizar 30 ensayos.
- Analizar el comportamiento hidráulico de cada ensayo y representarlo gráficamente.
- Realizar el modelamiento y simulación hidráulica para cada ensayo aplicando modelos matemáticos bidimensionales.
- Proponer la estructura que tenga el mejor comportamiento hidráulico para retener material granular.

### **3.3 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

Las técnicas y métodos utilizados para esta investigación son tablas, gráficos, cuadros y modelos de laboratorios. Los cuales ayudaran a comprender y analizar los datos obtenidos. Esta técnica facilitara a los alumnos investigadores a los fines de investigación de la línea de hidráulica o futuras investigaciones.



Tabla 2: toma de datos de prototipos con diferentes bombas, de 1 HP y 2HP.

<u>PROTOTIPO</u>	<u>CAUDAL</u>	<u>PENDIENTE</u>	<u>BOMBA</u>	<u>MATERIAL</u>	<u>N<sup>a</sup> DE ENSAYOS</u>
CREAGER	Q1	0	1 HP	GRANULAR	30
INDIO					30
CREAGER	Q2	0	2 HP	GRANULAR	30
INDIO					30

*Fuente: Propia.*

Donde:

Q1: Caudal experimental en el canal de procesos morfológicos con una bomba de agua de 1 HP.

Q2: Caudal experimental en el canal de procesos morfológicos con una bomba de agua de 2 HP.

### 3.4 CALCULO DE LA EXCENRICIDAD DE LOS PROTOTIPOS.

El cálculo de la excentricidad de los prototipos está dado por la variación geométrica de los ejes, correspondiente al eje de la base con el eje del prototipo.

#### 3.4.1 Prototipo Creager.

El vertedero tipo Creager es el más recomendado en cortinas de mampostería o concreto, donde la longitud del vertedor puede quedar alojado en el cuerpo de la estructura. Los cimacios tipo Creager se recomiendan su uso, respecto a vertedores de pared gruesa, ya que eliminan la turbulencia por carecer de aristas. Este tipo también es recomendado en cortinas de tierra donde el vertedor puede situarse en uno de los extremos de la boquilla.

El cálculo el grado de la excentricidad mediante la fórmula:

$$e = \frac{\sqrt{B}}{\sqrt{B - H}}$$

Donde:

- e : Es el grado de excentricidad.
- B : Longitud de la base del prototipo Creager.
- H : Altura del prototipo Creager.

### 3.4.2 Prototipo Indio.

El barraje tipo indio tiene un mejor comportamiento en quebrada de fuerte pendiente debido a que presenta un menor desgaste en épocas de máximas avenidas, además que no requiere un dissipador de energía ya que el enrocado acomodado se comporta como el lecho del río sin generar erosión aguas abajo.

El cálculo el grado de la excentricidad mediante la fórmula:

$$e = \frac{B/2}{L/2}$$

Donde:

e: Es el grado de excentricidad.

B: Longitud de la base del prototipo indio.

L: Largo del prototipo indio.

## 3.5 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE EQUIPOS EXPERIMENTALES

### 3.5.1 Prototipo Creager

Para el diseño del prototipo Creager se toma en cuenta las medidas del canal de procesos morfológicos ubicado en el laboratorio de hidráulica de la Universidad Privada Antenor Orrego (UPAO). Cuyas medidas del canal son 43 cm de ancho por 40 cm de altura.

Para la construcción del prototipo tipo Creager, se utilizó acrílico cristal de 4 mm de espesor para toda la estructura, las medidas del prototipo son:

Tabla 3: Dimensiones del prototipo Creager.

DIMENSIONES DEL PROTOTIPO CREAGER				
Nº	A (cm)	B (cm)	h (cm)	e (mm)
1	43	15	10	4
BASE		43 cm x 15 cm		

Fuente: Propia.

Donde:

A: Ancho del prototipo a emplear en el canal de procesos morfológicos.

B: Espesor de la base del prototipo a emplear en el canal de procesos morfológicos.

H: Altura del prototipo a usar.

E: Espesor del acrílico cristal.

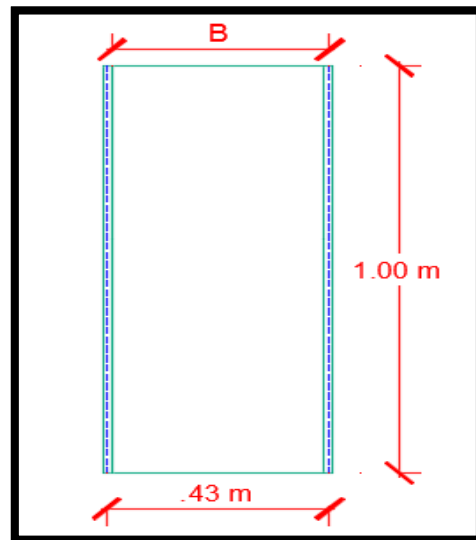


Figura 14: Vista de planta de la sección del canal de procesos morfológicos.

Fuente: Propia.

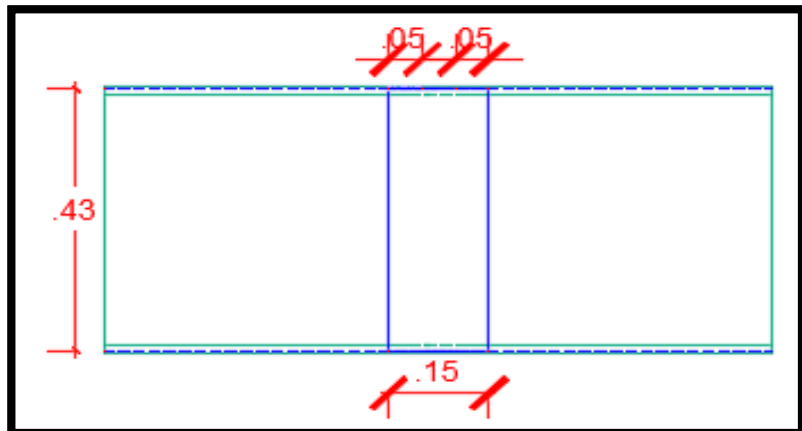


Figura 15: Vista de planta de la sección del prototipo.

Fuente: Propia.

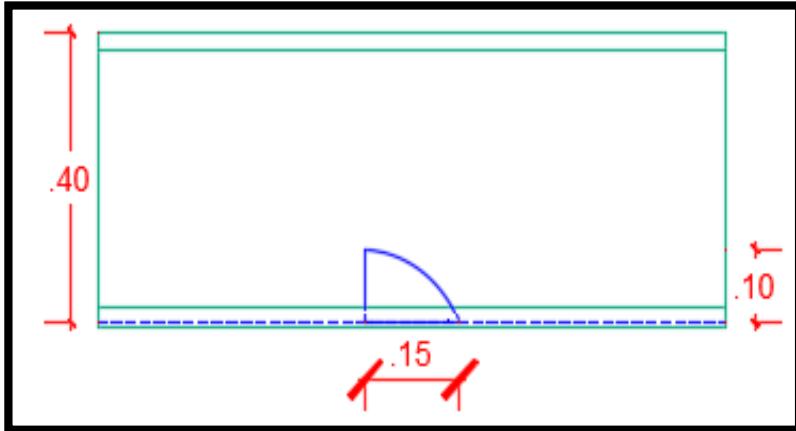


Figura 16: Vista de perfil de la sección del prototipo.

Fuente: Propia.

### 3.5.2 Prototipo Indio:

Para el diseño del prototipo indio se toma en cuenta las medidas del canal de procesos morfológicos ubicado en el laboratorio de hidráulica de la Universidad Privada Antenor Orrego (UPAO). Cuyas medidas del canal son 43 cm de ancho por 40 cm de altura.

Para la construcción del prototipo tipo indio, se utilizó acrílico cristal de 4 mm de espesor para toda la estructura, las medidas del prototipo son:

Tabla 4: Dimensiones del prototipo indio.

DIMENSIONES DEL PROTOTIPO INDIO					
N°	A (cm)	B (cm)	h (cm)	$\theta$ inclinación	e (mm)
1	43	15	10	27	4
BASE		43 cm x 15 cm			

Fuente: Propia.

Donde:

A: Ancho del prototipo a emplear en el canal de procesos morfológicos.

B: espesor de la base del prototipo a emplear en el canal de procesos morfológicos.

H: altura del prototipo a usar.

$\Theta$ : Angulo de inclinación de las paredes del prototipo.  
E: espesor del acrílico cristal.

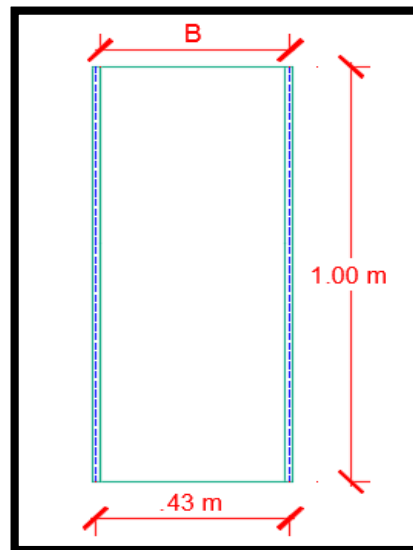


Figura 17: Vista de planta de la sección del canal de procesos morfológicos.

Fuente: Propia.

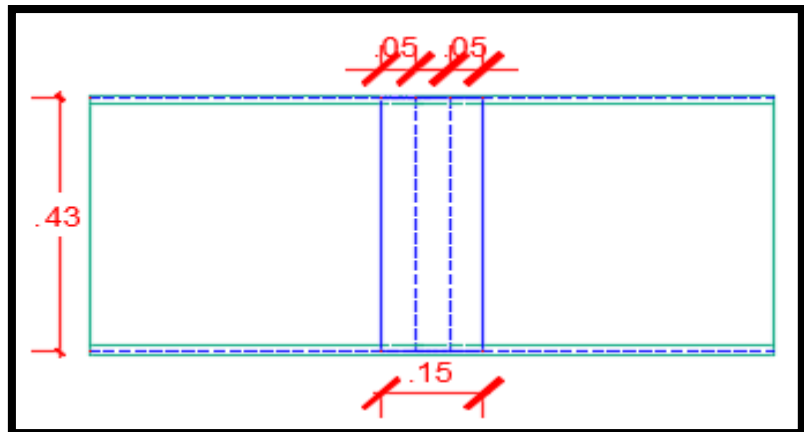
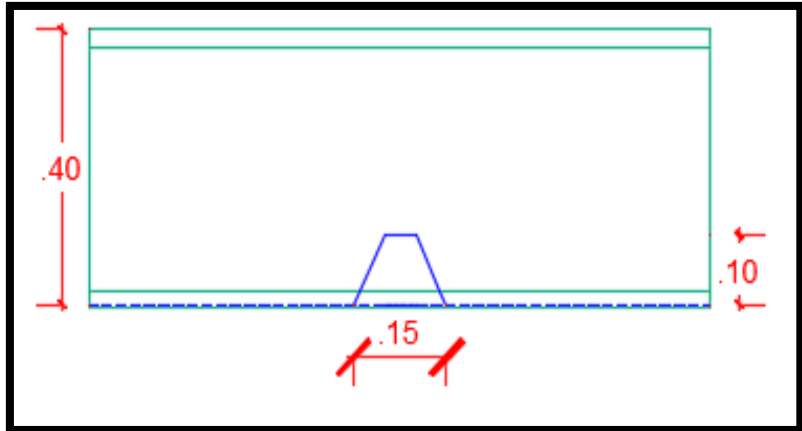


Figura 18: Vista de planta de la sección del prototipo.

Fuente: Propia.



*Figura 19: Vista de perfil de la sección del prototipo.*

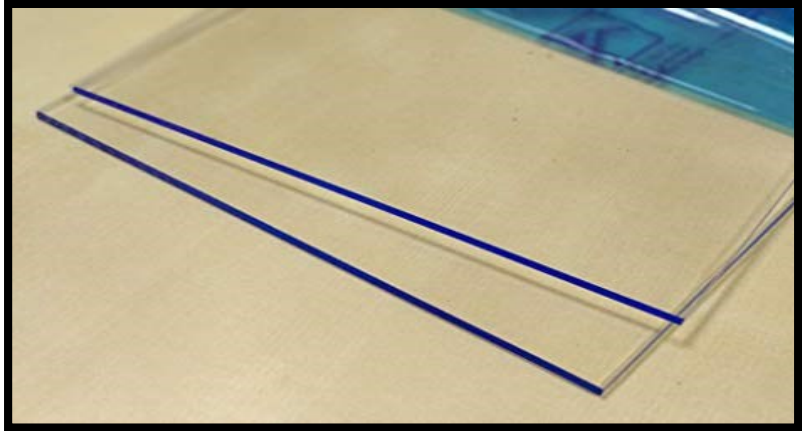
*Fuente: Propia.*

### 3.6 PROCESO CONSTRUCTIVO.

Para la construcción de los prototipos (Creager e indio) se siguió en procedimiento y se emplearon los siguientes materiales, además de tener el requerimiento adecuado de equipos de protección como guantes, mascarilla, y lentes de protección por el uso del pegamento (cloroformo) que es un material altamente toxico que se debe de utilizar en materiales abiertos y ventilados. Los materiales a utilizar para la construcción de los prototipos son:

- Acrílico cristal 4 mm.
- Cinta maskin.
- Cloroformo.
- Jeringa desechable de 10 ml más aguja verde.
- Pistola de silicona para ventana más silicona.
- Micro poroso espesor 5 mm.
- Lentes de protección.
- Mascarilla.

Antes de ensamblar el prototipo se debe de cortar el acrílico con cortador laser, para que las medidas de las piezas sean exactas.



*Figura 20: Proceso constructivo 1.*

*Fuente: Propia.*

Una vez cortadas las piezas se procede a unirlos con cinta maskin para generar estabilidad en la estructura del prototipo.



*Figura 21: Proceso constructivo 2.*

*Fuente: Propia.*

Una vez que la cinta maskin esta puesta en su lugar se procede aplicar cloroformo a través de la unión entre dos piezas y hacer una presión por unos 30 segundos esto generar la fundición química de las piezas entre sí. Se recomienda utilizar guantes y mascarilla para realizar el pegado.



*Figura 22: Proceso constructivo 3.*

*Fuente: Propia.*

Una vez que las piezas han sido pegadas se recomienda dejar secar por un promedio de 8 horas en ambientes abiertos y ventilados para que el cloroformo se evapore.



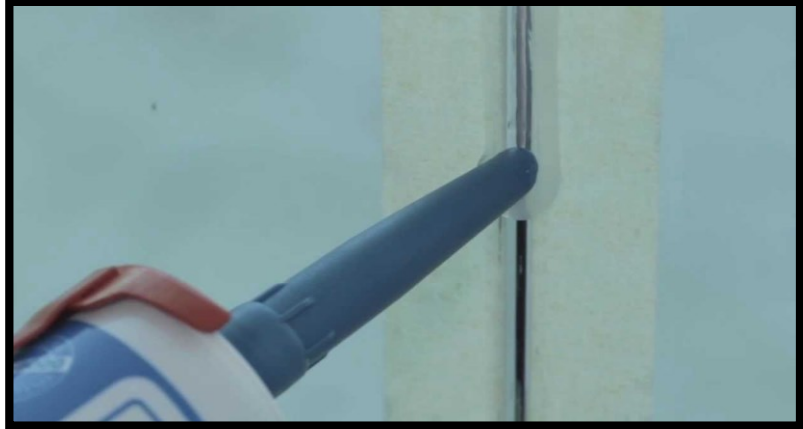
*Figura 23: Proceso constructivo 4.*

*Fuente: Propia.*

Cuando las piezas han sido secadas por 8 horas se aplica la silicona para ventana en la parte interior del prototipo, dejándolo secar por un promedio de 2 horas.

Finalmente se coloca la base del prototipo se repite el procedimiento anterior colocando cinta maskin para asegurar las piezas y luego aplicar el cloroformo con ayuda de una jeringa y una aguja verde.





*Figura 24: Proceso constructivo 5.*

*Fuente: Propia.*

Una vez que todas las piezas están ensambladas se procede a revisar si existen uniones no fundidas, en caso hubiera se soluciona aplicando un poco de cloroformo.

Finalmente, cuando estamos seguros que los prototipos están correctamente sellados, se procede a pegar una plancha de micro poroso de acuerdo a perfil del prototipo, esto evitara cualquier filtración de agua además evitara dañar las paredes del canal de procesos morfológicos.

### **3.7 PROCEDIMIENTOS EXPERIMENTALES CON LOS EQUIPOS**

#### **3.7.1 Alcances**

Los ensayos experimentales realizados en el laboratorio de hidráulica de la Universidad Privada Antenor Orrego (UPAO), fueron realizados en el canal de procesos morfológicos con diferentes caudales, gracias a la utilización de dos bombas de agua una de 1 HP y la otra de 2 HP, se trabajó a una pendiente constante.

Para la medición de los fenómenos de erosión y sedimentación se emplearon los instrumentos presentes en el laboratorio.

#### **3.7.2 Procedimientos**

Los procedimientos para realizar los ensayos fueron:

- Se instala el prototipo a una distancia de 2.20 m partiendo desde el tanque

- de salida de agua en dirección al fin del canal de procesos morfológicos.
- Se asegura el prototipo usando micro poroso de 5 mm. Colocando a cada extremo de las paredes laterales del prototipo.
  - Una vez asegurado el prototipo se procede a llenar el material granular en el canal de procesos morfológicos hasta una altura de 5 cm, para de esta manera poder observar el fenómeno en cada ensayo.
  - Se procede a prender la bomba, para que el agua pueda subir al canal de procesos morfológicos, se calcula un tiempo de 3 min para poder observar el fenómeno que sucede con el material granular.
  - Se empieza a tomar medidas del perfil de flujo en cada punto para de esta manera poder graficar el ensayo.
  - Una vez realizado el primer ensayo y haber observado el fenómeno de erosión y sedimentación, se vuelve a nivelar el material granular con ayuda de una regla de madera para poder seguir realizando los demás ensayos.
  - Una vez finalizado en número de ensayos se cambia de prototipo y se realiza los ensayos de similar manera hasta completar los ensayos.
  - Una vez haber concluido con el número total de ensayos con los dos prototipos (Creager e indio) se procede a cambiar la bomba de 1 HP a una bomba de agua de 2 HP con ayuda de los equipos y herramientas adecuadas.
  - Finalmente se repite el mismo procedimiento como con la bomba de agua de 1HP.
  - Se realiza el llenado de agua en el cilindro desde donde absorberá la bomba de agua para botar al canal de procesos morfológicos.
  - Se sube la llave cuchilla de la bomba para poder prender la bomba y esta pueda hacer pasar el agua.
  - Se empieza hacer el aforo del caudal por medio del método volumétrico con ayuda de un recipiente graduado y por medio del método del flotador.
  - Anotación de los datos de una manera ordenada y entendible.
  - Posteriormente realizar los cálculos en gabinete.

### 3.8 LINEA DE ENERGIA

Se entiende por línea de energía en hidráulica a la línea que representa, en un canal o en una tubería, la energía total de cada sección.

En el canal de procesos morfológicos se tomó los puntos al inicio eje y final del canal.

#### 3.8.1 Bomba de agua de 1HP

##### Perfil indio.

Tabla 5: Calculo de la línea de energía del perfil indio.

<u>Tramo</u>	<u>S(%)</u>	<u>Punto</u>	<u>CAUDAL</u>		<u>1.849</u>
			<u>Y(cm)</u>	<u>V(m/s)</u>	<u>Fr</u>
Y1		Salida	5.75	0.227	0.30233
Eje	0	Central	5.73	0.227	0.30286
Y10		Entrada	5.74	0.227	0.30260
Gravedad (m/s <sup>2</sup> )		9.81	PROTOTIPO INDIO		

Fuente: Propia

##### Perfil creager

Tabla 6: Calculo de la línea de energía del perfil Creager.

<u>Tramo</u>	<u>S(%)</u>	<u>Punto</u>	<u>CAUDAL</u>		<u>1.849</u>
			<u>Y(cm)</u>	<u>V(m/s)</u>	<u>Fr</u>
Y1		Salida	5.73	0.227	0.30293
Eje	0	Central	5.75	0.227	0.30242
Y10		Entrada	5.72	0.227	0.30316
Gravedad (m/s <sup>2</sup> )		9.81	PROTOTIPO CREAGER		

Fuente: Propia

Tabla 7: Línea de energía del perfil indio vs Creager.

<b><u>Δ ENERGIA(HE) (m) - BOMBA DE AGUA DE 1 HP</u></b>			
S (%)		0	
Tramo		Q (L/s)	1.849
		INDIO	CREAGER
Salida	Y1-EJE	2.02E-04	1.93E-04
Entrada	EJE-Y10	1.00E-04	2.79E-04

Fuente: Propia

### 3.8.2 Bomba de agua de 2 HP

#### Perfil indio.

Tabla 8: Calculo de la línea de energía del perfil indio.

<b><u>Tramo</u></b>	<b><u>S(%)</u></b>	<b><u>Punto</u></b>	<b><u>CAUDAL</u></b>		<b><u>2.441</u></b>
			<b><u>Y(cm)</u></b>	<b><u>V(m/s)</u></b>	<b><u>Fr</u></b>
Y1	0	Salida	6.86	0.257	0.31336
Eje	0	Central	6.96	0.257	0.31105
Y10	0	Entrada	6.90	0.257	0.31234
Gravedad (m/s <sup>2</sup> )		9.81	PROTOTIPO INDIO		

Fuente: Propia

#### Perfil creager

Tabla 9: Calculo de la línea de energía del perfil Creager.

<b><u>Tramo</u></b>	<b><u>S(%)</u></b>	<b><u>Punto</u></b>	<b><u>CAUDAL</u></b>		<b><u>2.441</u></b>
			<b><u>Y(cm)</u></b>	<b><u>V(m/s)</u></b>	<b><u>Fr</u></b>
Y1	0	Salida	6.91	0.257	0.31233
Eje	0	Central	6.90	0.257	0.31226
Y10	0	Entrada	6.86	0.257	0.31337
Gravedad (m/s <sup>2</sup> )		9.81	PROTOTIPO CREAGER		

Fuente: Propia

Tabla 10: Línea de energía del perfil indio vs Creager.

<b><u>Δ ENERGIA(HE) (m) - BOMBA DE AGUA DE 2 HP</u></b>			
S (%)		0	
Tramo		Q (L/s)	2.441
		INDIO	CREAGER
Salida	Y1-EJE	9.85E-04	9.01E-06
Entrada	EJE-Y10	5.73E-04	4.87E-04

Fuente: Propia

### 3.9 RESALTO HIDRAULICO

El resalto o salto hidráulico es un fenómeno local, que se presenta en el flujo rápidamente variado, el cual va siempre acompañado por un aumento súbito del tirante y una pérdida de energía bastante considerable (disipada principalmente como calor), en un tramo relativamente corto.

La transición, en movimiento permanente, de régimen rápido a lento se realiza con una gran disipación local de energía presentándose un frente abrupto muy turbulento conocido con el nombre de resalto hidráulico.

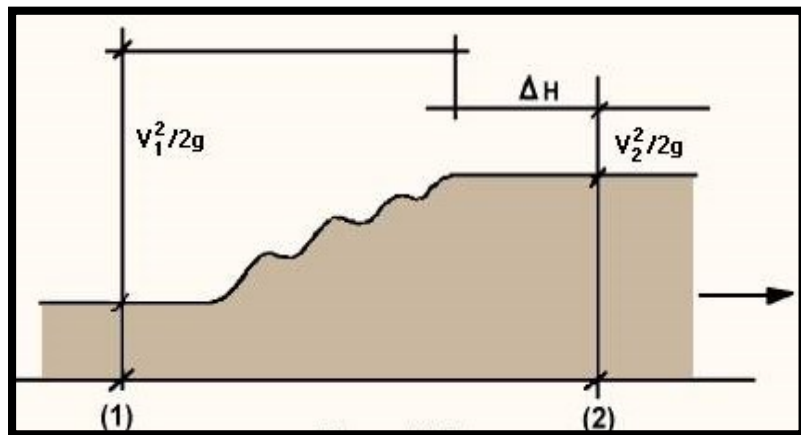


Figura 25: Resalto hidráulico en canales.

Fuente: Remanso hidráulico de canales.

Se considera la sección (1) en régimen rápido justo antes del resalto y la (2), ya en movimiento uniforme después del resalto, en régimen lento. En las secciones (1) y (2) puede suponerse una distribución hidrostática de presiones. La relación de calados resultante aguas arriba y abajo del resalto se obtiene de aplicar las ecuaciones de la cantidad de movimiento y de continuidad:

$$\frac{y_2}{y_1} = \frac{1}{2} \left( \sqrt{1 + 8F_1^2} - 1 \right) \quad (1)$$

Siendo:

$$F^2 = V^2 / (g \cdot y)$$

La longitud del resalto (L) no puede determinarse teóricamente, existiendo varias correlaciones experimentales. Aproximadamente, puede tomarse:

$$L = 6 \cdot (y_2 - y_1) \quad (2)$$

Experimentalmente se ha comprobado que el resalto se presenta para  $F > 3^{1/3}$ ; para  $F < 3^{1/3}$  el resalto es ondulado y su situación más estable se produce para

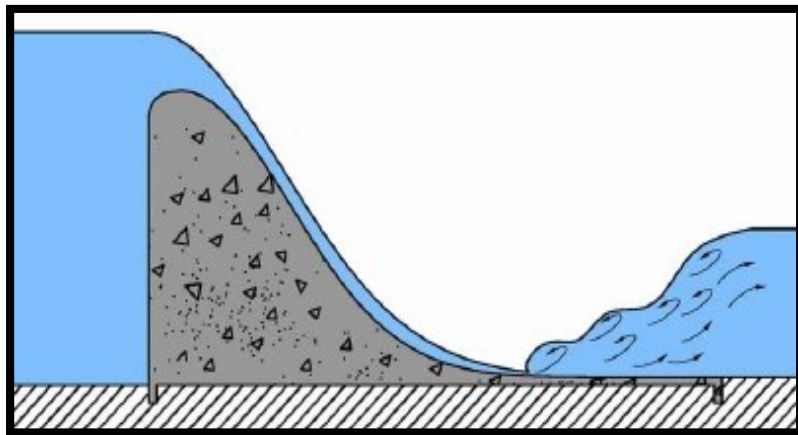


Figura 26: Remanso hidráulico del prototipo Creager.

Fuente: Remanso hidráulico de canales.

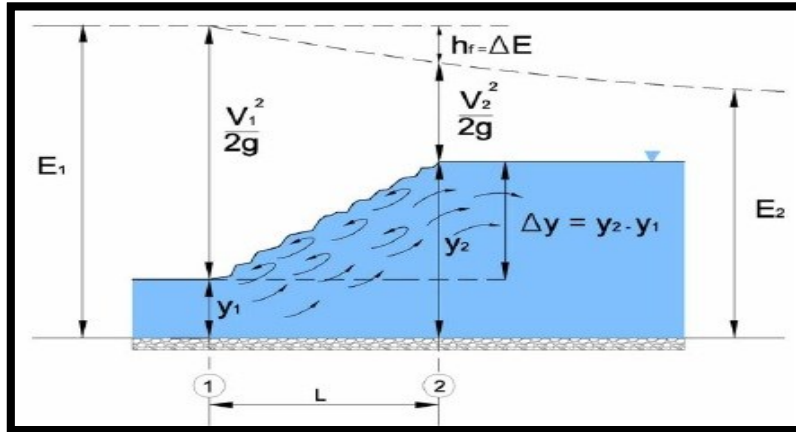


Figura 27: Elementos del resalto hidráulico.

*Remanso hidráulico de canales.*

Antes del resalto, cuando el agua escurre todavía en régimen rápido, predomina la energía cinética de la corriente, parte de la cual se transforma en calor (pérdida de energía útil) y parte en energía potencial (incremento del tirante); siendo esta la que predomina, después de efectuado el fenómeno. En la figura anterior, las secciones (1) y (2) marcan esquemáticamente el principio y el final del resalto. Los tirantes  $y_1$  y  $y_2$  con que escurre el agua antes y después del mismo se llaman tirantes conjugados. Dónde:

$y_2$  = tirante conjugado mayor.

$y_1$  = tirante conjugado menor.

La diferencia:  $y_2 - y_1$  es la altura del resalto y  $L$  su longitud; existen muchos criterios para encontrar este último valor.

$E_1$  es la energía específica antes del resalto y  $E_2$  la que posee la corriente después de él. Se observa que en (2) la energía específica es menor que en (1) debido a las fuertes pérdidas de energía útil que el fenómeno ocasiona; esta pérdida se representa como:  $E_1 - E_2$ .

### **Usos del Resalto Hidráulico**

- Además de su mérito como disipador natural de energía, el resalto hidráulico tiene muchos otros usos prácticos, entre los cuales se pueden mencionar los siguientes:
- Prevención o confinamiento de la socavación aguas debajo de las estructuras hidráulicas donde es necesario disipar energía.
- Mezclado eficiente de fluidos o de sustancias químicas usadas en la purificación de aguas, debido a la naturaleza fuertemente turbulenta del fenómeno.
- Incremento del caudal descargado por una compuerta deslizante al rechazar el retroceso del agua contra la compuerta. Esto aumenta la carga efectiva y con ella el caudal.
- La recuperación de carga aguas debajo de un aforador y mantenimiento de un nivel alto del agua en el canal de riego o de distribución del agua.



## **CAPITULO IV: RESULTADOS**

## **4.1 ENSAYO CON EQUIPOS**

### **4.1.1 Medición de caudales**

El primer paso para realizar los ensayos con los prototipos (Creager e indio) es identificar el caudal presente en el canal de procesos morfológicos, para esto se utilizó dos bombas de agua una de 1 HP y la otra de 2 HP, se realizó por dos métodos.

#### **4.1.1.1 Método volumétrico.**

Se emplea por lo general para caudales muy pequeños y se requiere de un recipiente para coleccionar el agua. El caudal resulta de dividir el volumen de agua que se recoge en el recipiente entre el tiempo que transcurre en coleccionar dicho volumen. Para tener una mayor exactitud se tomó 20 veces, para así tener una mayor exactitud en los resultados.

##### **Bomba de agua de 1 HP:**

La electrobomba periférica modelo PK, es un equipo fabricado con el más alto estándar de calidad a nivel mundial, este equipo tiene un funcionamiento más silencioso gracias a su nuevo acople eje-impulsor fabricado con el más alto nivel de calidad, adicionalmente tiene un considerable ahorro de consumo eléctrico en comparación a otras electrobombas.

##### **Usos y aplicaciones**

Por su confiabilidad, simplicidad en el uso y por su ventaja económica, son aptas para el uso doméstico y en particular para la distribución del agua, acoplada a tanques de presión, automatizadores de bombas de agua o tanques elevados, sus aplicaciones son óptimas en aplicaciones residenciales. Constituyen la bomba.

- La instalación se debe realizar en lugares cerrados o protegidos de la intemperie.
- Operación silenciosa y larga vida útil.

Tabla 11: Método volumétrico para el cálculo del caudal con bomba de 1 HP.

<b>METODO VOLUMETRICO</b>				
<b>S (%)</b>	<b>N° Ensayos</b>	<b>H (m)</b>	<b>D (m)</b>	<b>T (s)</b>
0	1	0.200	0.18	2.73
0	2	0.150	0.18	2.06
0	3	0.128	0.18	1.76
0	4	0.108	0.18	1.49
0	5	0.102	0.18	1.47
0	6	0.154	0.18	2.12
0	7	0.095	0.18	1.31
0	8	0.053	0.18	0.73
0	9	0.170	0.18	2.34
0	10	0.099	0.18	1.36
0	11	0.090	0.18	1.24
0	12	0.112	0.18	1.54
0	13	0.069	0.18	0.95
0	14	0.180	0.18	2.48
0	15	0.200	0.18	2.74
0	16	0.089	0.18	1.22
0	17	0.119	0.18	1.65
0	18	0.195	0.18	2.68
0	19	0.120	0.18	1.65
0	20	0.170	0.18	2.33

Fuente: Propia.

Tabla 12: Medición del método volumétrico con bomba de agua de 1 HP.

<b>METODO VOLUMETRICO</b>							
S (%)	N° Ensayos	H (m)	D (m)	T (s)	V (m3)	Q(m3/S)	$\bar{X}$
0	1	0.200	0.18	2.73	0.00509	0.00186419	0.00185853
	2	0.150	0.18	2.06	0.00382	0.00185288	
0	3	0.128	0.18	1.76	0.00326	0.00185063	0.00184752
	4	0.108	0.18	1.49	0.00275	0.00184442	
0	5	0.102	0.18	1.42	0.00260	0.00182782	0.00183813
	6	0.154	0.18	2.12	0.00392	0.00184845	
0	7	0.095	0.18	1.31	0.00242	0.00184533	0.00184640
	8	0.053	0.18	0.73	0.00135	0.00184746	
0	9	0.170	0.18	2.34	0.00433	0.00184865	0.00185049
	10	0.099	0.18	1.36	0.00252	0.00185233	
0	11	0.090	0.18	1.24	0.00229	0.00184690	0.00184876
	12	0.112	0.18	1.54	0.00285	0.00185063	
0	13	0.069	0.18	0.95	0.00176	0.00184819	0.00184755
	14	0.180	0.18	2.48	0.00458	0.00184690	
0	15	0.200	0.18	2.74	0.00509	0.00185738	0.00185685
	16	0.089	0.18	1.22	0.00226	0.00185632	
0	17	0.119	0.18	1.65	0.00303	0.00183521	0.00184335
	18	0.195	0.18	2.68	0.00496	0.00185149	
0	19	0.120	0.18	1.65	0.00305	0.00185063	0.00185361
	20	0.170	0.18	2.33	0.00433	0.00185659	

Fuente: Propia.

Donde:

H (m) = Altura del balde

D (m) = Diámetro del balde

Q (m3/s) = Caudal

T (s) = Tiempo

V (m3) = Volumen

#### **Bomba de agua de 2 HP:**

La electrobomba periférica modelo PK, es un equipo fabricado con el más alto estándar de calidad a nivel mundial, este equipo tiene un funcionamiento más silencioso gracias a su nuevo acople eje-impulsor fabricado con el más alto nivel de calidad, adicionalmente

tiene un considerable ahorro de consumo eléctrico en comparación a otras electrobombas.

### **Usos y aplicaciones**

Por su confiabilidad, simplicidad en el uso y por su ventaja económica, son aptas para el uso doméstico y en particular para la distribución del agua, acoplada a tanques de presión, automatizadores de bombas de agua o tanques elevados, sus aplicaciones son óptimas en aplicaciones residenciales. Constituyen la bomba.

- La instalación se debe realizar en lugares cerrados o protegidos de la intemperie.
- Operación silenciosa y larga vida útil.

Tabla 13: Método volumétrico para el cálculo del caudal con bomba de 2 HP.

<b>METODO VOLUMETRICO</b>				
<b>S (%)</b>	<b>N° Ensayos</b>	<b>H (m)</b>	<b>D (m)</b>	<b>T (s)</b>
0	1	0.200	0.18	2.17
0	2	0.125	0.18	1.29
0	3	0.100	0.18	1.05
0	4	0.185	0.18	1.91
0	5	0.136	0.18	1.42
0	6	0.102	0.18	1.08
0	7	0.107	0.18	1.03
0	8	0.195	0.18	2.13
0	9	0.080	0.18	0.83
0	10	0.095	0.18	0.97
0	11	0.170	0.18	1.75
0	12	0.187	0.18	1.97
0	13	0.200	0.18	2.14
0	14	0.112	0.18	1.17
0	15	0.078	0.18	0.81
0	16	0.140	0.18	1.45
0	17	0.089	0.18	0.93
0	18	0.200	0.18	2.12
0	19	0.173	0.18	1.81
0	20	0.132	0.18	1.37

Fuente: Propia.

Tabla 14: Medición del método volumétrico con bomba de agua de 2 HP.

<b>METODO VOLUMETRICO</b>							
<b>S (%)</b>	<b>N° Ensayos</b>	<b>H (m)</b>	<b>D (m)</b>	<b>T (s)</b>	<b>V (m3)</b>	<b>Q (m3/S)</b>	<b><math>\bar{X}</math></b>
<b>0</b>	1	0.200	0.18	2.11	0.00509	0.00241196	<b>0.00242001</b>
	2	0.125	0.18	1.31	0.00318	0.00242807	
<b>0</b>	3	0.100	0.18	1.05	0.00254	0.00242344	<b>0.00244406</b>
	4	0.185	0.18	1.91	0.00471	0.00246468	
<b>0</b>	5	0.136	0.18	1.42	0.00346	0.00243710	<b>0.00242017</b>
	6	0.102	0.18	1.08	0.00260	0.00240325	
<b>0</b>	7	0.107	0.18	1.03	0.00272	0.00264344	<b>0.00248651</b>
	8	0.195	0.18	2.13	0.00496	0.00232958	
<b>0</b>	9	0.080	0.18	0.83	0.00204	0.00245264	<b>0.00247239</b>
	10	0.095	0.18	0.97	0.00242	0.00249215	
<b>0</b>	11	0.170	0.18	1.75	0.00433	0.00247191	<b>0.00244368</b>
	12	0.187	0.18	1.97	0.00476	0.00241545	
<b>0</b>	13	0.200	0.18	2.14	0.00509	0.00237814	<b>0.00240701</b>
	14	0.112	0.18	1.17	0.00285	0.00243587	
<b>0</b>	15	0.078	0.18	0.81	0.00198	0.00245037	<b>0.00245362</b>
	16	0.140	0.18	1.45	0.00356	0.00245687	
<b>0</b>	17	0.089	0.18	0.93	0.00226	0.00243517	<b>0.00241787</b>
	18	0.200	0.18	2.12	0.00509	0.00240058	
<b>0</b>	19	0.173	0.18	1.81	0.00440	0.00243215	<b>0.00244195</b>
	20	0.132	0.18	1.37	0.00336	0.00245175	

Fuente: Propia.

Donde:

H (m) = Altura del balde

D (m) = Diámetro del balde

Q (m3/s) = Caudal

T (s) = Tiempo

V (m3) = Volumen

#### 4.1.1.2 Método del flotador

Este es un método para medir caudales de agua pequeños con mediana exactitud, en él se emplea una esfera de tecno por de 5 cm de diámetro. Conviene emplearlo más en arroyos de agua tranquila o canales de riego,

durante períodos de buen tiempo, pero si hay mucho viento y se altera la superficie del agua, el flotador puede no moverse a la velocidad normal.

### Bomba de agua de 1 hp

Tabla 15: Medición del método del flotador con bomba de agua de 1 HP.

<b>METODO DEL FLOTADOR</b>					
<b>S (%)</b>	<b>N° Ensayos</b>	<b>A (m)</b>	<b>L (m)</b>	<b>T (s)</b>	<b>QR (s)</b>
0	1	0.430	2.12	9.35	0.00187411
0	2	0.430	2.12	9.30	0.00188237
0	3	0.430	2.12	9.28	0.00188237
0	4	0.430	2.12	9.34	0.00187411
0	5	0.430	2.12	9.37	0.00186586
0	6	0.430	2.12	9.32	0.00187411
0	7	0.430	2.12	9.34	0.00187411
0	8	0.430	2.12	9.33	0.00187411
0	9	0.430	2.12	9.36	0.00186586
0	10	0.430	2.12	9.35	0.00187411
<b>PROMEDIO</b>			2.12	9.33	0.00187411

Fuente: Propia.

Donde:

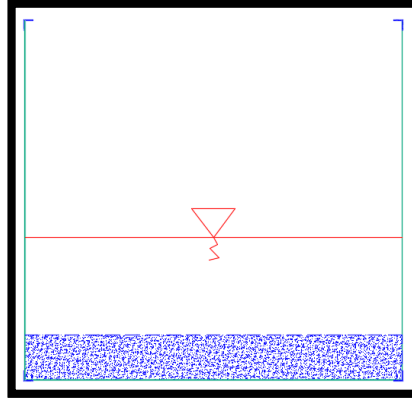
- A (m) = Ancho del canal
- L (m) = Longitud desde donde se ha colocado el flotador
- T (m<sup>3</sup>/s) = Tiempo que tarda la esfera de tenco por en transcurrir de un punto a otro
- QR (s) = Caudal real

#### 4.1.1.3 Formulas de Manning

La fórmula de Manning es una evolución de la fórmula de Chézy para el cálculo de la velocidad del agua en canales abiertos y tuberías, propuesta por el ingeniero irlandés Robert Manning en 1889.



**a. Calculo del área**



*Figura 28: Vista de perfil del canal de procesos morfológicos.*

*Fuente: Propia.*

Donde:

$$b = 0.43 \text{ m}$$

$$y = 0.024 \text{ m}$$

$$A = b \cdot y$$

$$A = 0.01032$$

**b. Calculo de la velocidad**

$$V = D/T$$

$$V = 0.227 \text{ m/seg}$$

**c. Calculo del caudal**

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0.0023439 \text{ m}^3/\text{seg}$$

**d. Calculo del caudal real**

Factor de rugosidad del material granular

$$u = 0.8$$

$$QR = Q \times U$$

$$QR = 0.00187411 \text{ m}^3/\text{seg}$$

**e. Calculo del perímetro mojado**

$$P = b + 2y$$

$$P = 0.4780 \text{ m}$$

**f. Cálculo del radio hidráulico**

$$R = by / (b + 2y)$$

$$R = 0.0216 \text{ m}$$

**Bomba de agua de 2 hp:**

Tabla 16: Medición del método del flotador con bomba de agua de 2 HP.

<b>METODO DEL FLOTADOR</b>					
<b>S (%)</b>	<b>N° Ensayos</b>	<b>A (m)</b>	<b>L (m)</b>	<b>T (s)</b>	<b>QR (s)</b>
0	1	0.430	2.60	10.11	0.00275131
0	2	0.430	2.60	10.08	0.00275131
0	3	0.430	2.60	10.07	0.00275131
0	4	0.430	2.60	10.20	0.00271932
0	5	0.430	2.60	10.06	0.00275131
0	6	0.430	2.60	10.09	0.00275131
0	7	0.430	2.60	9.98	0.00278330
0	8	0.430	2.60	10.15	0.00272998
0	9	0.430	2.60	10.21	0.00271932
0	10	0.430	2.60	10.19	0.00271932
<b>PROMEDIO</b>			2.60	10.11	0.00274278

Fuente: Propia

**a. Cálculo del área**

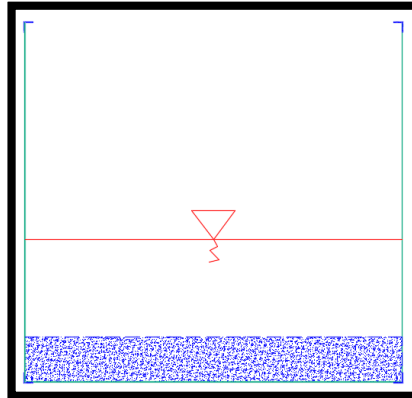


Figura 29: Vista de perfil del canal de procesos morfológicos.

Fuente: Propia.

Donde:

$$b = 0.43 \text{ m}$$

$$y = 0.031 \text{ m}$$

$$A = b \cdot y$$

$$A = 0.01333 \text{ m}^2$$

**b. Cálculo de la velocidad**

$$V = D/T$$

$$V = 0.257 \text{ m/seg}$$

**c. Cálculo del caudal**

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0.0034267 \text{ m}^3/\text{seg}$$

**d. Cálculo del caudal real**

**Factor de rugosidad del material granular**

$$u = 0.8$$

$$QR = Q \times U$$

$$QR = 0.00274278 \text{ m}^3/\text{seg}$$

**e. Cálculo del perímetro mojado**

$$P = b + 2y$$

$$P = 0.4920 \text{ m}$$

**f. Cálculo del radio hidráulico**

$$R = by / (b + 2y)$$

$$R = 0.0271 \text{ m}$$

### 4.1.1.3 Comparativo

#### Bomba de agua 1 HP

Tabla 17: Medición del método del flotador con bomba de agua de 1 HP.

S (%)	CAUDAL (L/s)		$\bar{X}$
	M. Volumétrico	M. Flotador	
0	1.859	1.874	1.866
0	1.848	1.882	1.865
0	1.838	1.882	1.860
0	1.846	1.874	1.860
0	1.850	1.866	1.858
0	1.849	1.874	1.861
0	1.848	1.874	1.861
0	1.857	1.874	1.865
0	1.843	1.866	1.855
0	1.854	1.874	1.864
<b>PROM</b>	<b>1.849</b>	1.874	1.862

Fuete: Propia.

*Nota: Se toma el caudal promedio del método volumétrico.*

## Bomba de agua 2 HP.

Tabla 18: Medición del método del flotador con bomba de agua de 2 HP.

S (%)	CAUDAL (L/s)		$\bar{X}$
	M. Volumétrico	M. Flotador	
0	2.420	2.751	2.586
0	2.444	2.751	2.598
0	2.420	2.751	2.586
0	2.487	2.719	2.603
0	2.472	2.751	2.612
0	2.444	2.751	2.597
0	2.407	2.783	2.595
0	2.454	2.730	2.592
0	2.418	2.719	2.569
0	2.442	2.719	2.581
<b>PROM</b>	<b>2.441</b>	2.743	2.592

Fuete: Propia.

*Nota: Se toma el caudal promedio del método volumétrico.*

### 4.1.2 Medición de caudales

El primer paso para realizar los ensayos con los prototipos es identificar el caudal presente en el canal de procesos morfológicos con una bomba de agua de 1HP, para realizar la medición se realizó por medio de dos métodos. Uno el método del flotados y el otro el método volumétrico, para lo cual se tomó como promedio el caudal volumétrico ya que más se ajusta al caudal real.

#### 4.1.2.1 Bomba de agua de 1 HP

##### a. Perfil Creager

Perfil utilizado para evacuar caudales de creciente, pues la forma especial de su cresta permite la máxima descarga al compararlo con otra forma de vertedores para igual altura de carga de agua.

Tabla 19: Primer ensayo con una bomba de agua de 1 HP.

<b>BARRAJE TIPO CREAGER</b>					
<b>Q (L/s)</b>	<b>1.849</b>		<b>Material Granular</b>	<b>Sedimentación y erosión</b>	<b>Perfil del Flujo</b>
<b>S% 0</b>	<b>PUNTO N°</b>	<b>EJE X</b>	<b>EJE Y1</b>	<b>EJE Y2</b>	<b>EJE Y3</b>
<b>X1</b>	<b>1</b>	0.00	4.00	4.00	6.80
<b>X2</b>	<b>2</b>	30.00	4.00	4.00	6.80
<b>X3</b>	<b>3</b>	40.00	4.00	4.00	6.80
<b>X4</b>	<b>4</b>	53.00	4.00	4.30	6.80
<b>X5</b>	<b>5</b>	60.00	4.00	5.00	7.00
<b>X6</b>	<b>6</b>	70.00	4.00	5.60	7.20
<b>X7</b>	<b>7</b>	72.00	4.00	5.78	7.25
<b>X8</b>	<b>8</b>	74.00	4.00	5.90	8.00
<b>X9</b>	<b>9</b>	76.00	4.00	5.95	8.18
<b>X10</b>	<b>10</b>	78.00	4.00	6.00	8.20
<b>X11</b>	<b>11</b>	81.25	4.00	4.50	8.05
<b>X12</b>	<b>12</b>	82.50	4.00	0.00	7.00
<b>X13</b>	<b>13</b>	84.00	4.00	0.00	5.70
<b>X14</b>	<b>14</b>	86.00	4.00	0.00	6.10
<b>X15</b>	<b>15</b>	88.00	4.00	0.00	6.50
<b>X16</b>	<b>16</b>	90.00	4.00	0.00	8.80
<b>X17</b>	<b>17</b>	91.00	4.00	0.00	9.40
<b>X18</b>	<b>18</b>	92.50	4.00	0.00	10.00
<b>X19</b>	<b>19</b>	93.00	4.00	0.00	10.40
<b>X20</b>	<b>20</b>	94.00	4.00	0.00	10.80
<b>X21</b>	<b>21</b>	95.00	4.00	0.00	11.10
<b>X22</b>	<b>22</b>	100.00	4.00	0.00	12.75
<b>X23</b>	<b>23</b>	101.00	4.00	0.00	13.05
<b>X24</b>	<b>24</b>	102.50	4.00	0.00	13.20
<b>X25</b>	<b>25</b>	103.00	4.00	0.00	13.35
<b>X26</b>	<b>26</b>	104.00	4.00	0.00	13.45
<b>X27</b>	<b>27</b>	105.00	4.00	0.00	13.50
<b>X28</b>	<b>28</b>	110.00	4.00	5.00	13.50
<b>X29</b>	<b>29</b>	120.00	4.00	5.00	13.50

Fuente: Propia.

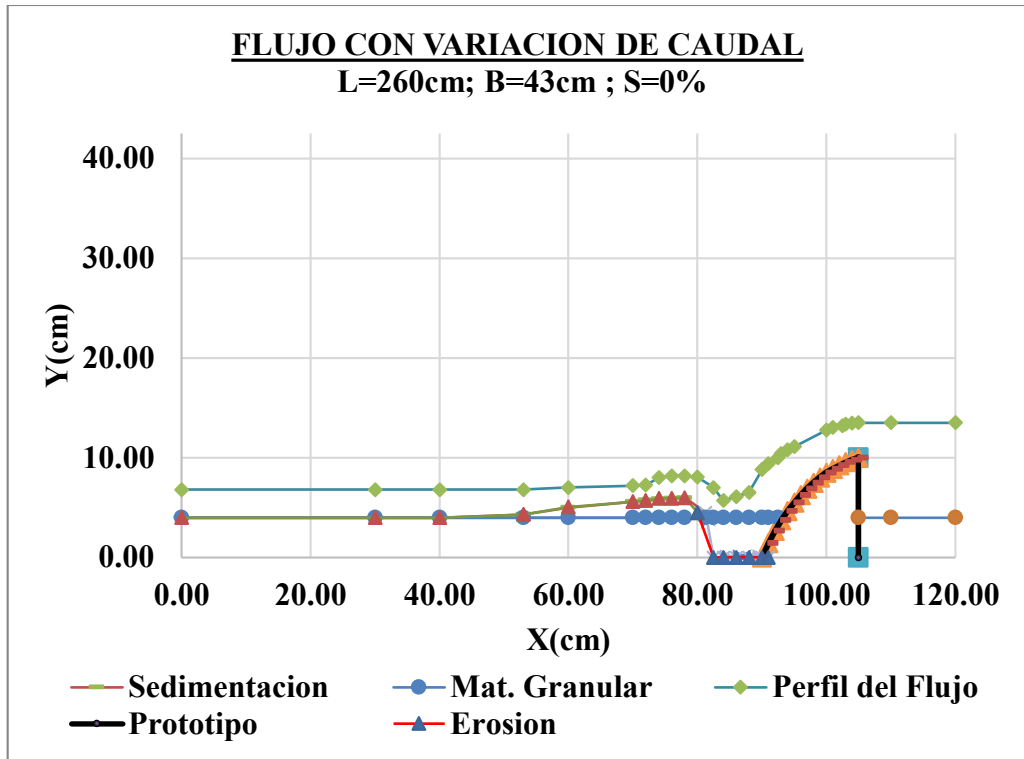


Grafico 1: Primer ensayo con una bomba de agua de 1 HP donde se observa la erosión y sedimentación.

Fuente: Propia.

Tabla 20: Volumen del cálculo de la erosión y sedimentación.

<u>VOLUMEN</u>	<u>EROSION</u>	<u>SEDIMENTACION</u>	
V-1	0.000215	0.000650	
V-2	0.001290	0.001300	
V-3	0.000108	0.000338	
V-4		0.000344	
V-5		0.000375	
V-6		0.000395	
V-7		0.000550	
<b>Σ</b>	<b>0.001613</b>	<b>0.001699</b>	<b>m3</b>

Fuente: Propia.

Tabla 21: Segundo ensayo con una bomba de agua de 1 HP.

<b><u>BARRAJE TIPO CREAGER</u></b>					
<b>Q (L/s)</b>	<b>1.849</b>		<b>Material Granular</b>	<b>Sedimentación y erosión</b>	<b>Perfil del Flujo</b>
<b>S% 0</b>	<b>PUNTO N°</b>	<b>EJE X</b>	<b>EJE Y1</b>	<b>EJE Y2</b>	<b>EJE Y3</b>
<b>X1</b>	<b>1</b>	0.00	4.00	4.00	6.80
<b>X2</b>	<b>2</b>	30.00	4.00	4.00	6.80
<b>X3</b>	<b>3</b>	40.00	4.00	4.00	6.80
<b>X4</b>	<b>4</b>	53.00	4.00	4.30	6.80
<b>X5</b>	<b>5</b>	60.00	4.00	5.05	7.00
<b>X6</b>	<b>6</b>	70.00	4.00	5.60	7.20
<b>X7</b>	<b>7</b>	72.00	4.00	5.70	7.25
<b>X8</b>	<b>8</b>	74.00	4.00	5.92	8.00
<b>X9</b>	<b>9</b>	76.00	4.00	5.95	8.18
<b>X10</b>	<b>10</b>	78.00	4.00	6.00	8.20
<b>X11</b>	<b>11</b>	80.00	4.00	4.50	8.05
<b>X12</b>	<b>12</b>	82.50	4.00	0.00	7.00
<b>X13</b>	<b>13</b>	84.00	4.00	0.00	5.70
<b>X14</b>	<b>14</b>	86.00	4.00	0.00	6.10
<b>X15</b>	<b>15</b>	88.00	4.00	0.00	6.50
<b>X16</b>	<b>16</b>	90.00	4.00	0.00	8.80
<b>X17</b>	<b>17</b>	91.00	4.00	0.00	9.40
<b>X18</b>	<b>18</b>	92.50	4.00	0.00	10.00
<b>X19</b>	<b>19</b>	93.00	4.00	0.00	10.40
<b>X20</b>	<b>20</b>	94.00	4.00	0.00	10.80
<b>X21</b>	<b>21</b>	95.00	4.00	0.00	11.10
<b>X22</b>	<b>22</b>	100.00	4.00	0.00	12.75
<b>X23</b>	<b>23</b>	101.00	4.00	0.00	13.05
<b>X24</b>	<b>24</b>	102.50	4.00	0.00	13.20
<b>X25</b>	<b>25</b>	103.00	4.00	0.00	13.35
<b>X26</b>	<b>26</b>	104.00	4.00	0.00	13.45
<b>X27</b>	<b>27</b>	105.00	4.00	0.00	13.51
<b>X28</b>	<b>28</b>	110.00	4.00	5.00	13.51
<b>X29</b>	<b>29</b>	120.00	4.00	5.00	13.51

Fuente: Propia.



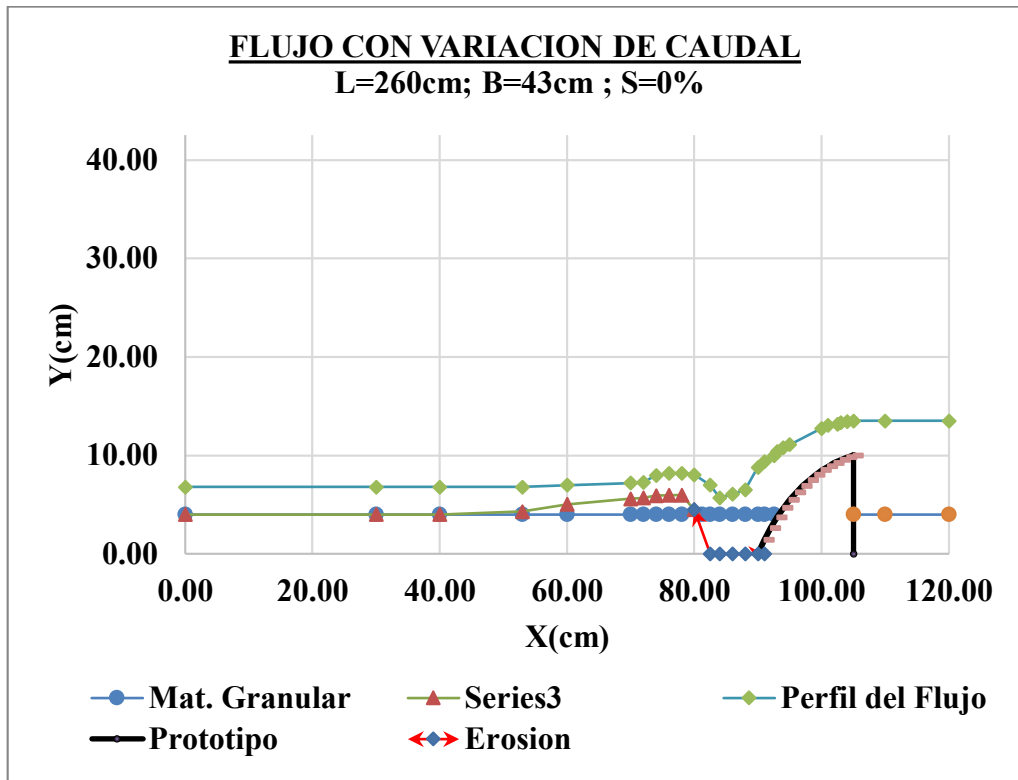


Grafico 2: Segundo ensayo con una bomba de agua de 1 HP donde se observa la erosión y sedimentación.

Fuente: Propia.

Tabla 22: Volumen del cálculo de la erosión y sedimentación.

<b>VOLUMEN</b>	<b>EROSION</b>	<b>SEDIMENTACION</b>	
V-1	0.000215	0.000675	
V-2	0.001290	0.001325	
V-3	0.000215	0.000330	
V-4		0.000318	
V-5		0.000381	
V-6		0.000395	
V-7		0.000550	
<b>Σ</b>	<b>0.001720</b>	<b>0.001709</b>	<b>m3</b>

Fuente: Propia.

Tabla 23: Tercer ensayo con una bomba de agua de 1 HP.

<b>BARRAJE TIPO CREAGER</b>					
<b>Q (L/s)</b>	<b>1.849</b>		<b>Material Granular</b>	<b>Sedimentación y erosión</b>	<b>Perfil del Flujo</b>
<b>S%</b>	<b>PUNTO</b>	<b>EJE</b>	<b>EJE</b>	<b>EJE</b>	<b>EJE</b>
<b>0</b>	<b>Nº</b>	<b>X</b>	<b>Y1</b>	<b>Y2</b>	<b>Y3</b>
<b>X1</b>	<b>1</b>	0.00	4.00	4.00	6.82
<b>X2</b>	<b>2</b>	30.00	4.00	4.00	6.82
<b>X3</b>	<b>3</b>	40.00	4.00	4.00	6.82
<b>X4</b>	<b>4</b>	52.00	4.00	4.30	6.82
<b>X5</b>	<b>5</b>	60.00	4.00	5.00	7.00
<b>X6</b>	<b>6</b>	70.00	4.00	5.65	7.20
<b>X7</b>	<b>7</b>	72.00	4.00	5.80	7.25
<b>X8</b>	<b>8</b>	74.00	4.00	5.90	8.00
<b>X9</b>	<b>9</b>	76.00	4.00	5.95	8.18
<b>X10</b>	<b>10</b>	78.00	4.00	6.00	8.20
<b>X11</b>	<b>11</b>	80.00	4.00	4.30	8.05
<b>X12</b>	<b>12</b>	82.40	4.00	0.00	7.00
<b>X13</b>	<b>13</b>	84.00	4.00	0.00	5.70
<b>X14</b>	<b>14</b>	86.00	4.00	0.00	6.10
<b>X15</b>	<b>15</b>	88.00	4.00	0.00	6.50
<b>X16</b>	<b>16</b>	90.00	4.00	0.00	8.80
<b>X17</b>	<b>17</b>	91.00	4.00	0.00	9.40
<b>X18</b>	<b>18</b>	92.50	4.00	0.00	10.00
<b>X19</b>	<b>19</b>	93.00	4.00	0.00	10.40
<b>X20</b>	<b>20</b>	94.00	4.00	0.00	10.80
<b>X21</b>	<b>21</b>	95.00	4.00	0.00	11.10
<b>X22</b>	<b>22</b>	100.00	4.00	0.00	12.75
<b>X23</b>	<b>23</b>	101.00	4.00	0.00	13.05
<b>X24</b>	<b>24</b>	102.50	4.00	0.00	13.20
<b>X25</b>	<b>25</b>	103.00	4.00	0.00	13.35
<b>X26</b>	<b>26</b>	104.00	4.00	0.00	13.45
<b>X27</b>	<b>27</b>	105.00	4.00	0.00	13.50
<b>X28</b>	<b>28</b>	110.00	4.00	5.00	13.50
<b>X29</b>	<b>29</b>	120.00	4.00	5.00	13.50

Fuente: Propia.

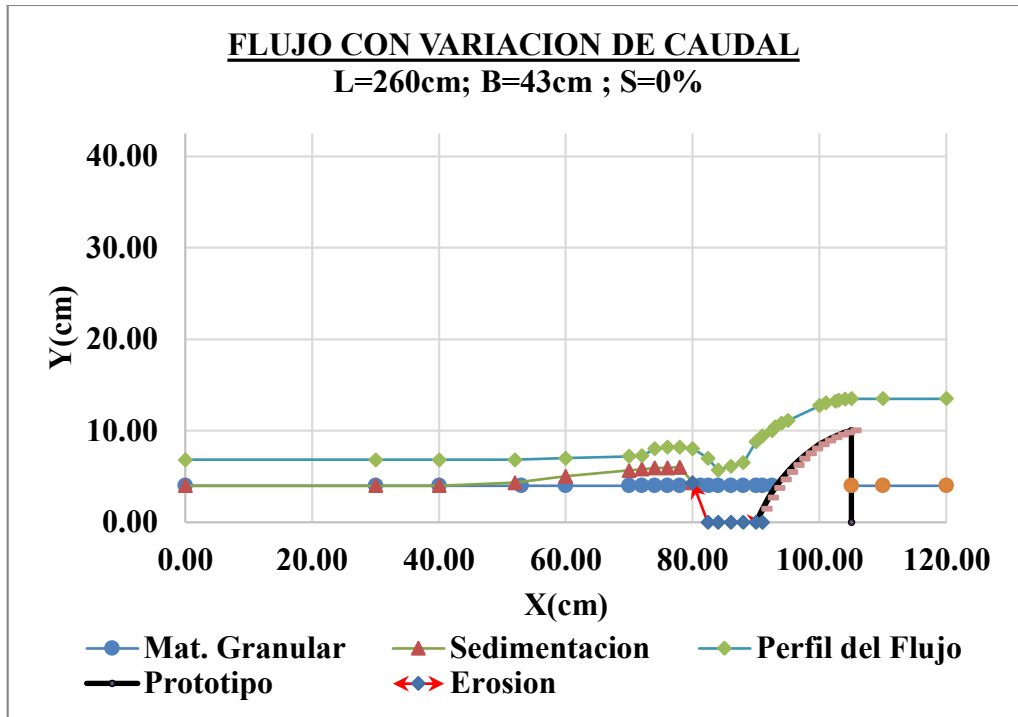


Grafico 3: Tercero ensayo con una bomba de agua de 1 HP donde se observa la erosión y sedimentación.

Fuente: Propia.

Tabla 24: Volumen del cálculo de la erosión y sedimentación.

<u>VOLUMEN</u>	<u>EROSION</u>	<u>SEDIMENTACION</u>	
V-1	0.000215	0.000650	
V-2	0.001307	0.001325	
V-3	0.000206	0.000345	
V-4		0.000350	
V-5		0.000375	
V-6		0.000395	
V-7		0.000570	
<b>Σ</b>	<b>0.001729</b>	<b>0.001724</b>	<b>m3</b>

Fuente: Propia.

Tabla 25: Cuarto ensayo con una bomba de agua de 1 HP.

<b>BARRAJE TIPO CREAGER</b>					
<b>Q (L/s)</b>	<b>1.849</b>		<b>Material Granular</b>	<b>Sedimentación y erosión</b>	<b>Perfil del Flujo</b>
<b>S% 0</b>	<b>PUNTO N°</b>	<b>EJE X</b>	<b>EJE Y1</b>	<b>EJE Y2</b>	<b>EJE Y3</b>
<b>X1</b>	<b>1</b>	0.00	4.00	4.00	6.80
<b>X2</b>	<b>2</b>	30.00	4.00	4.00	6.81
<b>X3</b>	<b>3</b>	40.00	4.00	4.00	6.81
<b>X4</b>	<b>4</b>	52.00	4.00	4.30	6.81
<b>X5</b>	<b>5</b>	60.00	4.00	5.00	7.00
<b>X6</b>	<b>6</b>	70.00	4.00	5.55	7.20
<b>X7</b>	<b>7</b>	72.00	4.00	5.75	7.25
<b>X8</b>	<b>8</b>	74.00	4.00	5.90	8.00
<b>X9</b>	<b>9</b>	76.00	4.00	6.00	8.18
<b>X10</b>	<b>10</b>	78.00	4.00	6.01	8.20
<b>X11</b>	<b>11</b>	80.00	4.00	4.45	8.05
<b>X12</b>	<b>12</b>	82.40	4.00	0.00	7.00
<b>X13</b>	<b>13</b>	84.00	4.00	0.00	5.70
<b>X14</b>	<b>14</b>	86.00	4.00	0.00	6.10
<b>X15</b>	<b>15</b>	88.00	4.00	0.00	6.50
<b>X16</b>	<b>16</b>	90.00	4.00	0.00	8.80
<b>X17</b>	<b>17</b>	91.00	4.00	0.00	9.40
<b>X18</b>	<b>18</b>	92.35	4.00	0.00	10.00
<b>X19</b>	<b>19</b>	93.00	4.00	0.00	10.40
<b>X20</b>	<b>20</b>	94.00	4.00	0.00	10.80
<b>X21</b>	<b>21</b>	95.00	4.00	0.00	11.10
<b>X22</b>	<b>22</b>	100.00	4.00	0.00	12.75
<b>X23</b>	<b>23</b>	101.00	4.00	0.00	13.05
<b>X24</b>	<b>24</b>	102.50	4.00	0.00	13.20
<b>X25</b>	<b>25</b>	103.00	4.00	0.00	13.35
<b>X26</b>	<b>26</b>	104.00	4.00	0.00	13.45
<b>X27</b>	<b>27</b>	105.00	4.00	0.00	13.50
<b>X28</b>	<b>28</b>	110.00	4.00	5.00	13.50
<b>X29</b>	<b>29</b>	120.00	4.00	5.00	13.50

Fuente: Propia.

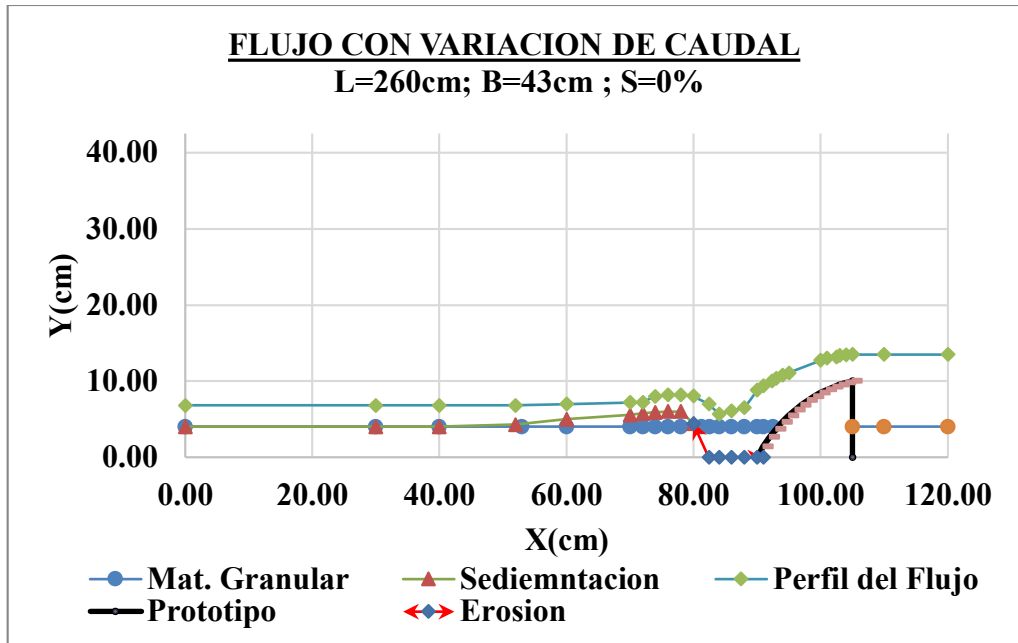


Grafico 4: Cuarto ensayo con una bomba de agua de 1 HP donde se observa la erosión y sedimentación.

Fuente: Propia.

Tabla 26: Volumen del cálculo de la erosión y sedimentación.

<b>VOLUMEN</b>	<b>EROSION</b>	<b>SEDIMENTACION</b>	
V-1	0.000202	0.000650	
V-2	0.001307	0.001275	
V-3	0.000206	0.000330	
V-4		0.000335	
V-5		0.000370	
V-6		0.000401	
V-7		0.000558	
<b>Σ</b>	<b>0.001716</b>	<b>0.001685</b>	m <sup>3</sup>

Fuente: Propia.

Tabla 27: Quinto ensayo con una bomba de agua de 1 HP.

<b>BARRAJE TIPO CREAGER</b>					
<b>Q (L/s)</b>	<b>1.849</b>	<b>Material Granular</b>	<b>Sedimentación y erosión</b>	<b>Perfil del Flujo</b>	
<b>S%</b>	<b>PUNTO</b>	<b>EJE</b>	<b>EJE</b>	<b>EJE</b>	<b>EJE</b>
<b>0</b>	<b>N°</b>	<b>X</b>	<b>Y1</b>	<b>Y2</b>	<b>Y3</b>
<b>X1</b>	<b>1</b>	0.00	4.00	4.00	6.80
<b>X2</b>	<b>2</b>	30.00	4.00	4.00	6.81
<b>X3</b>	<b>3</b>	40.00	4.00	4.00	6.81
<b>X4</b>	<b>4</b>	52.00	4.00	4.30	6.81
<b>X5</b>	<b>5</b>	60.00	4.00	5.00	7.20
<b>X6</b>	<b>6</b>	70.00	4.00	5.59	7.22
<b>X7</b>	<b>7</b>	72.00	4.00	5.74	7.25
<b>X8</b>	<b>8</b>	74.00	4.00	5.90	8.00
<b>X9</b>	<b>9</b>	76.00	4.00	6.00	8.18
<b>X10</b>	<b>10</b>	78.00	4.00	6.10	8.20
<b>X11</b>	<b>11</b>	80.00	4.00	4.45	8.05
<b>X12</b>	<b>12</b>	82.40	4.00	0.00	7.00
<b>X13</b>	<b>13</b>	84.00	4.00	0.00	5.70
<b>X14</b>	<b>14</b>	86.00	4.00	0.00	6.10
<b>X15</b>	<b>15</b>	88.00	4.00	0.00	6.50
<b>X16</b>	<b>16</b>	90.00	4.00	0.00	8.80
<b>X17</b>	<b>17</b>	91.00	4.00	0.00	9.40
<b>X18</b>	<b>18</b>	92.45	4.00	0.00	10.00
<b>X19</b>	<b>19</b>	93.00	4.00	0.00	10.40
<b>X20</b>	<b>20</b>	94.00	4.00	0.00	10.80
<b>X21</b>	<b>21</b>	95.00	4.00	0.00	11.10
<b>X22</b>	<b>22</b>	100.00	4.00	0.00	12.75
<b>X23</b>	<b>23</b>	101.00	4.00	0.00	13.05
<b>X24</b>	<b>24</b>	102.50	4.00	0.00	13.20
<b>X25</b>	<b>25</b>	103.00	4.00	0.00	13.35
<b>X26</b>	<b>26</b>	104.00	4.00	0.00	13.45
<b>X27</b>	<b>27</b>	105.00	4.00	0.00	13.49
<b>X28</b>	<b>28</b>	110.00	4.00	5.00	13.49
<b>X29</b>	<b>29</b>	120.00	4.00	5.00	13.49

Fuente: Prop

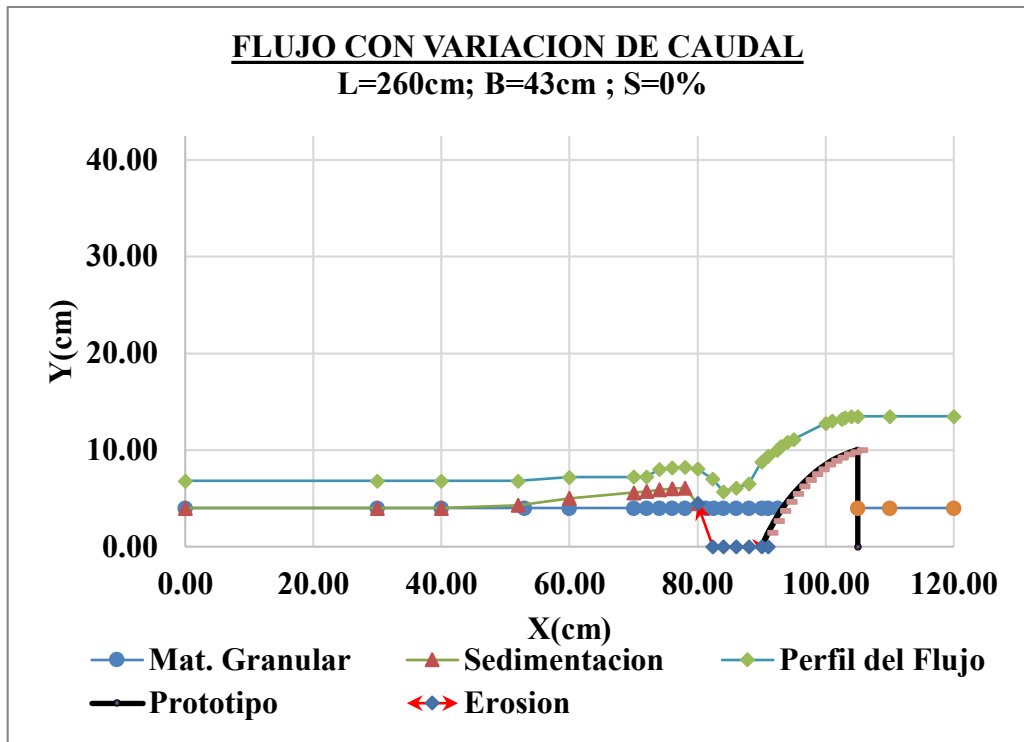


Grafico 5: Quinto ensayo con una bomba de agua de 1 HP donde se observa la erosión y sedimentación.

Fuente: Propia.

Tabla 22: Volumen del cálculo de la erosión y sedimentación.

<u>VOLUMEN</u>	<u>EROSION</u>	<u>SEDIMENTACION</u>	
V-1	0.000211	0.000650	
V-2	0.001307	0.001295	
V-3	0.000206	0.000333	
V-4		0.000332	
V-5		0.000370	
V-6		0.000410	
V-7		0.000585	
<b>Σ</b>	<b>0.001724</b>	<b>0.001709</b>	<b>m3</b>

Fuente: Propia.

Tabla 23: Sexto ensayo con una bomba de agua de 1 HP.

<b>BARRAJE TIPO CREAGER</b>					
<b>Q (L/s)</b>	<b>1.849</b>		<b>Material Granular</b>	<b>Sedimentación y erosión</b>	<b>Perfil del Flujo</b>
<b>S%</b>	<b>PUNTO</b>	<b>EJE</b>	<b>EJE</b>	<b>EJE</b>	<b>EJE</b>
<b>0</b>	<b>Nº</b>	<b>X</b>	<b>Y1</b>	<b>Y2</b>	<b>Y3</b>
<b>X1</b>	<b>1</b>	0.00	4.00	4.00	6.80
<b>X2</b>	<b>2</b>	30.00	4.00	4.00	6.81
<b>X3</b>	<b>3</b>	40.00	4.00	4.00	6.81
<b>X4</b>	<b>4</b>	43.00	4.00	4.30	6.81
<b>X5</b>	<b>5</b>	60.00	4.00	5.00	7.20
<b>X6</b>	<b>6</b>	70.00	4.00	5.59	7.22
<b>X7</b>	<b>7</b>	72.00	4.00	5.85	7.25
<b>X8</b>	<b>8</b>	74.00	4.00	5.90	8.00
<b>X9</b>	<b>9</b>	76.00	4.00	6.00	8.18
<b>X10</b>	<b>10</b>	78.00	4.00	6.10	8.20
<b>X11</b>	<b>11</b>	80.00	4.00	4.45	8.05
<b>X12</b>	<b>12</b>	82.40	4.00	0.00	7.00
<b>X13</b>	<b>13</b>	84.00	4.00	0.00	5.70
<b>X14</b>	<b>14</b>	86.00	4.00	0.00	6.10
<b>X15</b>	<b>15</b>	88.00	4.00	0.00	6.50
<b>X16</b>	<b>16</b>	90.00	4.00	0.00	8.80
<b>X17</b>	<b>17</b>	91.00	4.00	0.00	9.40
<b>X18</b>	<b>18</b>	92.51	4.00	0.00	10.00
<b>X19</b>	<b>19</b>	93.00	4.00	0.00	10.40
<b>X20</b>	<b>20</b>	94.00	4.00	0.00	10.80
<b>X21</b>	<b>21</b>	95.00	4.00	0.00	11.10
<b>X22</b>	<b>22</b>	100.00	4.00	0.00	12.75
<b>X23</b>	<b>23</b>	101.00	4.00	0.00	13.05
<b>X24</b>	<b>24</b>	102.50	4.00	0.00	13.20
<b>X25</b>	<b>25</b>	103.00	4.00	0.00	13.35
<b>X26</b>	<b>26</b>	104.00	4.00	0.00	13.45
<b>X27</b>	<b>27</b>	105.00	4.00	0.00	13.49
<b>X28</b>	<b>28</b>	110.00	4.00	5.00	13.49
<b>X29</b>	<b>29</b>	120.00	4.00	5.00	13.49

Fuente: Propia.



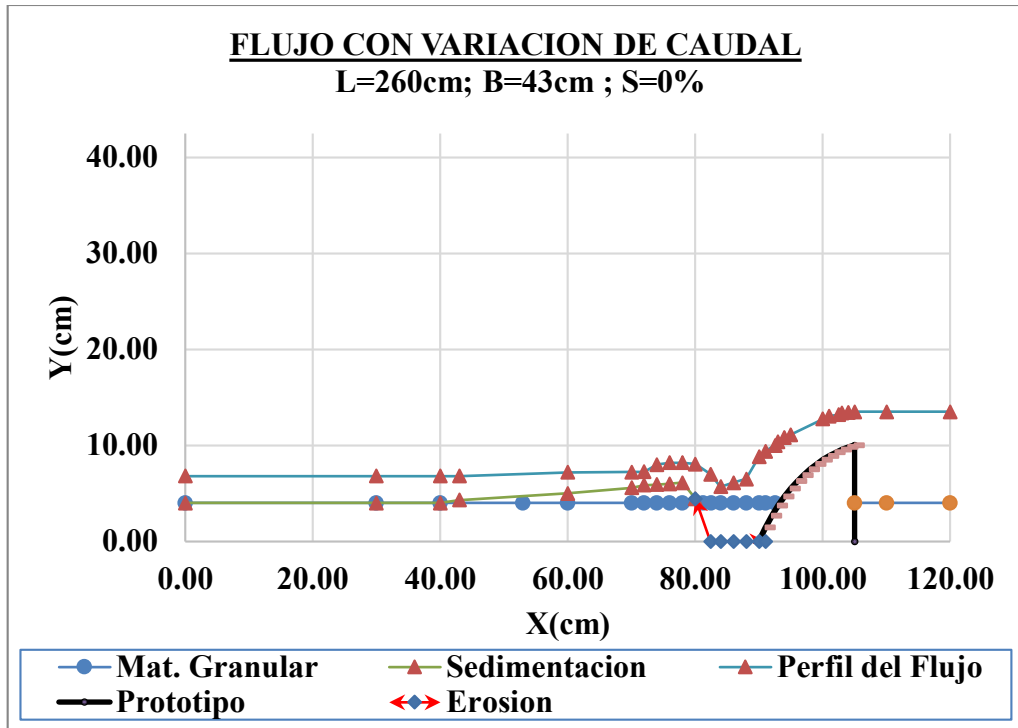


Grafico 6: Sexto ensayo con una bomba de agua de 1 HP donde se observa la erosión y sedimentación.

Fuente: Propia.

Tabla 24: Volumen del cálculo de la erosión y sedimentación.

<b>VOLUMEN</b>	<b>EROSION</b>	<b>SEDIMENTACION</b>	
V-1	0.000216	0.000650	
V-2	0.001307	0.001295	
V-3	0.000206	0.000344	
V-4		0.000365	
V-5		0.000370	
V-6		0.000410	
V-7		0.000585	
<b>Σ</b>	<b>0.001729</b>	<b>0.001728</b>	m <sup>3</sup>

Fuente: Propia.

Tabla 25: Séptimo ensayo con una bomba de agua de 1 HP.

<b>BARRAJE TIPO CREAGER</b>					
<b>Q (L/s)</b>	<b>1.848</b>		<b>Material Granular</b>	<b>Sedimentación y erosión</b>	<b>Perfil del Flujo</b>
<b>S% 0</b>	<b>PUNTO N°</b>	<b>EJE X</b>	<b>EJE Y1</b>	<b>EJE Y2</b>	<b>EJE Y3</b>
<b>X1</b>	<b>1</b>	0.00	4.00	4.00	6.80
<b>X2</b>	<b>2</b>	30.00	4.00	4.00	6.80
<b>X3</b>	<b>3</b>	40.00	4.00	4.00	6.80
<b>X4</b>	<b>4</b>	45.00	4.00	4.30	6.80
<b>X5</b>	<b>5</b>	60.00	4.00	5.00	7.00
<b>X6</b>	<b>6</b>	70.00	4.00	5.60	7.20
<b>X7</b>	<b>7</b>	72.00	4.00	5.78	8.00
<b>X8</b>	<b>8</b>	74.00	4.00	5.90	8.00
<b>X9</b>	<b>9</b>	76.00	4.00	5.92	8.19
<b>X10</b>	<b>10</b>	78.00	4.00	6.00	8.20
<b>X11</b>	<b>11</b>	80.00	4.00	4.50	8.05
<b>X12</b>	<b>12</b>	82.70	4.00	0.00	7.00
<b>X13</b>	<b>13</b>	84.00	4.00	0.00	5.70
<b>X14</b>	<b>14</b>	86.00	4.00	0.00	6.10
<b>X15</b>	<b>15</b>	88.00	4.00	0.00	6.50
<b>X16</b>	<b>16</b>	90.00	4.00	0.00	8.80
<b>X17</b>	<b>17</b>	91.00	4.00	0.00	9.40
<b>X18</b>	<b>18</b>	92.50	4.00	0.00	10.00
<b>X19</b>	<b>19</b>	93.00	4.00	0.00	10.40
<b>X20</b>	<b>20</b>	94.00	4.00	0.00	10.80
<b>X21</b>	<b>21</b>	95.00	4.00	0.00	11.10
<b>X22</b>	<b>22</b>	100.00	4.00	0.00	12.75
<b>X23</b>	<b>23</b>	101.00	4.00	0.00	13.05
<b>X24</b>	<b>24</b>	102.50	4.00	0.00	13.20
<b>X25</b>	<b>25</b>	103.00	4.00	0.00	13.35
<b>X26</b>	<b>26</b>	104.00	4.00	0.00	13.45
<b>X27</b>	<b>27</b>	105.00	4.00	0.00	13.51
<b>X28</b>	<b>28</b>	110.00	4.00	5.00	13.51
<b>X29</b>	<b>29</b>	120.00	4.00	5.00	13.51

Fuente: Propia.

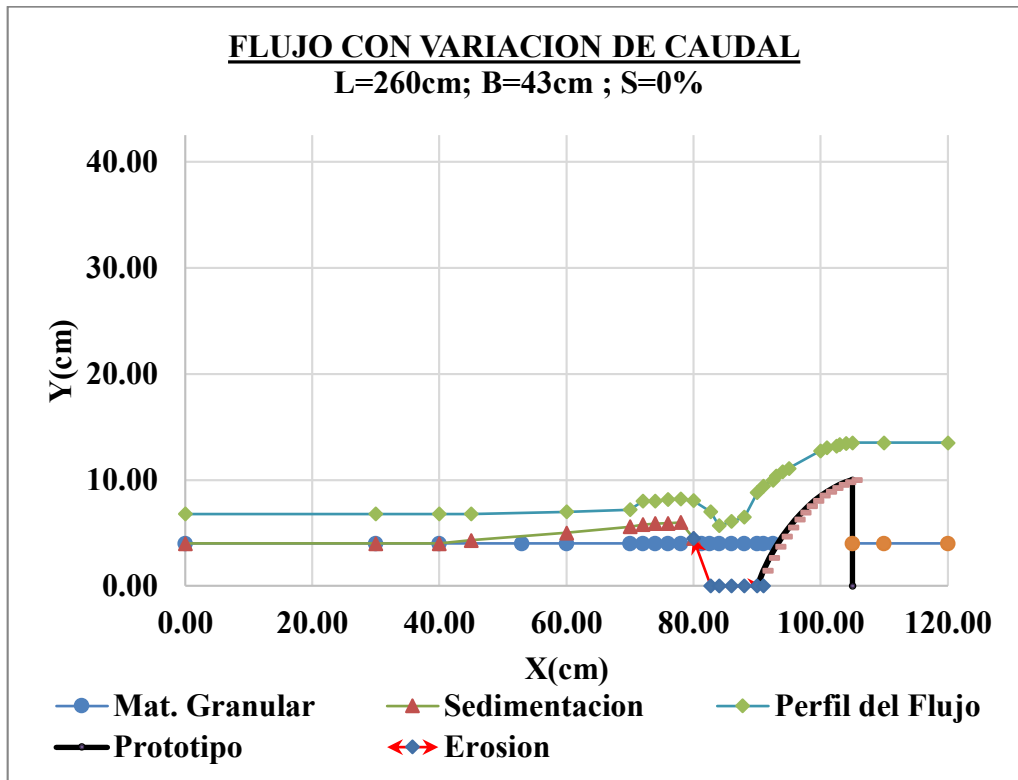


Grafico 7: Séptimo ensayo con una bomba de agua de 1 HP donde se observa la erosión y sedimentación.

Fuente: Propia.

Tabla 26: Volumen del cálculo de la erosión y sedimentación.

<u>VOLUMEN</u>	<u>EROSION</u>	<u>SEDIMENTACION</u>	
V-1	0.000215	0.000650	
V-2	0.001256	0.001300	
V-3	0.000232	0.000338	
V-4		0.000344	
V-5		0.000378	
V-6		0.000392	
V-7		0.000550	
<b>Σ</b>	<b>0.001703</b>	<b>0.001699</b>	<b>m<sup>3</sup></b>

Fuente: Propia.

Tabla 27: Octavo ensayo con una bomba de agua de 1 HP.

<b>BARRAJE TIPO CREAGER</b>					
<b>Q (L/s)</b>	<b>1.857</b>	<b>Material Granular</b>	<b>Sedimentación y erosión</b>	<b>Perfil del Flujo</b>	
<b>S% 0</b>	<b>PUNTO N°</b>	<b>EJE X</b>	<b>EJE Y1</b>	<b>EJE Y2</b>	<b>EJE Y3</b>
<b>X1</b>	<b>1</b>	0.00	4.00	4.00	6.75
<b>X2</b>	<b>2</b>	30.00	4.00	4.00	6.75
<b>X3</b>	<b>3</b>	40.00	4.00	4.00	6.75
<b>X4</b>	<b>4</b>	50.00	4.00	4.30	6.75
<b>X5</b>	<b>5</b>	60.00	4.00	5.02	7.00
<b>X6</b>	<b>6</b>	70.00	4.00	5.60	7.20
<b>X7</b>	<b>7</b>	72.00	4.00	5.75	8.00
<b>X8</b>	<b>8</b>	74.00	4.00	5.90	8.00
<b>X9</b>	<b>9</b>	76.00	4.00	5.92	8.19
<b>X10</b>	<b>10</b>	78.00	4.00	5.95	8.20
<b>X11</b>	<b>11</b>	80.00	4.00	4.35	8.05
<b>X12</b>	<b>12</b>	82.80	4.00	0.00	7.00
<b>X13</b>	<b>13</b>	84.00	4.00	0.00	5.70
<b>X14</b>	<b>14</b>	86.00	4.00	0.00	6.10
<b>X15</b>	<b>15</b>	88.00	4.00	0.00	6.50
<b>X16</b>	<b>16</b>	90.00	4.00	0.00	8.80
<b>X17</b>	<b>17</b>	91.00	4.00	0.00	9.40
<b>X18</b>	<b>18</b>	92.50	4.00	0.00	10.00
<b>X19</b>	<b>19</b>	93.00	4.00	0.00	10.40
<b>X20</b>	<b>20</b>	94.00	4.00	0.00	10.80
<b>X21</b>	<b>21</b>	95.00	4.00	0.00	11.10
<b>X22</b>	<b>22</b>	100.00	4.00	0.00	12.75
<b>X23</b>	<b>23</b>	101.00	4.00	0.00	13.05
<b>X24</b>	<b>24</b>	102.50	4.00	0.00	13.20
<b>X25</b>	<b>25</b>	103.00	4.00	0.00	13.35
<b>X26</b>	<b>26</b>	104.00	4.00	0.00	13.45
<b>X27</b>	<b>27</b>	105.00	4.00	0.00	13.48
<b>X28</b>	<b>28</b>	110.00	4.00	5.00	13.48
<b>X29</b>	<b>29</b>	120.00	4.00	5.00	13.48

Fuente: Propia.

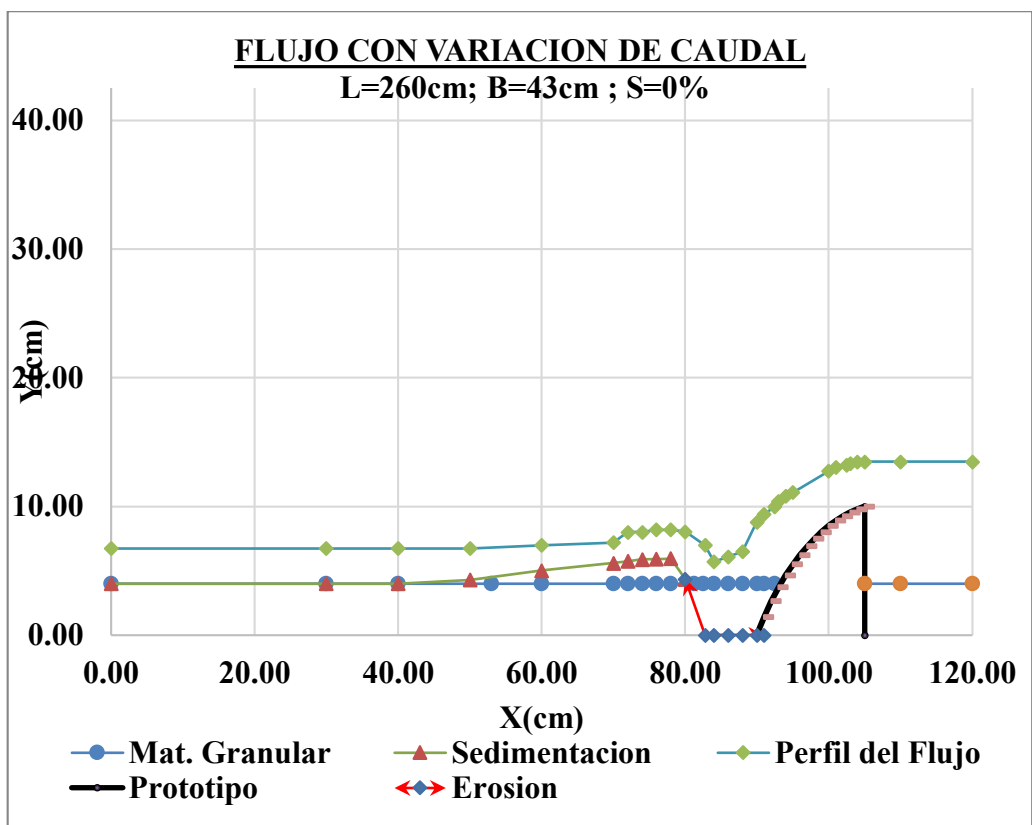


Grafico 8: Octavo ensayo con una bomba de agua de 1 HP donde se observa la erosión y sedimentación.

Fuente: Propia.

Tabla 28: Volumen del cálculo de la erosión y sedimentación

VOLUMEN	EROSION	SEDIMENTACION	
V-1	0.000215	0.000660	
V-2	0.001238	0.001310	
V-3	0.000241	0.000335	
V-4		0.000335	
V-5		0.000378	
V-6		0.000387	
V-7		0.000550	
Σ	0.001694	0.001701	m3

Fuente: Propia.

Tabla 29: Noveno ensayo con una bomba de agua de 1 HP.

<b><u>BARRAJE TIPO CREAGER</u></b>					
<b>Q (L/s)</b>	<b>1.849</b>		<b>Material Granular</b>	<b>Sedimentación y erosión</b>	<b>Perfil del Flujo</b>
<b>S% 0</b>	<b>PUNTO N°</b>	<b>EJE X</b>	<b>EJE Y1</b>	<b>EJE Y2</b>	<b>EJE Y3</b>
<b>X1</b>	<b>1</b>	0.00	4.00	4.00	6.75
<b>X2</b>	<b>2</b>	30.00	4.00	4.00	6.75
<b>X3</b>	<b>3</b>	40.00	4.00	4.00	6.75
<b>X4</b>	<b>4</b>	50.00	4.00	4.30	6.75
<b>X5</b>	<b>5</b>	60.00	4.00	5.02	7.01
<b>X6</b>	<b>6</b>	70.00	4.00	5.60	7.20
<b>X7</b>	<b>7</b>	72.00	4.00	5.75	8.00
<b>X8</b>	<b>8</b>	74.00	4.00	5.90	8.00
<b>X9</b>	<b>9</b>	76.00	4.00	5.93	8.19
<b>X10</b>	<b>10</b>	78.00	4.00	5.90	8.20
<b>X11</b>	<b>11</b>	79.50	4.00	4.35	8.05
<b>X12</b>	<b>12</b>	82.80	4.00	0.00	7.00
<b>X13</b>	<b>13</b>	84.00	4.00	0.00	5.70
<b>X14</b>	<b>14</b>	86.00	4.00	0.00	6.10
<b>X15</b>	<b>15</b>	88.00	4.00	0.00	6.50
<b>X16</b>	<b>16</b>	90.00	4.00	0.00	8.80
<b>X17</b>	<b>17</b>	91.00	4.00	0.00	9.40
<b>X18</b>	<b>18</b>	92.50	4.00	0.00	10.00
<b>X19</b>	<b>19</b>	93.00	4.00	0.00	10.40
<b>X20</b>	<b>20</b>	94.00	4.00	0.00	10.80
<b>X21</b>	<b>21</b>	95.00	4.00	0.00	11.10
<b>X22</b>	<b>22</b>	100.00	4.00	0.00	12.75
<b>X23</b>	<b>23</b>	101.00	4.00	0.00	13.05
<b>X24</b>	<b>24</b>	102.50	4.00	0.00	13.20
<b>X25</b>	<b>25</b>	103.00	4.00	0.00	13.35
<b>X26</b>	<b>26</b>	104.00	4.00	0.00	13.45
<b>X27</b>	<b>27</b>	105.00	4.00	0.00	13.48
<b>X28</b>	<b>28</b>	110.00	4.00	5.00	13.48
<b>X29</b>	<b>29</b>	120.00	4.00	5.00	13.48

Fuente: Propia.

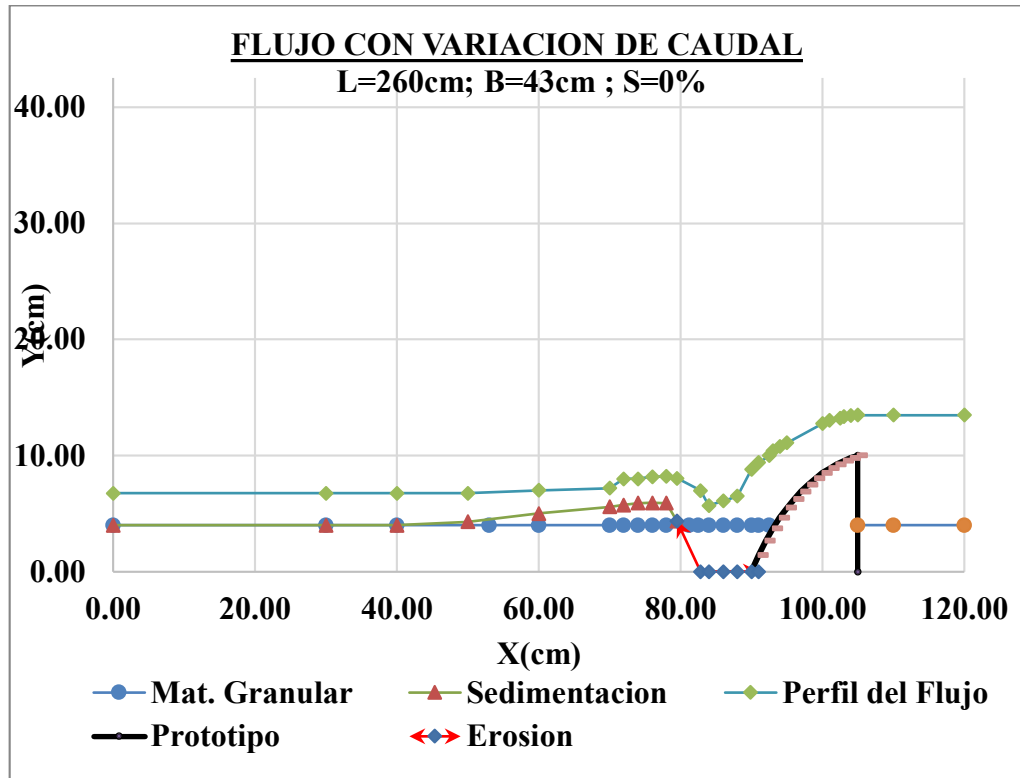


Grafico 9: Noveno ensayo con una bomba de agua de 1 HP donde se observa la erosión y sedimentación.

Fuente: Propia.

Tabla 28: Volumen del cálculo de la erosión y sedimentación.

<u>VOLUMEN</u>	<u>EROSION</u>	<u>SEDIMENTACION</u>	
V-1	0.000215	0.000660	
V-2	0.001238	0.001310	
V-3	0.000284	0.000335	
V-4		0.000335	
V-5		0.000377	
V-6		0.000383	
V-7		0.000535	
<b>Σ</b>	<b>0.001737</b>	<b>0.001692</b>	m3

Fuente: Propia

Tabla 31: Decimo ensayo con una bomba de agua de 1 HP.

<b>BARRAJE TIPO CREAGER</b>					
<b>Q (L/s)</b>	<b>1.849</b>		<b>Material Granular</b>	<b>Sedimentación y erosión</b>	<b>Perfil del Flujo</b>
<b>S% 0</b>	<b>PUNTO Nº</b>	<b>EJE X</b>	<b>EJE Y1</b>	<b>EJE Y2</b>	<b>EJE Y3</b>
<b>X1</b>	<b>1</b>	0.00	4.00	4.00	6.75
<b>X2</b>	<b>2</b>	30.00	4.00	4.00	6.75
<b>X3</b>	<b>3</b>	40.00	4.00	4.00	6.75
<b>X4</b>	<b>4</b>	50.00	4.00	4.30	6.75
<b>X5</b>	<b>5</b>	60.00	4.00	5.02	7.01
<b>X6</b>	<b>6</b>	70.00	4.00	5.55	7.20
<b>X7</b>	<b>7</b>	72.00	4.00	5.75	8.00
<b>X8</b>	<b>8</b>	74.00	4.00	5.90	8.00
<b>X9</b>	<b>9</b>	76.00	4.00	5.93	8.19
<b>X10</b>	<b>10</b>	78.00	4.00	5.90	8.20
<b>X11</b>	<b>11</b>	80.10	4.00	4.25	8.05
<b>X12</b>	<b>12</b>	82.80	4.00	0.00	7.00
<b>X13</b>	<b>13</b>	84.00	4.00	0.00	5.70
<b>X14</b>	<b>14</b>	86.00	4.00	0.00	6.10
<b>X15</b>	<b>15</b>	88.00	4.00	0.00	6.50
<b>X16</b>	<b>16</b>	90.00	4.00	0.00	8.80
<b>X17</b>	<b>17</b>	91.00	4.00	0.00	9.40
<b>X18</b>	<b>18</b>	92.50	4.00	0.00	10.00
<b>X19</b>	<b>19</b>	93.00	4.00	0.00	10.40
<b>X20</b>	<b>20</b>	94.00	4.00	0.00	10.80
<b>X21</b>	<b>21</b>	95.00	4.00	0.00	11.10
<b>X22</b>	<b>22</b>	100.00	4.00	0.00	12.75
<b>X23</b>	<b>23</b>	101.00	4.00	0.00	13.05
<b>X24</b>	<b>24</b>	102.50	4.00	0.00	13.20
<b>X25</b>	<b>25</b>	103.00	4.00	0.00	13.35
<b>X26</b>	<b>26</b>	104.00	4.00	0.00	13.45
<b>X27</b>	<b>27</b>	105.00	4.00	0.00	13.48
<b>X28</b>	<b>28</b>	110.00	4.00	5.00	13.48
<b>X29</b>	<b>29</b>	120.00	4.00	5.00	13.48

Fuente: Propia.



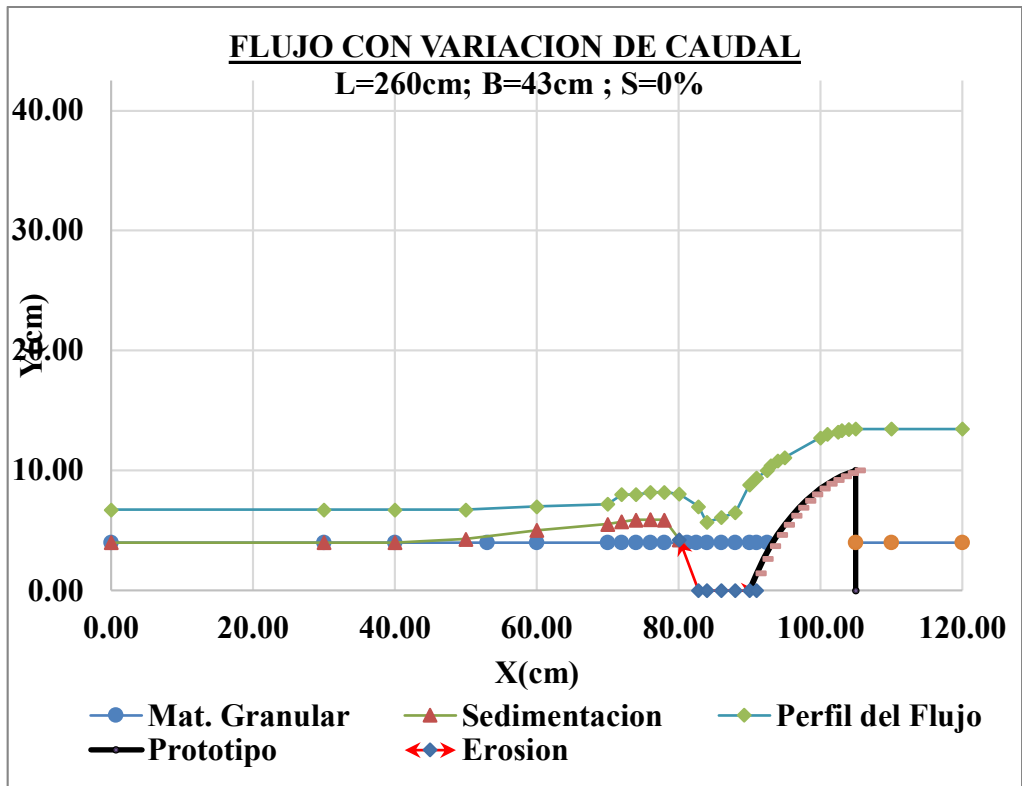


Grafico 10: Decimo ensayo con una bomba de agua de 1 HP donde se observa la erosión y sedimentación.

Fuente: Propia.

Tabla 32: Volumen del cálculo de la erosión y sedimentación.

VOLUMEN	EROSION	SEDIMENTACION	
V-1	0.000215	0.000660	
V-2	0.001238	0.001285	
V-3	0.000232	0.000330	
V-4		0.000335	
V-5		0.000377	
V-6		0.000383	
V-7		0.000545	
$\Sigma$	<b>0.001686</b>	<b>0.001683</b>	m3

Fuente: Propia.

#### 4.1.2.2 Perfil Tipo Indio

Perfil utilizado para evacuar caudales de creciente, permite la máxima descarga de flujo.

Tabla 33: Primer ensayo con una bomba de agua de 1 HP.

Q (L/s)	<b>BARRAJE TIPO INDIO</b>				
	1.849		Material Granular	Sedimentación y erosión	Perfil del Flujo
	S%	PUNTO	EJE	EJE	EJE
0	Nº	X	Y1	Y2	Y3
X1	1	0.00	4.00	4.00	7.10
X2	2	30.00	4.00	4.00	7.10
X3	3	40.00	4.00	4.00	7.10
X4	4	50.00	4.00	4.30	7.10
X5	5	60.00	4.00	5.00	7.10
X6	6	70.00	4.00	5.45	7.20
X7	7	72.00	4.00	5.78	7.25
X8	8	74.00	4.00	5.90	8.00
X9	9	76.00	4.00	5.95	9.12
X10	10	78.00	4.00	6.00	9.32
X11	11	80.01	4.00	4.50	9.23
X12	12	82.00	4.00	0.00	9.24
X13	13	84.00	4.00	0.00	7.51
X14	14	86.00	4.00	0.00	7.51
X15	15	88.00	4.00	0.00	7.80
X16	16	90.00	4.00	0.00	10.70
X17	17	91.00	4.00	0.00	12.00
X18	18	92.00	4.00	0.00	12.60
X19	19	93.00	4.00	0.00	13.10
X20	20	94.00	4.00	0.00	13.50
X21	21	95.00	4.00	0.00	13.50
X22	22	100.00	4.00	0.00	13.50
X23	23	101.00	4.00	0.00	13.50
X24	24	102.50	4.00	0.00	13.50
X25	25	103.00	4.00	0.00	13.50
X26	26	104.00	4.00	0.00	13.50
X27	27	105.00	4.00	0.00	13.50
X28	28	110.00	4.00	5.00	13.50
X29	29	120.00	4.00	5.00	13.50

Fuente: Propia.

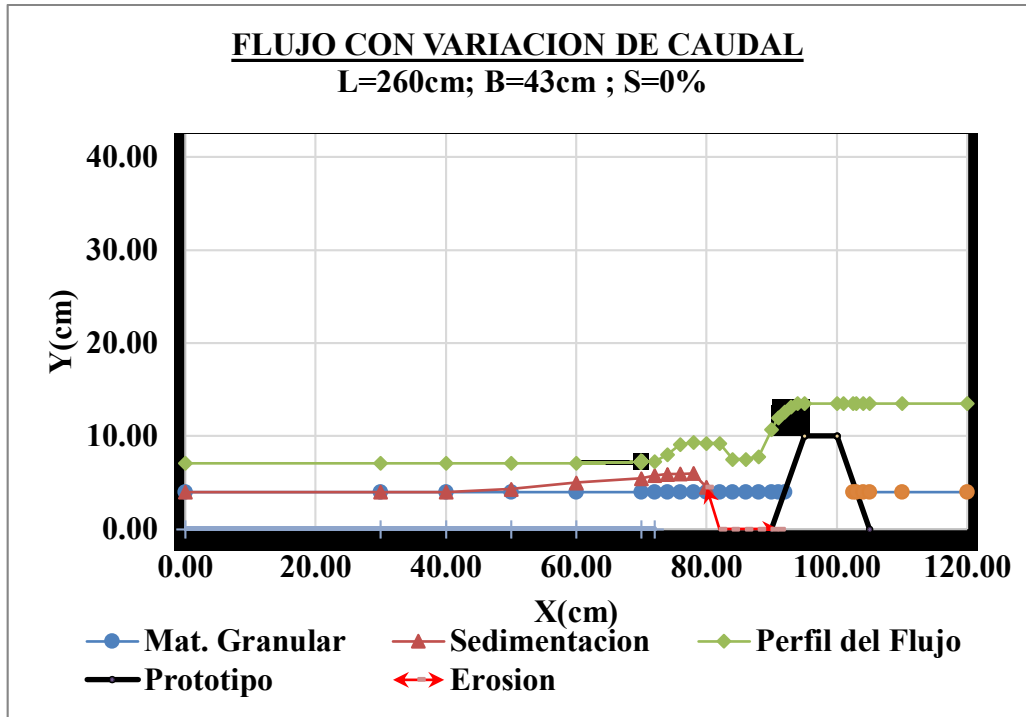


Grafico 11: Primero ensayo con una bomba de agua de 1 HP donde se observa la erosión y sedimentación del perfil tipo indio.

Fuente: Propia.

Tabla 34: Volumen del cálculo de la erosión y sedimentación.

<u>VOLUMEN</u>	<u>EROSION</u>	<u>SEDIMENTACION</u>	
V-1	0.000172	0.000650	
V-2	0.001376	0.001225	
V-3	0.000171	0.000323	
V-4		0.000344	
V-5		0.000375	
V-6		0.000395	
V-7		0.000550	
<b>Σ</b>	<b>0.001719</b>	<b>0.001661</b>	m <sup>3</sup>

Fuente: Propia.

Tabla 35: Segundo ensayo con una bomba de agua de 1 HP.

<b><u>BARRAJE TIPO INDIO</u></b>					
<b>Q (L/s)</b>	<b>1.849</b>		<b>Material Granular</b>	<b>Sedimentación y erosión</b>	<b>Perfil del Flujo</b>
<b>S% 0</b>	<b>PUNTO N°</b>	<b>EJE X</b>	<b>EJE Y1</b>	<b>EJE Y2</b>	<b>EJE Y3</b>
X1	1	0.00	4.00	4.00	7.12
X2	2	30.00	4.00	4.00	7.12
X3	3	40.00	4.00	4.30	7.12
X4	4	50.00	4.00	4.90	7.12
X5	5	60.00	4.00	5.20	7.12
X6	6	70.00	4.00	5.30	7.21
X7	7	72.00	4.00	5.40	7.24
X8	8	74.00	4.00	5.25	8.05
X9	9	76.00	4.00	4.95	9.13
X10	10	78.00	4.00	4.50	9.32
X11	11	79.50	4.00	0.00	9.23
X12	12	82.00	4.00	0.00	9.24
X13	13	84.00	4.00	0.00	7.52
X14	14	86.00	4.00	0.00	7.52
X15	15	88.00	4.00	0.00	7.80
X16	16	90.00	4.00	0.00	10.70
X17	17	91.00	4.00	0.00	12.04
X18	18	92.00	4.00	0.00	12.60
X19	19	93.00	4.00	0.00	13.10
X20	20	94.00	4.00	0.00	13.48
X21	21	95.00	4.00	0.00	13.48
X22	22	100.00	4.00	0.00	13.48
X23	23	101.00	4.00	0.00	13.48
X24	24	102.50	4.00	0.00	13.48
X25	25	103.00	4.00	0.00	13.48
X26	26	104.00	4.00	0.00	13.48
X27	27	105.00	4.00	0.00	13.48
X28	28	110.00	4.00	5.00	13.48
X29	29	120.00	4.00	5.00	13.48

Fuente: Propia.

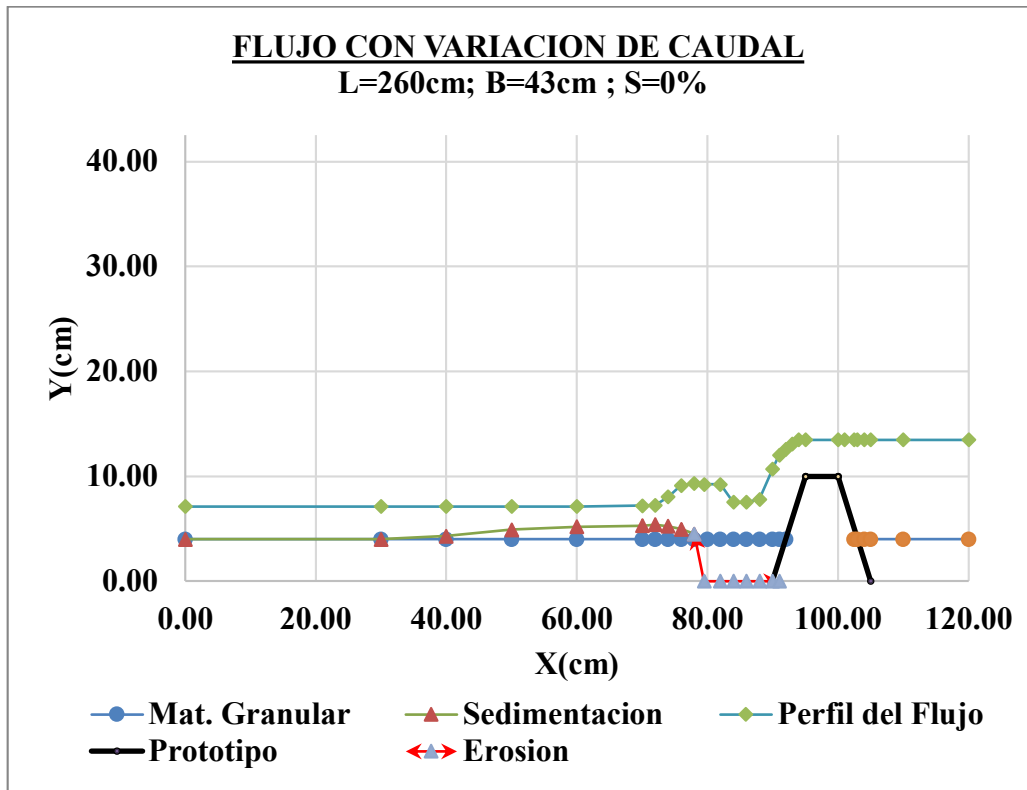


Grafico 12: Segundo ensayo con una bomba de agua de 1 HP donde se observa la erosión y sedimentación del perfil tipo indio.

Fuente: Propia.

Tabla 36: Volumen del cálculo de la erosión y sedimentación.

<b><u>VOLUMEN</u></b>	<b><u>EROSION</u></b>	<b><u>SEDIMENTACION</u></b>	
V-1	0.000172	0.001050	
V-2	0.001376	0.001250	
V-3	0.000215	0.000250	
V-4		0.000295	
V-5		0.000280	
V-6		0.000235	
V-7		0.000550	
<b>Σ</b>	<b>0.001763</b>	<b>0.001681</b>	<b>m3</b>

Fuente: Propia

Tabla 37: Tercer ensayo con una bomba de agua de 1 HP.

<b>BARRAJE TIPO INDIO</b>					
<b>Q (L/s)</b>	<b>1.849</b>	<b>Material Granular</b>	<b>Sedimentación y erosión</b>	<b>Perfil del Flujo</b>	
<b>S%</b>	<b>PUNTO</b>	<b>EJE</b>	<b>EJE</b>	<b>EJE</b>	<b>EJE</b>
<b>0</b>	<b>Nº</b>	<b>X</b>	<b>Y1</b>	<b>Y2</b>	<b>Y3</b>
<b>X1</b>	<b>1</b>	0.00	4.00	4.00	7.08
<b>X2</b>	<b>2</b>	30.00	4.00	4.00	7.08
<b>X3</b>	<b>3</b>	40.00	4.00	4.00	7.08
<b>X4</b>	<b>4</b>	52.00	4.00	4.40	7.20
<b>X5</b>	<b>5</b>	60.00	4.00	4.93	7.25
<b>X6</b>	<b>6</b>	70.00	4.00	5.20	7.36
<b>X7</b>	<b>7</b>	72.00	4.00	5.80	7.25
<b>X8</b>	<b>8</b>	74.00	4.00	6.03	8.00
<b>X9</b>	<b>9</b>	76.00	4.00	6.10	9.12
<b>X10</b>	<b>10</b>	78.00	4.00	5.75	9.32
<b>X11</b>	<b>11</b>	80.00	4.00	4.45	9.23
<b>X12</b>	<b>12</b>	81.95	4.00	0.00	9.24
<b>X13</b>	<b>13</b>	84.00	4.00	0.00	7.51
<b>X14</b>	<b>14</b>	86.00	4.00	0.00	7.51
<b>X15</b>	<b>15</b>	88.00	4.00	0.00	7.82
<b>X16</b>	<b>16</b>	90.00	4.00	0.00	10.70
<b>X17</b>	<b>17</b>	91.00	4.00	0.00	12.00
<b>X18</b>	<b>18</b>	92.00	4.00	0.00	12.60
<b>X19</b>	<b>19</b>	93.00	4.00	0.00	13.10
<b>X20</b>	<b>20</b>	94.00	4.00	0.00	13.52
<b>X21</b>	<b>21</b>	95.00	4.00	0.00	13.52
<b>X22</b>	<b>22</b>	100.00	4.00	0.00	13.52
<b>X23</b>	<b>23</b>	101.00	4.00	0.00	13.52
<b>X24</b>	<b>24</b>	102.50	4.00	0.00	13.52
<b>X25</b>	<b>25</b>	103.00	4.00	0.00	13.52
<b>X26</b>	<b>26</b>	104.00	4.00	0.00	13.52
<b>X27</b>	<b>27</b>	105.00	4.00	0.00	13.52
<b>X28</b>	<b>28</b>	110.00	4.00	5.00	13.52
<b>X29</b>	<b>29</b>	120.00	4.00	5.00	13.52

Fuente: Propia.

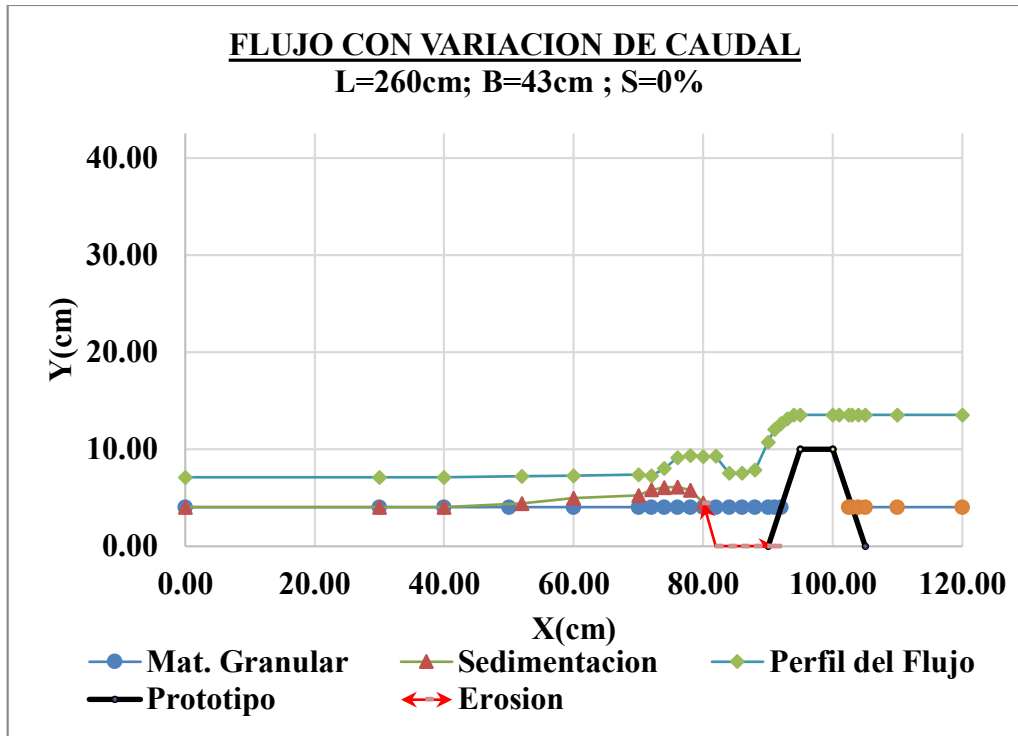


Grafico 13: Tercer ensayo con una bomba de agua de 1 HP donde se observa la erosión y sedimentación del perfil indio.

Fuente: Propia.

Tabla 38: Volumen del cálculo de la erosión y sedimentación.

<b>VOLUMEN</b>	<b>EROSION</b>	<b>SEDIMENTACION</b>	
V-1	0.000172	0.000798	
V-2	0.001385	0.001065	
V-3	0.000168	0.000300	
V-4		0.000383	
V-5		0.000413	
V-6		0.000455	
V-7		0.000480	
<b>Σ</b>	<b>0.001724</b>	<b>0.001674</b>	<b>m3</b>

Fuente: Propia.

Tabla 39: Cuarto ensayo con una bomba de agua de 1 HP.

<b>BARRAJE TIPO INDIO</b>					
<b>Q (L/s)</b>	<b>1.849</b>		<b>Material Granular</b>	<b>Sedimentación y erosión</b>	<b>Perfil del Flujo</b>
<b>S% 0</b>	<b>PUNTO N°</b>	<b>EJE X</b>	<b>EJE Y1</b>	<b>EJE Y2</b>	<b>EJE Y3</b>
<b>X1</b>	<b>1</b>	0.00	4.00	4.00	7.09
<b>X2</b>	<b>2</b>	30.00	4.00	4.00	7.09
<b>X3</b>	<b>3</b>	40.00	4.00	4.00	7.09
<b>X4</b>	<b>4</b>	54.00	4.00	4.40	7.09
<b>X5</b>	<b>5</b>	60.00	4.00	4.90	7.08
<b>X6</b>	<b>6</b>	70.00	4.00	5.65	7.20
<b>X7</b>	<b>7</b>	72.00	4.00	5.80	7.25
<b>X8</b>	<b>8</b>	74.00	4.00	6.10	8.00
<b>X9</b>	<b>9</b>	76.00	4.00	5.60	9.12
<b>X10</b>	<b>10</b>	78.00	4.00	4.80	9.32
<b>X11</b>	<b>11</b>	80.00	4.00	4.48	9.23
<b>X12</b>	<b>12</b>	82.05	4.00	0.00	9.24
<b>X13</b>	<b>13</b>	84.00	4.00	0.00	7.52
<b>X14</b>	<b>14</b>	86.00	4.00	0.00	7.53
<b>X15</b>	<b>15</b>	88.00	4.00	0.00	7.82
<b>X16</b>	<b>16</b>	90.00	4.00	0.00	10.75
<b>X17</b>	<b>17</b>	91.00	4.00	0.00	12.00
<b>X18</b>	<b>18</b>	92.00	4.00	0.00	12.60
<b>X19</b>	<b>19</b>	93.00	4.00	0.00	13.10
<b>X20</b>	<b>20</b>	94.00	4.00	0.00	13.50
<b>X21</b>	<b>21</b>	95.00	4.00	0.00	13.50
<b>X22</b>	<b>22</b>	100.00	4.00	0.00	13.50
<b>X23</b>	<b>23</b>	101.00	4.00	0.00	13.50
<b>X24</b>	<b>24</b>	102.50	4.00	0.00	13.50
<b>X25</b>	<b>25</b>	103.00	4.00	0.00	13.50
<b>X26</b>	<b>26</b>	104.00	4.00	0.00	13.50
<b>X27</b>	<b>27</b>	105.00	4.00	0.00	13.50
<b>X28</b>	<b>28</b>	110.00	4.00	5.00	13.50
<b>X29</b>	<b>29</b>	120.00	4.00	5.00	13.50

Fuente: Propia.



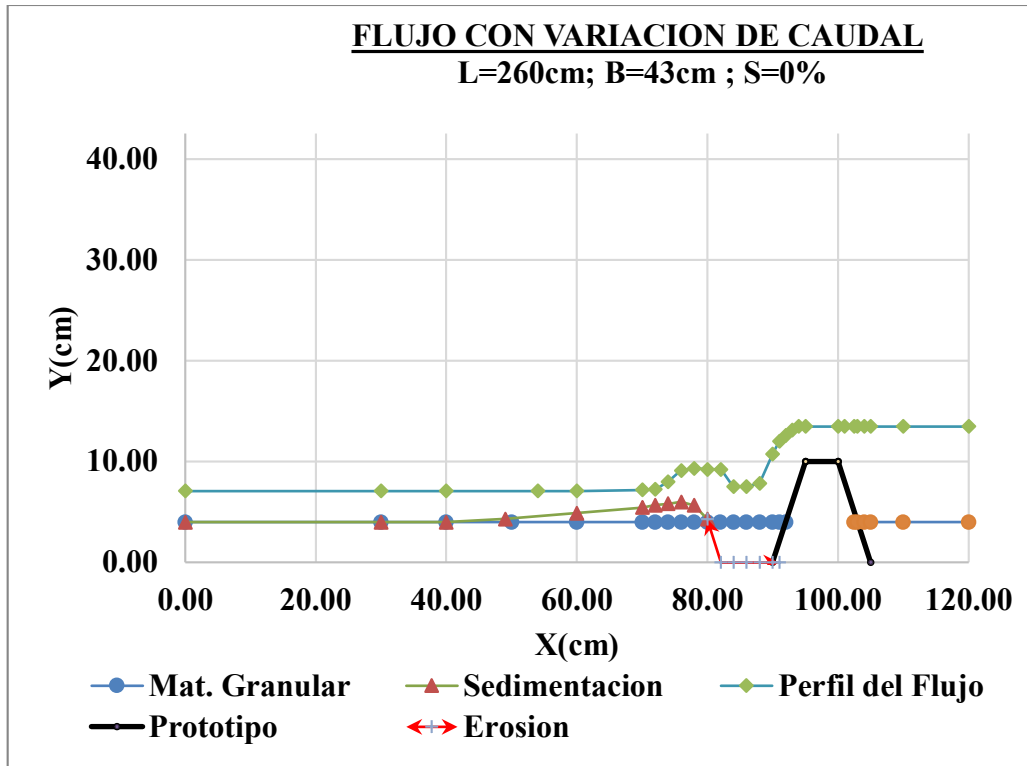


Grafico 14: Cuarto ensayo con una bomba de agua de 1 HP donde se observa la erosión y sedimentación del perfil indio.

Fuente: Propia.

Tabla 40: Volumen del cálculo de la erosión y sedimentación.

<u>VOLUMEN</u>	<u>EROSION</u>	<u>SEDIMENTACION</u>	
V-1	0.000172	0.000910	
V-2	0.001367	0.001275	
V-3	0.000176	0.000345	
V-4		0.000390	
V-5		0.000470	
V-6		0.000400	
V-7		0.000192	
<b>Σ</b>	<b>0.001716</b>	<b>0.001712</b>	<b>m3</b>

Fuente: Propia.

Tabla 41: Quinto ensayo con una bomba de agua de 1 HP.

<b><u>BARRAJE TIPO INDIO</u></b>					
<b>Q (L/s)</b>	<b>1.849</b>		<b>Material Granular</b>	<b>Sedimentación y erosión</b>	<b>Perfil del Flujo</b>
<b>S% 0</b>	<b>PUNTO N°</b>	<b>EJE X</b>	<b>EJE Y1</b>	<b>EJE Y2</b>	<b>EJE Y3</b>
<b>X1</b>	<b>1</b>	0.00	4.00	4.00	7.11
<b>X2</b>	<b>2</b>	30.00	4.00	4.00	7.11
<b>X3</b>	<b>3</b>	40.00	4.00	4.00	7.11
<b>X4</b>	<b>4</b>	49.00	4.00	4.30	7.11
<b>X5</b>	<b>5</b>	60.00	4.00	4.90	7.20
<b>X6</b>	<b>6</b>	70.00	4.00	5.45	7.23
<b>X7</b>	<b>7</b>	72.00	4.00	5.68	7.25
<b>X8</b>	<b>8</b>	74.00	4.00	5.83	8.09
<b>X9</b>	<b>9</b>	76.00	4.00	6.00	9.12
<b>X10</b>	<b>10</b>	78.00	4.00	5.65	9.32
<b>X11</b>	<b>11</b>	80.00	4.00	4.32	9.23
<b>X12</b>	<b>12</b>	82.07	4.00	0.00	9.24
<b>X13</b>	<b>13</b>	84.00	4.00	0.00	7.52
<b>X14</b>	<b>14</b>	86.00	4.00	0.00	7.53
<b>X15</b>	<b>15</b>	88.00	4.00	0.00	7.82
<b>X16</b>	<b>16</b>	90.00	4.00	0.00	10.75
<b>X17</b>	<b>17</b>	91.00	4.00	0.00	12.00
<b>X18</b>	<b>18</b>	92.50	4.00	0.00	12.60
<b>X19</b>	<b>19</b>	93.00	4.00	0.00	13.10
<b>X20</b>	<b>20</b>	94.00	4.00	0.00	13.49
<b>X21</b>	<b>21</b>	95.00	4.00	0.00	13.49
<b>X22</b>	<b>22</b>	100.00	4.00	0.00	13.49
<b>X23</b>	<b>23</b>	101.00	4.00	0.00	13.49
<b>X24</b>	<b>24</b>	102.50	4.00	0.00	13.49
<b>X25</b>	<b>25</b>	103.00	4.00	0.00	13.49
<b>X26</b>	<b>26</b>	104.00	4.00	0.00	13.49
<b>X27</b>	<b>27</b>	105.00	4.00	0.00	13.49
<b>X28</b>	<b>28</b>	110.00	4.00	5.00	13.49
<b>X29</b>	<b>29</b>	120.00	4.00	5.00	13.49

Fuente: Propia.

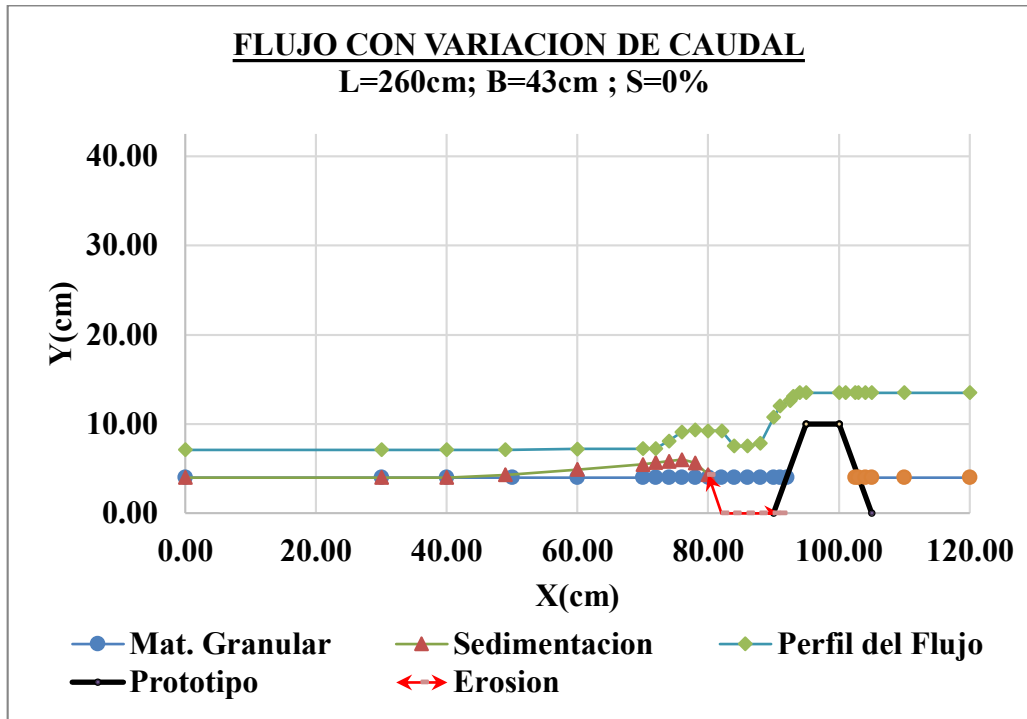


Grafico 15: Quinto ensayo con una bomba de agua de 1 HP donde se observa la erosión y sedimentación del perfil indio.

Fuente: Propia.

Tabla 42: Volumen del cálculo de la erosión y sedimentación.

<u>VOLUMEN</u>	<u>EROSION</u>	<u>SEDIMENTACION</u>	
V-1	0.000215	0.000660	
V-2	0.001364	0.001175	
V-3	0.000178	0.000313	
V-4		0.000351	
V-5		0.000383	
V-6		0.000435	
V-7		0.000463	
<b>Σ</b>	<b>0.001757</b>	<b>0.001625</b>	m3

Fuente: Propia

Tabla 43: Sexto ensayo con una bomba de agua de 1 HP.

<b>BARRAJE TIPO INDIO</b>					
<b>Q (L/s)</b>	<b>1.849</b>	<b>Material Granular</b>	<b>Sedimentación y erosión</b>	<b>Perfil del Flujo</b>	
<b>S% 0</b>	<b>PUNTO N°</b>	<b>EJE X</b>	<b>EJE Y1</b>	<b>EJE Y2</b>	<b>EJE Y3</b>
<b>X1</b>	<b>1</b>	0.00	4.00	4.00	7.11
<b>X2</b>	<b>2</b>	30.00	4.00	4.00	7.11
<b>X3</b>	<b>3</b>	40.00	4.00	4.00	7.11
<b>X4</b>	<b>4</b>	49.00	4.00	4.35	7.11
<b>X5</b>	<b>5</b>	60.00	4.00	4.92	7.20
<b>X6</b>	<b>6</b>	70.00	4.00	5.45	7.23
<b>X7</b>	<b>7</b>	72.00	4.00	5.68	8.08
<b>X8</b>	<b>8</b>	74.00	4.00	5.83	9.10
<b>X9</b>	<b>9</b>	76.00	4.00	6.00	9.12
<b>X10</b>	<b>10</b>	78.00	4.00	5.65	9.32
<b>X11</b>	<b>11</b>	80.00	4.00	4.32	9.23
<b>X12</b>	<b>12</b>	82.07	4.00	0.00	9.24
<b>X13</b>	<b>13</b>	84.00	4.00	0.00	9.25
<b>X14</b>	<b>14</b>	86.00	4.00	0.00	7.53
<b>X15</b>	<b>15</b>	88.00	4.00	0.00	7.82
<b>X16</b>	<b>16</b>	90.00	4.00	0.00	10.75
<b>X17</b>	<b>17</b>	91.00	4.00	0.00	12.00
<b>X18</b>	<b>18</b>	92.00	4.00	0.00	12.60
<b>X19</b>	<b>19</b>	93.00	4.00	0.00	13.10
<b>X20</b>	<b>20</b>	94.00	4.00	0.00	13.50
<b>X21</b>	<b>21</b>	95.00	4.00	0.00	13.50
<b>X22</b>	<b>22</b>	100.00	4.00	0.00	13.50
<b>X23</b>	<b>23</b>	101.00	4.00	0.00	13.50
<b>X24</b>	<b>24</b>	102.50	4.00	0.00	13.50
<b>X25</b>	<b>25</b>	103.00	4.00	0.00	13.50
<b>X26</b>	<b>26</b>	104.00	4.00	0.00	13.50
<b>X27</b>	<b>27</b>	105.00	4.00	0.00	13.50
<b>X28</b>	<b>28</b>	110.00	4.00	5.00	13.50
<b>X29</b>	<b>29</b>	120.00	4.00	5.00	13.50

Fuente: Propia.

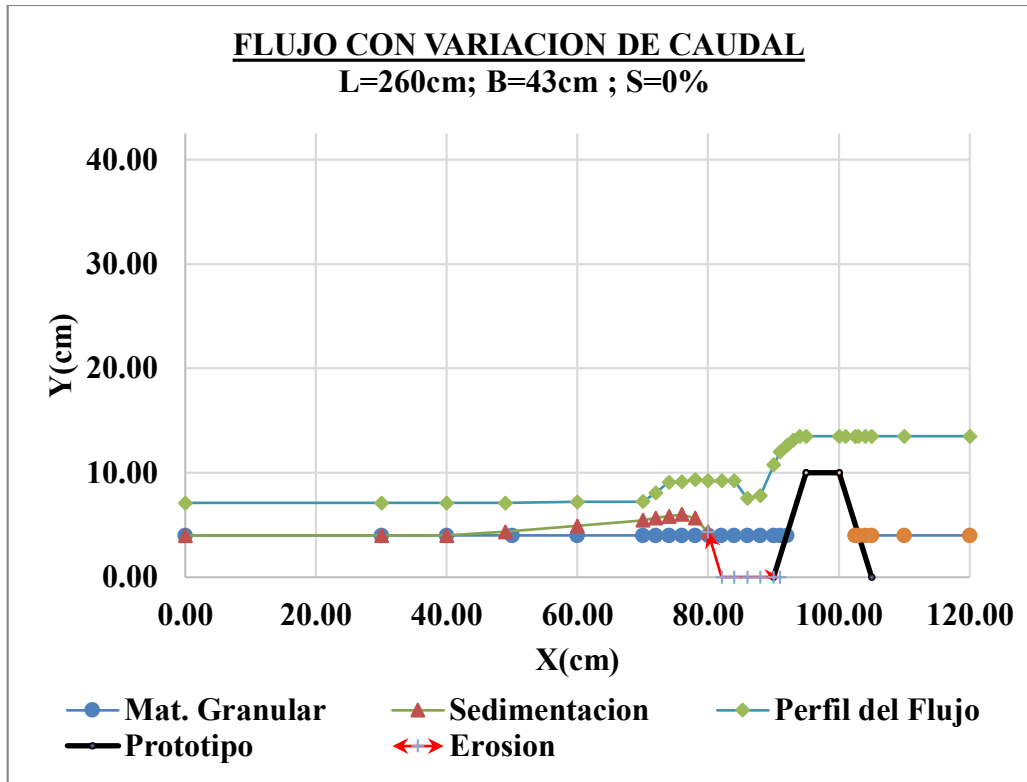


Grafico 16: Sexto ensayo con una bomba de agua de 1 HP donde se observa la erosión y sedimentación del perfil indio.

Fuente: Propia.

Tabla 44: Volumen del cálculo de la erosión y sedimentación.

<u>VOLUMEN</u>	<u>EROSION</u>	<u>SEDIMENTACION</u>	
V-1	0.000172	0.000699	
V-2	0.001364	0.001185	
V-3	0.000178	0.000313	
V-4		0.000351	
V-5		0.000383	
V-6		0.000435	
V-7		0.000463	
<b>Σ</b>	<b>0.001714</b>	<b>0.001646</b>	m3

Fuente: Propia.

Tabla 45: Séptimo ensayo con una bomba de agua de 1 HP.

<b><u>BARRAJE TIPO INDIO</u></b>					
<b>Q (L/s)</b>	<b>1.849</b>		<b>Material Granular</b>	<b>Sedimentación y erosión</b>	<b>Perfil del Flujo</b>
<b>S% 0</b>	<b>PUNTO Nº</b>	<b>EJE X</b>	<b>EJE Y1</b>	<b>EJE Y2</b>	<b>EJE Y3</b>
<b>X1</b>	<b>1</b>	0.00	4.00	4.00	7.12
<b>X2</b>	<b>2</b>	30.00	4.00	4.00	7.12
<b>X3</b>	<b>3</b>	40.00	4.00	4.00	7.12
<b>X4</b>	<b>4</b>	45.00	4.00	4.32	7.12
<b>X5</b>	<b>5</b>	60.00	4.00	4.91	7.21
<b>X6</b>	<b>6</b>	70.00	4.00	5.47	7.22
<b>X7</b>	<b>7</b>	72.00	4.00	5.68	8.10
<b>X8</b>	<b>8</b>	74.00	4.00	5.83	9.00
<b>X9</b>	<b>9</b>	76.00	4.00	6.15	9.12
<b>X10</b>	<b>10</b>	78.00	4.00	5.65	9.35
<b>X11</b>	<b>11</b>	80.02	4.00	4.32	9.40
<b>X12</b>	<b>12</b>	82.07	4.00	0.00	9.24
<b>X13</b>	<b>13</b>	84.00	4.00	0.00	9.15
<b>X14</b>	<b>14</b>	86.00	4.00	0.00	7.45
<b>X15</b>	<b>15</b>	88.00	4.00	0.00	7.82
<b>X16</b>	<b>16</b>	90.00	4.00	0.00	10.75
<b>X17</b>	<b>17</b>	91.00	4.00	0.00	12.00
<b>X18</b>	<b>18</b>	92.00	4.00	0.00	12.60
<b>X19</b>	<b>19</b>	93.00	4.00	0.00	13.10
<b>X20</b>	<b>20</b>	94.00	4.00	0.00	13.51
<b>X21</b>	<b>21</b>	95.00	4.00	0.00	13.51
<b>X22</b>	<b>22</b>	100.00	4.00	0.00	13.51
<b>X23</b>	<b>23</b>	101.00	4.00	0.00	13.51
<b>X24</b>	<b>24</b>	102.50	4.00	0.00	13.51
<b>X25</b>	<b>25</b>	103.00	4.00	0.00	13.51
<b>X26</b>	<b>26</b>	104.00	4.00	0.00	13.51
<b>X27</b>	<b>27</b>	105.00	4.00	0.00	13.51
<b>X28</b>	<b>28</b>	110.00	4.00	5.00	13.51
<b>X29</b>	<b>29</b>	120.00	4.00	5.00	13.51

Fuente: Propia.

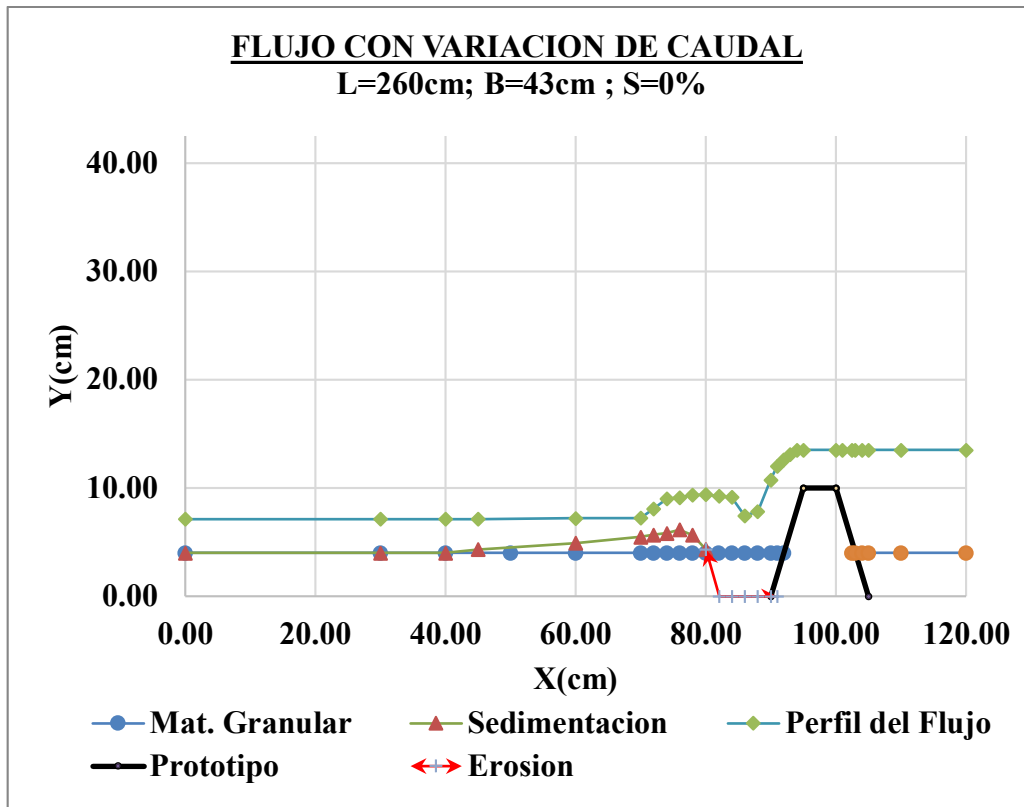


Grafico 17: Séptimo ensayo con una bomba de agua de 1 HP donde se observa la erosión y sedimentación del perfil indio.

Fuente: Propia.

Tabla 46: Volumen del cálculo de la erosión y sedimentación.

<u>VOLUMEN</u>	<u>EROSION</u>	<u>SEDIMENTACION</u>	
V-1	0.000172	0.000677	
V-2	0.001364	0.001190	
V-3	0.000176	0.000315	
V-4		0.000351	
V-5		0.000398	
V-6		0.000480	
V-7		0.000463	
<b>Σ</b>	<b>0.001712</b>	<b>0.001666</b>	m3

Fuente: Pr

Tabla 47: Octavo ensayo con una bomba de agua de 1 HP.

<b><u>BARRAJE TIPO INDIO</u></b>					
<b>Q (L/s)</b>	<b>1.857</b>	<b>Material Granular</b>	<b>Sedimentación y erosión</b>	<b>Perfil del Flujo</b>	
<b>S%</b>	<b>PUNTO N°</b>	<b>EJE X</b>	<b>EJE Y1</b>	<b>EJE Y2</b>	<b>EJE Y3</b>
<b>X1</b>	<b>1</b>	0.00	4.00	4.00	7.08
<b>X2</b>	<b>2</b>	30.00	4.00	4.00	7.08
<b>X3</b>	<b>3</b>	40.00	4.00	4.00	7.08
<b>X4</b>	<b>4</b>	50.00	4.00	4.38	7.08
<b>X5</b>	<b>5</b>	60.00	4.00	4.90	7.08
<b>X6</b>	<b>6</b>	70.00	4.00	5.65	7.20
<b>X7</b>	<b>7</b>	72.00	4.00	5.80	9.08
<b>X8</b>	<b>8</b>	74.00	4.00	6.10	9.12
<b>X9</b>	<b>9</b>	76.00	4.00	5.60	9.15
<b>X10</b>	<b>10</b>	78.00	4.00	4.80	9.32
<b>X11</b>	<b>11</b>	80.04	4.00	4.48	9.23
<b>X12</b>	<b>12</b>	82.00	4.00	0.00	9.24
<b>X13</b>	<b>13</b>	84.00	4.00	0.00	7.35
<b>X14</b>	<b>14</b>	86.00	4.00	0.00	7.53
<b>X15</b>	<b>15</b>	88.00	4.00	0.00	7.82
<b>X16</b>	<b>16</b>	90.00	4.00	0.00	10.75
<b>X17</b>	<b>17</b>	91.00	4.00	0.00	12.00
<b>X18</b>	<b>18</b>	92.00	4.00	0.00	12.60
<b>X19</b>	<b>19</b>	93.00	4.00	0.00	13.10
<b>X20</b>	<b>20</b>	94.00	4.00	0.00	13.50
<b>X21</b>	<b>21</b>	95.00	4.00	0.00	13.50
<b>X22</b>	<b>22</b>	100.00	4.00	0.00	13.50
<b>X23</b>	<b>23</b>	101.00	4.00	0.00	13.50
<b>X24</b>	<b>24</b>	102.50	4.00	0.00	13.50
<b>X25</b>	<b>25</b>	103.00	4.00	0.00	13.50
<b>X26</b>	<b>26</b>	104.00	4.00	0.00	13.50
<b>X27</b>	<b>27</b>	105.00	4.00	0.00	13.50
<b>X28</b>	<b>28</b>	110.00	4.00	5.00	13.50
<b>X29</b>	<b>29</b>	120.00	4.00	5.00	13.50

Fuente: Propia



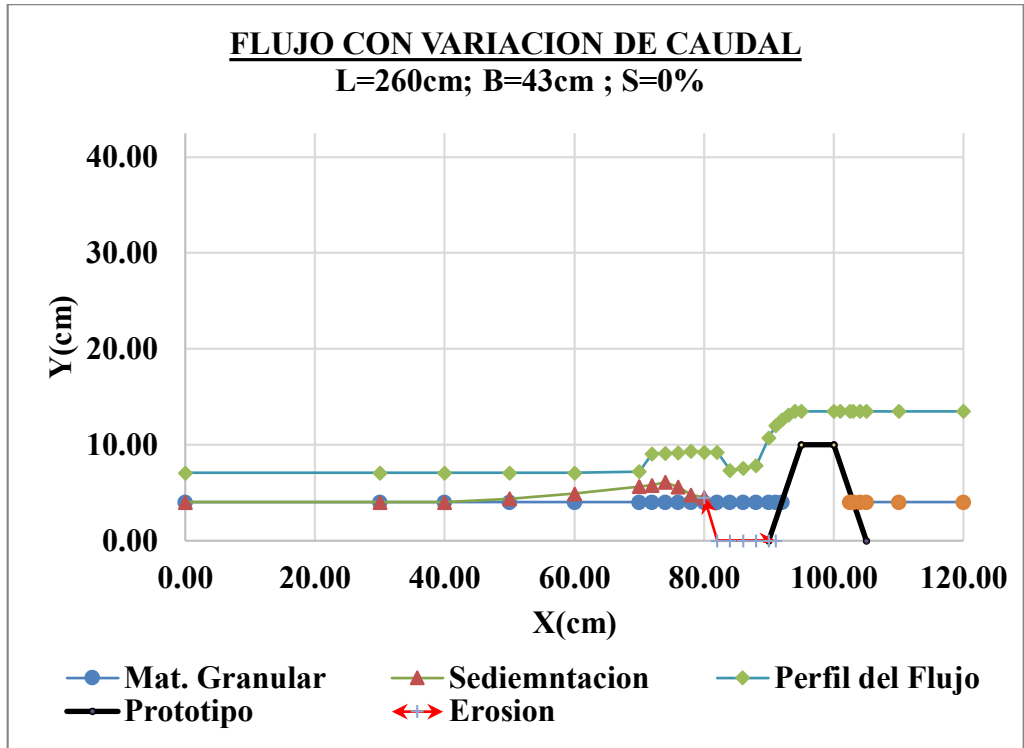


Grafico 18: Octavo ensayo con una bomba de agua de 1 HP donde se observa la erosión y sedimentación del perfil indio.

Fuente: Propia.

Tabla 48: Volumen del cálculo de la erosión y sedimentación.

<u>VOLUMEN</u>	<u>EROSION</u>	<u>SEDIMENTACION</u>	
V-1	0.000172	0.000896	
V-2	0.001376	0.001275	
V-3	0.000169	0.000345	
V-4		0.000390	
V-5		0.000470	
V-6		0.000400	
V-7		0.000192	
<b>Σ</b>	<b>0.001717</b>	<b>0.001706</b>	m <sup>3</sup>

Fuente: Propia.

Tabla 49: Noveno ensayo con una bomba de agua de 1 HP.

<b><u>BARRAJE TIPO INDIO</u></b>					
<b>Q (L/s)</b>	<b>1.849</b>		<b>Material Granular</b>	<b>Sedimentación y erosión</b>	<b>Perfil del Flujo</b>
<b>S% 0</b>	<b>PUNTO N°</b>	<b>EJE X</b>	<b>EJE Y1</b>	<b>EJE Y2</b>	<b>EJE Y3</b>
X1	1	0.00	4.00	4.00	7.08
X2	2	30.00	4.00	4.00	7.08
X3	3	40.00	4.00	4.00	7.08
X4	4	50.00	4.00	4.38	7.08
X5	5	60.00	4.00	4.90	7.08
X6	6	70.00	4.00	5.65	7.20
X7	7	72.00	4.00	5.85	8.70
X8	8	74.00	4.00	6.10	9.10
X9	9	76.00	4.00	5.60	9.15
X10	10	78.00	4.00	4.80	9.32
X11	11	80.15	4.00	4.48	9.28
X12	12	82.00	4.00	0.00	9.20
X13	13	84.00	4.00	0.00	7.40
X14	14	86.00	4.00	0.00	7.53
X15	15	88.00	4.00	0.00	7.82
X16	16	90.00	4.00	0.00	10.75
X17	17	91.00	4.00	0.00	12.00
X18	18	92.00	4.00	0.00	12.60
X19	19	93.00	4.00	0.00	13.10
X20	20	94.00	4.00	0.00	13.50
X21	21	95.00	4.00	0.00	13.50
X22	22	100.00	4.00	0.00	13.50
X23	23	101.00	4.00	0.00	13.50
X24	24	102.50	4.00	0.00	13.50
X25	25	103.00	4.00	0.00	13.50
X26	26	104.00	4.00	0.00	13.50
X27	27	105.00	4.00	0.00	13.50
X28	28	110.00	4.00	5.00	13.50
X29	29	120.00	4.00	5.00	13.50

Fuente: Propia.

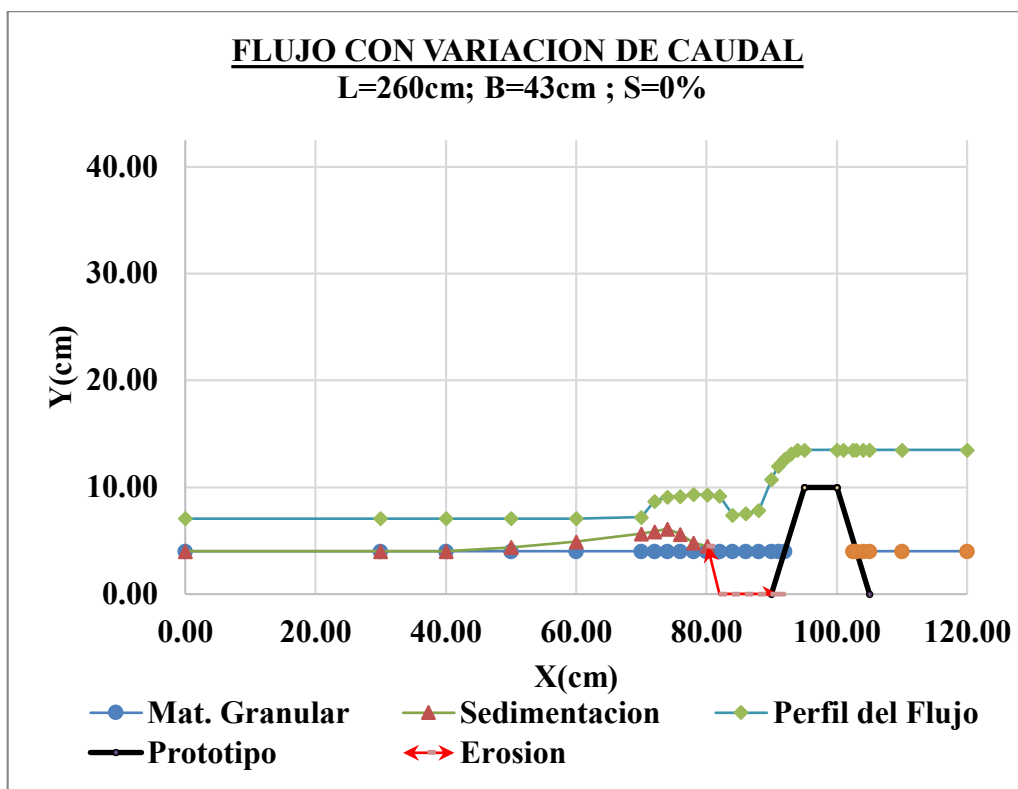


Grafico 19: Noveno ensayo con una bomba de agua de 1 HP donde se observa la erosión y sedimentación del perfil indio.

Fuente: Propia.

Tabla 50: Volumen del cálculo de la erosión y sedimentación.

<u>VOLUMEN</u>	<u>EROSION</u>	<u>SEDIMENTACION</u>	
V-1	0.000172	0.000896	
V-2	0.001376	0.001275	
V-3	0.000159	0.000350	
V-4		0.000395	
V-5		0.000470	
V-6		0.000400	
V-7		0.000192	
<b>Σ</b>	<b>0.001707</b>	<b>0.001711</b>	<b>m3</b>

Fuente: Propia

Tabla 51: Decimo ensayo con una bomba de agua de 1 HP.

<b>BARRAJE TIPO INDIO</b>					
<b>Q (L/s)</b>	<b>1.854</b>	<b>Material Granular</b>	<b>Sedimentación y erosión</b>	<b>Perfil del Flujo</b>	
<b>S%</b>	<b>PUNTO</b>	<b>EJE</b>	<b>EJE</b>	<b>EJE</b>	<b>EJE</b>
<b>0</b>	<b>Nº</b>	<b>X</b>	<b>Y1</b>	<b>Y2</b>	<b>Y3</b>
<b>X1</b>	<b>1</b>	0.00	4.00	4.00	7.08
<b>X2</b>	<b>2</b>	30.00	4.00	4.00	7.08
<b>X3</b>	<b>3</b>	40.00	4.00	4.00	7.08
<b>X4</b>	<b>4</b>	50.00	4.00	4.40	7.08
<b>X5</b>	<b>5</b>	60.00	4.00	4.92	7.08
<b>X6</b>	<b>6</b>	70.00	4.00	5.70	7.20
<b>X7</b>	<b>7</b>	72.00	4.00	5.80	8.70
<b>X8</b>	<b>8</b>	74.00	4.00	6.05	9.10
<b>X9</b>	<b>9</b>	76.00	4.00	5.50	9.15
<b>X10</b>	<b>10</b>	78.00	4.00	4.80	9.32
<b>X11</b>	<b>11</b>	80.00	4.00	4.45	9.28
<b>X12</b>	<b>12</b>	82.00	4.00	0.00	9.20
<b>X13</b>	<b>13</b>	84.00	4.00	0.00	7.45
<b>X14</b>	<b>14</b>	86.00	4.00	0.00	7.53
<b>X15</b>	<b>15</b>	88.00	4.00	0.00	7.82
<b>X16</b>	<b>16</b>	90.00	4.00	0.00	10.75
<b>X17</b>	<b>17</b>	91.00	4.00	0.00	12.00
<b>X18</b>	<b>18</b>	92.00	4.00	0.00	12.60
<b>X19</b>	<b>19</b>	93.00	4.00	0.00	13.10
<b>X20</b>	<b>20</b>	94.00	4.00	0.00	13.49
<b>X21</b>	<b>21</b>	95.00	4.00	0.00	13.49
<b>X22</b>	<b>22</b>	100.00	4.00	0.00	13.49
<b>X23</b>	<b>23</b>	101.00	4.00	0.00	13.49
<b>X24</b>	<b>24</b>	102.50	4.00	0.00	13.49
<b>X25</b>	<b>25</b>	103.00	4.00	0.00	13.49
<b>X26</b>	<b>26</b>	104.00	4.00	0.00	13.49
<b>X27</b>	<b>27</b>	105.00	4.00	0.00	13.49
<b>X28</b>	<b>28</b>	110.00	4.00	5.00	13.49
<b>X29</b>	<b>29</b>	120.00	4.00	5.00	13.49

Fuente: Propia.

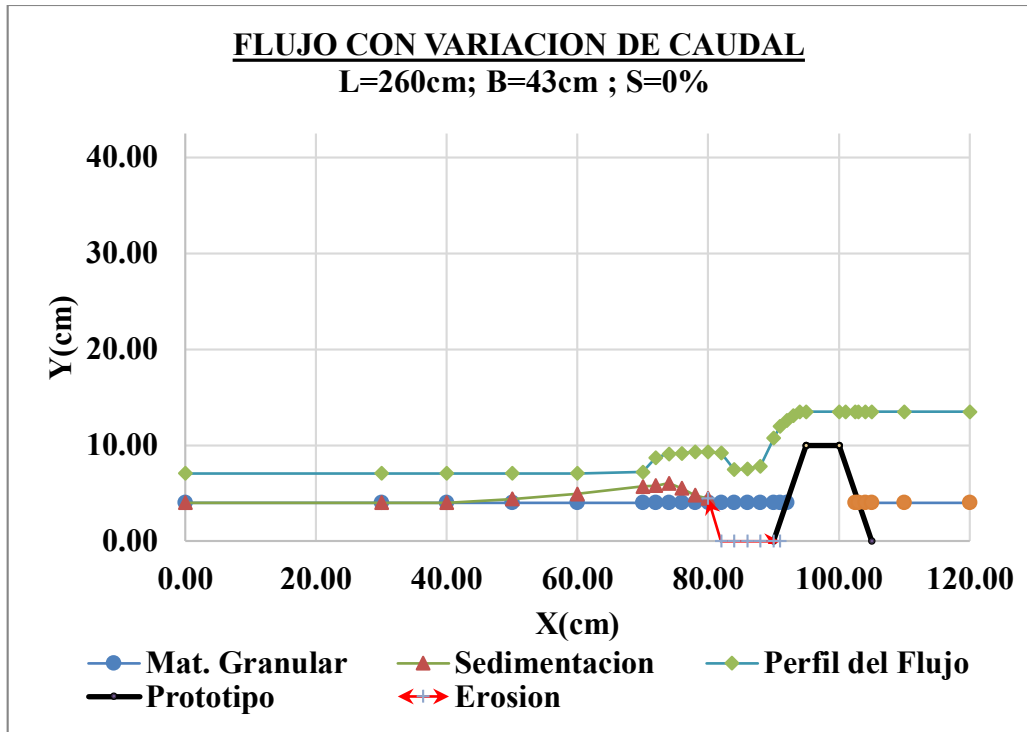


Grafico 20: Decimo ensayo con una bomba de agua de 1 HP donde se observa la erosión y sedimentación del perfil indio.

Fuente: Propia.

Tabla 52: Volumen del cálculo de la erosión y sedimentación.

<u>VOLUMEN</u>	<u>EROSION</u>	<u>SEDIMENTACION</u>	
V-1	0.000172	0.000924	
V-2	0.001376	0.001310	
V-3	0.000172	0.000350	
V-4		0.000385	
V-5		0.000465	
V-6		0.000370	
V-7		0.000195	
<b>Σ</b>	<b>0.001720</b>	<b>0.001720</b>	m3

Fuente: Propia

#### 4.1.2.3 Bomba de agua de 2 HP

##### Perfil Creager.

Tabla 53: Primer ensayo con una bomba de agua de 2 HP.

<b><u>BARRAJE TIPO CREAGER</u></b>					
<b>Q (L/s)</b>	<b>2.441</b>		<b>Material Granular</b>	<b>Sedimentación y erosión</b>	<b>Perfil del Flujo</b>
<b>S% 0</b>	<b>PUNTO N°</b>	<b>EJE X</b>	<b>EJE Y1</b>	<b>EJE Y2</b>	<b>EJE Y3</b>
<b>X1</b>	<b>1</b>	0.00	4.00	4.00	8.90
<b>X2</b>	<b>2</b>	20.00	4.00	4.00	8.90
<b>X3</b>	<b>3</b>	30.00	4.00	4.30	8.90
<b>X4</b>	<b>4</b>	53.00	4.00	5.00	8.90
<b>X5</b>	<b>5</b>	60.00	4.00	5.90	8.90
<b>X6</b>	<b>6</b>	70.00	4.00	6.10	8.90
<b>X7</b>	<b>7</b>	72.00	4.00	4.30	9.20
<b>X8</b>	<b>8</b>	74.00	4.00	0.00	10.25
<b>X9</b>	<b>9</b>	76.00	4.00	0.00	10.30
<b>X10</b>	<b>10</b>	78.00	4.00	0.00	10.30
<b>X11</b>	<b>11</b>	80.00	4.00	0.00	10.20
<b>X12</b>	<b>12</b>	82.50	4.00	0.00	9.80
<b>X13</b>	<b>13</b>	84.00	4.00	0.00	7.45
<b>X14</b>	<b>14</b>	86.00	4.00	0.00	7.65
<b>X15</b>	<b>15</b>	88.00	4.00	0.00	7.80
<b>X16</b>	<b>16</b>	90.00	4.00	0.00	8.80
<b>X17</b>	<b>17</b>	91.00	4.00	0.00	9.40
<b>X18</b>	<b>18</b>	92.50	4.00	0.00	10.00
<b>X19</b>	<b>19</b>	93.00	4.00	0.00	10.40
<b>X20</b>	<b>20</b>	94.00	4.00	0.00	10.80
<b>X21</b>	<b>21</b>	95.00	4.00	0.00	11.10
<b>X22</b>	<b>22</b>	100.00	4.00	0.00	12.75
<b>X23</b>	<b>23</b>	101.00	4.00	0.00	13.05
<b>X24</b>	<b>24</b>	102.50	4.00	0.00	13.20
<b>X25</b>	<b>25</b>	103.00	4.00	0.00	13.35
<b>X26</b>	<b>26</b>	104.00	4.00	0.00	13.45
<b>X27</b>	<b>27</b>	105.00	4.00	0.00	13.55
<b>X28</b>	<b>28</b>	110.00	4.00	5.00	13.55
<b>X29</b>	<b>29</b>	120.00	4.00	5.00	13.55

Fuente: Propia.

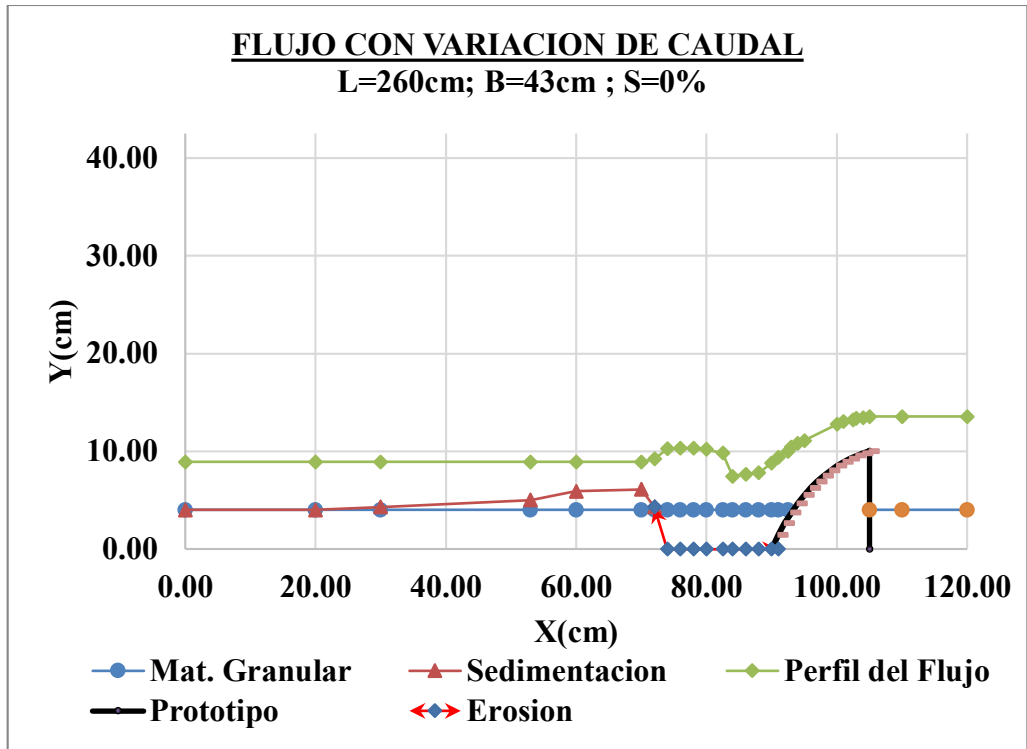


Grafico 21: Primer ensayo con una bomba de agua de 2 HP donde se observa la erosión y sedimentación del perfil Creager.

*Fuente: Propia.*

Tabla 54: Volumen del cálculo de la erosión y sedimentación.

<b><u>VOLUMEN</u></b>	<b><u>EROSION</u></b>	<b><u>SEDIMENTACION</u></b>	
V-1	0.000215	0.000150	
V-2	0.002752	0.000650	
V-3	0.000172	0.001450	
V-4		0.002000	
V-5		0.003000	
<b>Σ</b>	<b>0.003139</b>	<b>0.003118</b>	<b>m3</b>

*Fuente: Propia.*

Tabla 55: Segundo ensayo con una bomba de agua de 2 HP.

<b>BARRAJE TIPO CREAGER</b>					
<b>Q (L/s)</b>	<b>2.441</b>		<b>Material Granular</b>	<b>Sedimentación y erosión</b>	<b>Perfil del Flujo</b>
<b>S%</b>	<b>PUNTO</b>	<b>EJE</b>	<b>EJE</b>	<b>EJE</b>	<b>EJE</b>
<b>0</b>	<b>Nº</b>	<b>X</b>	<b>Y1</b>	<b>Y2</b>	<b>Y3</b>
<b>X1</b>	<b>1</b>	0.00	4.00	4.00	8.90
<b>X2</b>	<b>2</b>	20.00	4.00	4.00	8.90
<b>X3</b>	<b>3</b>	32.00	4.00	4.32	8.90
<b>X4</b>	<b>4</b>	50.00	4.00	5.20	8.90
<b>X5</b>	<b>5</b>	60.00	4.00	6.05	8.90
<b>X6</b>	<b>6</b>	70.00	4.00	6.20	8.90
<b>X7</b>	<b>7</b>	72.00	4.00	6.20	9.20
<b>X8</b>	<b>8</b>	74.00	4.00	4.40	10.25
<b>X9</b>	<b>9</b>	76.00	4.00	0.00	10.30
<b>X10</b>	<b>10</b>	78.00	4.00	0.00	10.30
<b>X11</b>	<b>11</b>	80.00	4.00	0.00	10.20
<b>X12</b>	<b>12</b>	82.50	4.00	0.00	9.80
<b>X13</b>	<b>13</b>	84.00	4.00	0.00	7.45
<b>X14</b>	<b>14</b>	86.00	4.00	0.00	7.65
<b>X15</b>	<b>15</b>	88.00	4.00	0.00	7.80
<b>X16</b>	<b>16</b>	90.00	4.00	0.00	8.80
<b>X17</b>	<b>17</b>	91.00	4.00	0.00	9.40
<b>X18</b>	<b>18</b>	92.50	4.00	0.00	10.00
<b>X19</b>	<b>19</b>	93.00	4.00	0.00	10.40
<b>X20</b>	<b>20</b>	94.00	4.00	0.00	10.80
<b>X21</b>	<b>21</b>	95.00	4.00	0.00	11.10
<b>X22</b>	<b>22</b>	100.00	4.00	0.00	12.75
<b>X23</b>	<b>23</b>	101.00	4.00	0.00	13.05
<b>X24</b>	<b>24</b>	102.50	4.00	0.00	13.20
<b>X25</b>	<b>25</b>	103.00	4.00	0.00	13.35
<b>X26</b>	<b>26</b>	104.00	4.00	0.00	13.40
<b>X27</b>	<b>27</b>	105.00	4.00	0.00	13.48
<b>X28</b>	<b>28</b>	110.00	4.00	5.00	13.48
<b>X29</b>	<b>29</b>	120.00	4.00	5.00	13.48

Fuente: Propia



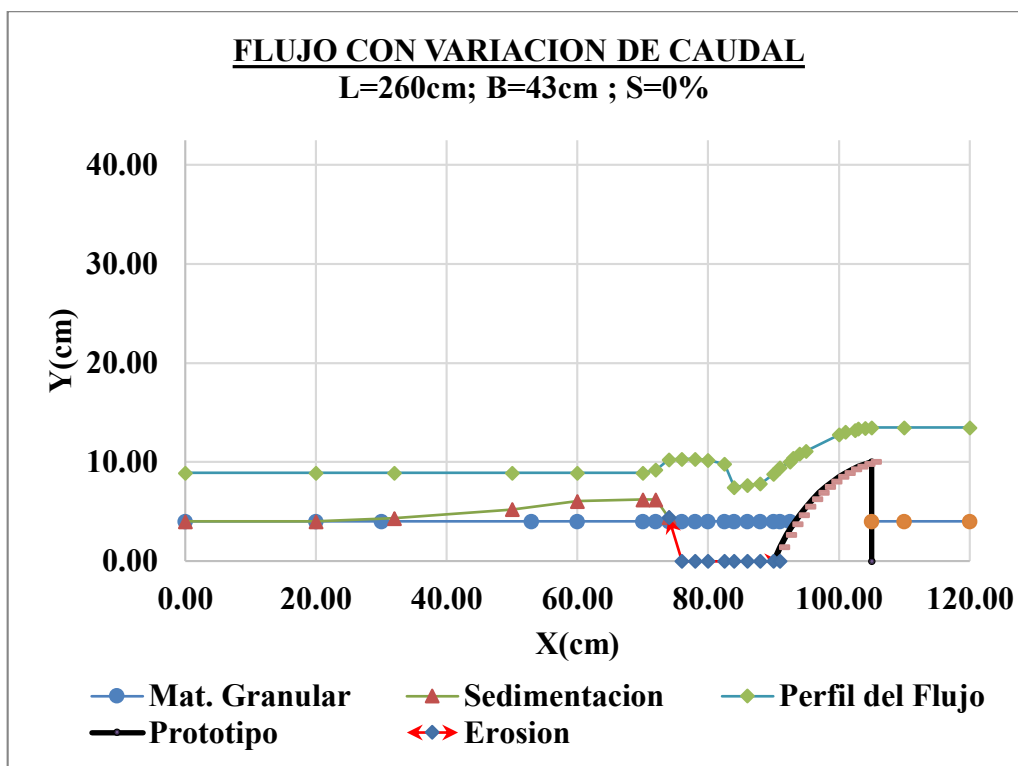


Grafico 22: Segundo ensayo con una bomba de agua de 2 HP donde se observa la erosión y sedimentación del perfil Creager.

Fuente: Propia.

Tabla 56: Volumen del cálculo de la erosión y sedimentación.

<u>VOLUMEN</u>	<u>EROSION</u>	<u>SEDIMENTACION</u>	
V-1	0.000215	0.001368	
V-2	0.002408	0.001625	
V-3	0.000004	0.002125	
V-4		0.000440	
V-5		0.000620	
<b>Σ</b>	<b>0.002627</b>	<b>0.002657</b>	m3

Fuente: Propia.

Tabla 57: Tercer ensayo con una bomba de agua de 2 HP.

Q (L/s)	<b>BARRAJE TIPO CREAGER</b>				
	2.441		Material Granular	Sedimentación y erosión	Perfil del Flujo
	S% 0	PUNTO N°	EJE X	EJE Y1	EJE Y2
X1	1	0.00	4.00	4.00	8.90
X2	2	20.00	4.00	4.00	8.90
X3	3	35.00	4.00	4.40	8.90
X4	4	50.00	4.00	5.35	8.90
X5	5	60.00	4.00	5.90	8.90
X6	6	70.00	4.00	6.37	8.90
X7	7	72.00	4.00	6.15	9.20
X8	8	74.00	4.00	4.50	10.25
X9	9	75.00	4.00	0.00	10.30
X10	10	78.00	4.00	0.00	10.30
X11	11	80.00	4.00	0.00	10.20
X12	12	82.00	4.00	0.00	9.80
X13	13	84.00	4.00	0.00	7.05
X14	14	86.00	4.00	0.00	7.65
X15	15	88.00	4.00	0.00	7.80
X16	16	90.00	4.00	0.00	8.80
X17	17	91.00	4.00	0.00	9.40
X18	18	92.50	4.00	0.00	10.00
X19	19	93.00	4.00	0.00	10.40
X20	20	94.00	4.00	0.00	10.80
X21	21	95.00	4.00	0.00	11.10
X22	22	100.00	4.00	0.00	12.75
X23	23	101.00	4.00	0.00	13.05
X24	24	102.50	4.00	0.00	13.20
X25	25	103.00	4.00	0.00	13.35
X26	26	104.00	4.00	0.00	13.40
X27	27	105.00	4.00	0.00	13.50
X28	28	110.00	4.00	5.00	13.50
X29	29	120.00	4.00	5.00	13.50

Fuente: Propia.

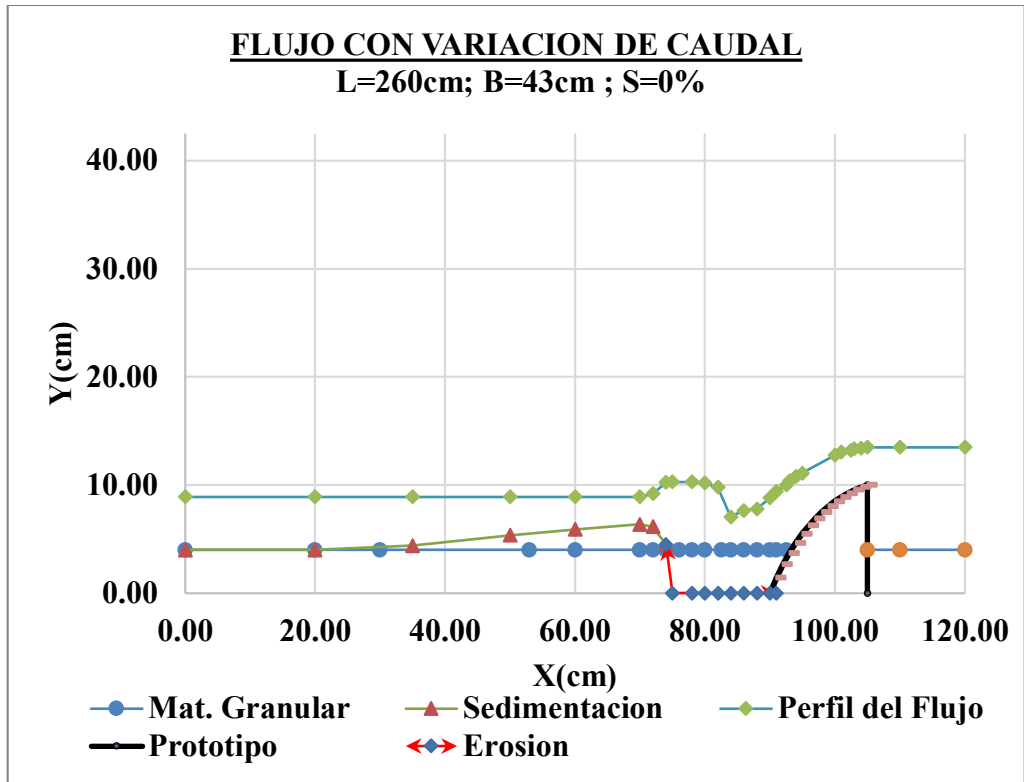


Grafico 23: Tercer ensayo con una bomba de agua de 2 HP donde se observa la erosión y sedimentación del perfil Creager.

Fuente: Propia.

Tabla 58: Volumen del cálculo de la erosión y sedimentación.

<b><u>VOLUMEN</u></b>	<b><u>EROSION</u></b>	<b><u>SEDIMENTACION</u></b>	
V-1	0.000215	0.002188	
V-2	0.002580	0.001625	
V-3	0.000258	0.002135	
V-4		0.000496	
V-5		0.000595	
<b>Σ</b>	<b>0.003053</b>	<b>0.003027</b>	<b>m3</b>

Fuente: Propia.

Tabla 59: Cuarto ensayo con una bomba de agua de 2 HP.

<b>BARRAJE TIPO CREAGER</b>					
<b>Q (L/s)</b>	<b>2.441</b>		<b>Material Granular</b>	<b>Sedimentación y erosión</b>	<b>Perfil del Flujo</b>
<b>S% 0</b>	<b>PUNTO Nº</b>	<b>EJE X</b>	<b>EJE Y1</b>	<b>EJE Y2</b>	<b>EJE Y3</b>
<b>X1</b>	<b>1</b>	0.00	4.00	4.00	8.90
<b>X2</b>	<b>2</b>	20.00	4.00	4.00	8.90
<b>X3</b>	<b>3</b>	35.00	4.00	4.40	8.90
<b>X4</b>	<b>4</b>	50.00	4.00	5.55	8.90
<b>X5</b>	<b>5</b>	60.00	4.00	5.90	8.90
<b>X6</b>	<b>6</b>	70.00	4.00	6.37	8.90
<b>X7</b>	<b>7</b>	72.00	4.00	6.40	9.20
<b>X8</b>	<b>8</b>	74.00	4.00	4.65	10.25
<b>X9</b>	<b>9</b>	75.00	4.00	0.00	10.30
<b>X10</b>	<b>10</b>	78.00	4.00	0.00	10.30
<b>X11</b>	<b>11</b>	80.00	4.00	0.00	10.20
<b>X12</b>	<b>12</b>	82.00	4.00	0.00	9.80
<b>X13</b>	<b>13</b>	84.00	4.00	0.00	7.05
<b>X14</b>	<b>14</b>	86.00	4.00	0.00	7.65
<b>X15</b>	<b>15</b>	88.00	4.00	0.00	7.80
<b>X16</b>	<b>16</b>	90.00	4.00	0.00	8.80
<b>X17</b>	<b>17</b>	91.00	4.00	0.00	9.40
<b>X18</b>	<b>18</b>	92.00	4.00	0.00	10.00
<b>X19</b>	<b>19</b>	93.00	4.00	0.00	10.40
<b>X20</b>	<b>20</b>	94.00	4.00	0.00	10.80
<b>X21</b>	<b>21</b>	95.00	4.00	0.00	11.10
<b>X22</b>	<b>22</b>	100.00	4.00	0.00	12.75
<b>X23</b>	<b>23</b>	101.00	4.00	0.00	13.05
<b>X24</b>	<b>24</b>	102.50	4.00	0.00	13.20
<b>X25</b>	<b>25</b>	103.00	4.00	0.00	13.35
<b>X26</b>	<b>26</b>	104.00	4.00	0.00	13.40
<b>X27</b>	<b>27</b>	105.00	4.00	0.00	13.50
<b>X28</b>	<b>28</b>	110.00	4.00	5.00	13.50
<b>X29</b>	<b>29</b>	120.00	4.00	5.00	13.50

Fuente: Propia.

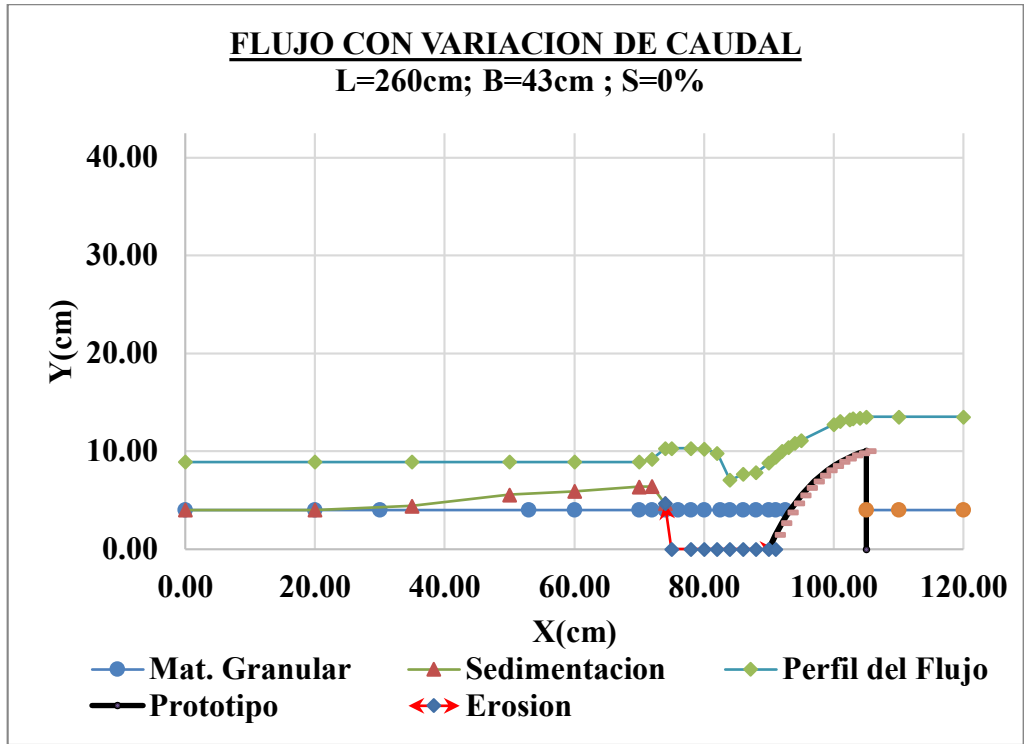


Grafico 24: Cuarto ensayo con una bomba de agua de 2 HP donde se observa la erosión y sedimentación del perfil Creager.

Fuente: Propia.

Tabla 60: Volumen del cálculo de la erosión y sedimentación.

<u>VOLUMEN</u>	<u>EROSION</u>	<u>SEDIMENTACION</u>	
V-1	0.000172	0.000975	
V-2	0.002580	0.001725	
V-3	0.000172	0.002135	
V-4		0.000477	
V-5		0.000655	
V-6		0.000595	
<b>Σ</b>	<b>0.002924</b>	<b>0.002822</b>	<b>m3</b>

Fuente: Propia.

Tabla 61: Quinto ensayo con una bomba de agua de 2 HP.

<b>BARRAJE TIPO CREAGER</b>					
<b>Q (L/s)</b>	<b>2.441</b>		<b>Material Granular</b>	<b>Sedimentación y erosión</b>	<b>Perfil del Flujo</b>
<b>S% 0</b>	<b>PUNTO N°</b>	<b>EJE X</b>	<b>EJE Y1</b>	<b>EJE Y2</b>	<b>EJE Y3</b>
<b>X1</b>	<b>1</b>	0.00	4.00	4.00	8.90
<b>X2</b>	<b>2</b>	20.00	4.00	4.00	8.90
<b>X3</b>	<b>3</b>	35.00	4.00	4.40	8.90
<b>X4</b>	<b>4</b>	50.00	4.00	5.55	8.90
<b>X5</b>	<b>5</b>	60.00	4.00	5.90	8.90
<b>X6</b>	<b>6</b>	70.00	4.00	6.37	8.90
<b>X7</b>	<b>7</b>	72.00	4.00	6.40	9.20
<b>X8</b>	<b>8</b>	74.00	4.00	4.65	10.25
<b>X9</b>	<b>9</b>	75.00	4.00	0.00	10.30
<b>X10</b>	<b>10</b>	78.00	4.00	0.00	10.30
<b>X11</b>	<b>11</b>	80.00	4.00	0.00	10.20
<b>X12</b>	<b>12</b>	82.00	4.00	0.00	9.80
<b>X13</b>	<b>13</b>	84.00	4.00	0.00	7.05
<b>X14</b>	<b>14</b>	86.00	4.00	0.00	7.65
<b>X15</b>	<b>15</b>	88.00	4.00	0.00	7.80
<b>X16</b>	<b>16</b>	90.00	4.00	0.00	8.80
<b>X17</b>	<b>17</b>	91.00	4.00	0.00	9.40
<b>X18</b>	<b>18</b>	92.00	4.00	0.00	10.00
<b>X19</b>	<b>19</b>	93.00	4.00	0.00	10.40
<b>X20</b>	<b>20</b>	94.00	4.00	0.00	10.80
<b>X21</b>	<b>21</b>	95.00	4.00	0.00	11.10
<b>X22</b>	<b>22</b>	100.00	4.00	0.00	12.75
<b>X23</b>	<b>23</b>	101.00	4.00	0.00	13.05
<b>X24</b>	<b>24</b>	102.50	4.00	0.00	13.20
<b>X25</b>	<b>25</b>	103.00	4.00	0.00	13.35
<b>X26</b>	<b>26</b>	104.00	4.00	0.00	13.40
<b>X27</b>	<b>27</b>	105.00	4.00	0.00	13.50
<b>X28</b>	<b>28</b>	110.00	4.00	5.00	13.50
<b>X29</b>	<b>29</b>	120.00	4.00	5.00	13.50

Fuente: Propia.

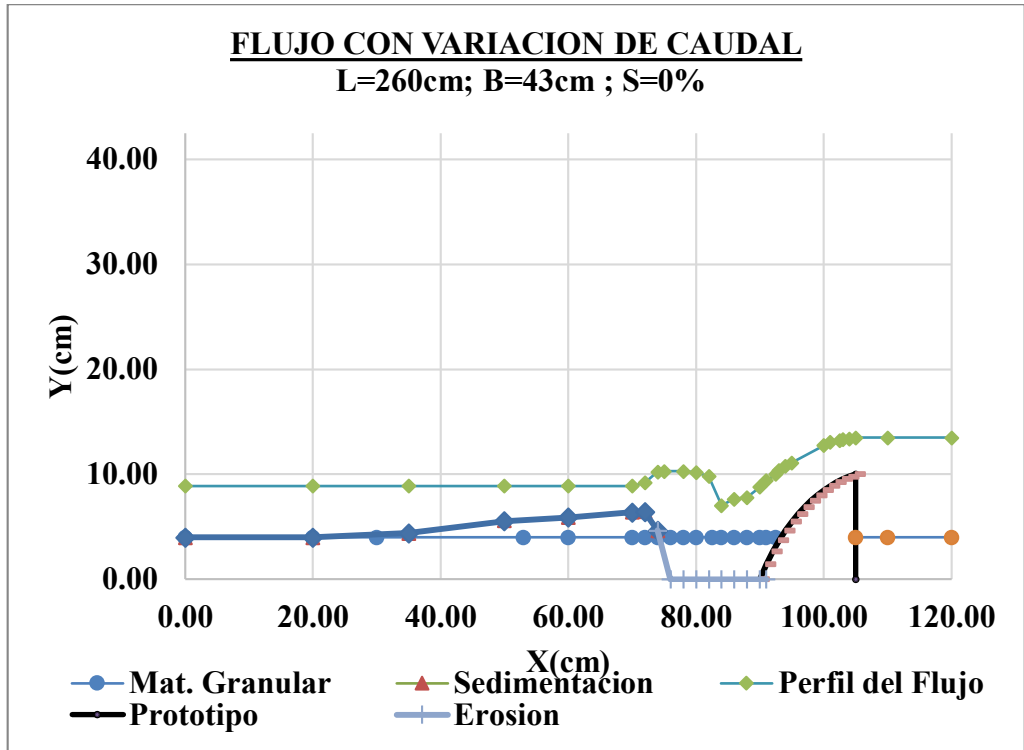


Grafico 25: Quinto ensayo con una bomba de agua de 2 HP donde se observa la erosión y sedimentación del perfil Creager.

Fuente: Propia.

Tabla 62: Volumen del cálculo de la erosión y sedimentación.

<u>VOLUMEN</u>	<u>EROSION</u>	<u>SEDIMENTACION</u>	
V-1	0.000172	0.000975	
V-2	0.002580	0.001725	
V-3	0.000172	0.002135	
V-4		0.000477	
V-5		0.000655	
V-6		0.000595	
<b>Σ</b>	<b>0.002924</b>	<b>0.002822</b>	m <sup>3</sup>

Fuente: Propia

Tabla 63: Sexto ensayo con una bomba de agua de 2 HP.

<b>BARRAJE TIPO CREAGER</b>					
<b>Q (L/s)</b>	<b>2.441</b>	<b>Material Granular</b>	<b>Sedimentación y erosión</b>	<b>Perfil del Flujo</b>	
<b>S%</b>	<b>PUNTO</b>	<b>EJE</b>	<b>EJE</b>	<b>EJE</b>	<b>EJE</b>
<b>0</b>	<b>Nº</b>	<b>X</b>	<b>Y1</b>	<b>Y2</b>	<b>Y3</b>
<b>X1</b>	<b>1</b>	0.00	4.00	4.00	8.89
<b>X2</b>	<b>2</b>	20.00	4.00	4.00	8.89
<b>X3</b>	<b>3</b>	35.00	4.00	4.40	8.89
<b>X4</b>	<b>4</b>	50.00	4.00	5.60	8.89
<b>X5</b>	<b>5</b>	60.00	4.00	5.92	8.89
<b>X6</b>	<b>6</b>	70.00	4.00	6.40	8.89
<b>X7</b>	<b>7</b>	72.00	4.00	6.45	9.20
<b>X8</b>	<b>8</b>	74.00	4.00	4.65	10.25
<b>X9</b>	<b>9</b>	75.00	4.00	0.00	10.30
<b>X10</b>	<b>10</b>	78.00	4.00	0.00	10.30
<b>X11</b>	<b>11</b>	80.00	4.00	0.00	10.20
<b>X12</b>	<b>12</b>	82.00	4.00	0.00	9.80
<b>X13</b>	<b>13</b>	84.00	4.00	0.00	7.05
<b>X14</b>	<b>14</b>	86.00	4.00	0.00	7.65
<b>X15</b>	<b>15</b>	88.00	4.00	0.00	7.80
<b>X16</b>	<b>16</b>	90.00	4.00	0.00	8.80
<b>X17</b>	<b>17</b>	91.00	4.00	0.00	9.40
<b>X18</b>	<b>18</b>	92.50	4.00	0.00	10.00
<b>X19</b>	<b>19</b>	93.00	4.00	0.00	10.40
<b>X20</b>	<b>20</b>	94.00	4.00	0.00	10.80
<b>X21</b>	<b>21</b>	95.00	4.00	0.00	11.10
<b>X22</b>	<b>22</b>	100.00	4.00	0.00	12.75
<b>X23</b>	<b>23</b>	101.00	4.00	0.00	13.05
<b>X24</b>	<b>24</b>	102.50	4.00	0.00	13.20
<b>X25</b>	<b>25</b>	103.00	4.00	0.00	13.35
<b>X26</b>	<b>26</b>	104.00	4.00	0.00	13.40
<b>X27</b>	<b>27</b>	105.00	4.00	0.00	13.50
<b>X28</b>	<b>28</b>	110.00	4.00	5.00	13.50
<b>X29</b>	<b>29</b>	120.00	4.00	5.00	13.50

Fuente: Propia



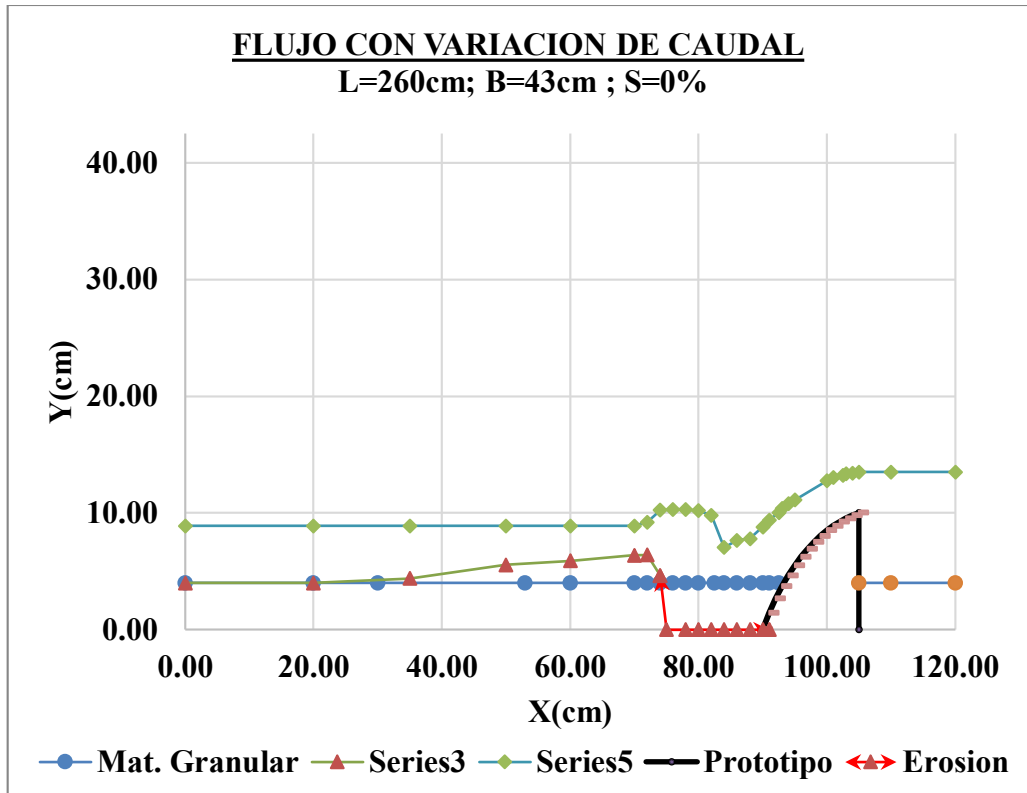


Grafico 26: Sexto ensayo con una bomba de agua de 2 HP donde se observa la erosión y sedimentación del perfil Creager.

Fuente: Propia.

Tabla 64: Volumen del cálculo de la erosión y sedimentación.

<u>VOLUMEN</u>	<u>EROSION</u>	<u>SEDIMENTACION</u>	
V-1	0.000215	0.001000	
V-2	0.002580	0.001760	
V-3	0.000172	0.002160	
V-4		0.000485	
V-5		0.000670	
V-6		0.000595	
<b>Σ</b>	<b>0.002967</b>	<b>0.002868</b>	<b>m3</b>

Fuente: P

Tabla 29: Séptimo ensayo con una bomba de agua de 2 HP.

<b>BARRAJE TIPO CREAGER</b>						
<b>Q (L/s)</b>	<b>2.441</b>		<b>Material Granular</b>	<b>Sedimentación y erosión</b>		<b>Perfil del Flujo</b>
<b>S%</b>	<b>PUNTO</b>	<b>EJE</b>	<b>EJE</b>	<b>EJE</b>		<b>EJE</b>
<b>0</b>	<b>Nº</b>	<b>X</b>	<b>Y1</b>	<b>Y2</b>		<b>Y3</b>
<b>X1</b>	<b>1</b>	0.00	4.00	4.00		8.89
<b>X2</b>	<b>2</b>	20.00	4.00	4.00		8.89
<b>X3</b>	<b>3</b>	35.00	4.00	4.40		8.89
<b>X4</b>	<b>4</b>	50.00	4.00	5.55		8.89
<b>X5</b>	<b>5</b>	60.00	4.00	5.90		8.89
<b>X6</b>	<b>6</b>	70.00	4.00	6.37		8.89
<b>X7</b>	<b>7</b>	72.00	4.00	6.40		9.20
<b>X8</b>	<b>8</b>	74.00	4.00	4.65		10.25
<b>X9</b>	<b>9</b>	76.00	4.00	0.00		10.30
<b>X10</b>	<b>10</b>	78.00	4.00	0.00		10.30
<b>X11</b>	<b>11</b>	80.00	4.00	0.00		10.20
<b>X12</b>	<b>12</b>	82.00	4.00	0.00		9.80
<b>X13</b>	<b>13</b>	84.00	4.00	0.00		7.05
<b>X14</b>	<b>14</b>	86.00	4.00	0.00		7.65
<b>X15</b>	<b>15</b>	88.00	4.00	0.00		7.80
<b>X16</b>	<b>16</b>	90.00	4.00	0.00		8.80
<b>X17</b>	<b>17</b>	91.00	4.00	0.00		9.40
<b>X18</b>	<b>18</b>	92.50	4.00	0.00		10.00
<b>X19</b>	<b>19</b>	93.00	4.00	0.00		10.40
<b>X20</b>	<b>20</b>	94.00	4.00	0.00		10.80
<b>X21</b>	<b>21</b>	95.00	4.00	0.00		11.10
<b>X22</b>	<b>22</b>	100.00	4.00	0.00		12.75
<b>X23</b>	<b>23</b>	101.00	4.00	0.00		13.05
<b>X24</b>	<b>24</b>	102.50	4.00	0.00		13.20
<b>X25</b>	<b>25</b>	103.00	4.00	0.00		13.35
<b>X26</b>	<b>26</b>	104.00	4.00	0.00		13.40
<b>X27</b>	<b>27</b>	105.00	4.00	0.00		13.50
<b>X28</b>	<b>28</b>	110.00	4.00	5.00		13.50
<b>X29</b>	<b>29</b>	120.00	4.00	5.00		13.50

Fuente: Propia.

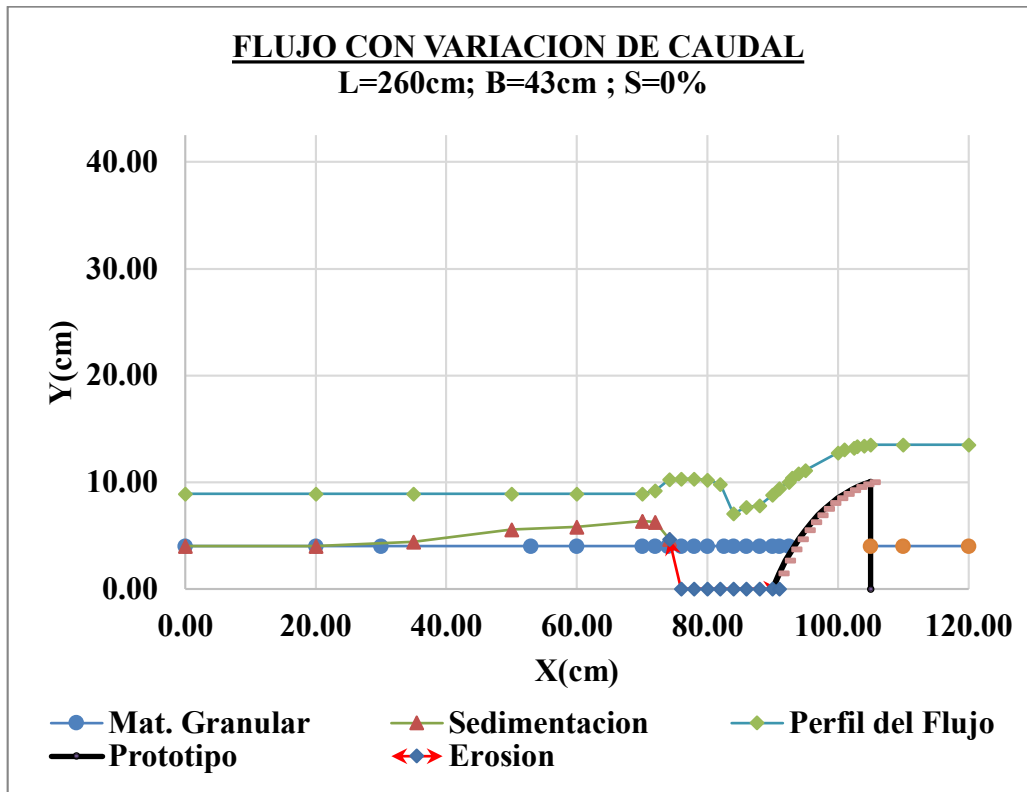


Grafico 27: Séptimo ensayo con una bomba de agua de 2 HP donde se observa la erosión y sedimentación del perfil Creager.

Fuente: Propia.

Tabla 66: Volumen del cálculo de la erosión y sedimentación.

VOLUMEN	EROSION	SEDIMENTACION	
V-1	0.000215	0.001725	
V-2	0.002408	0.002135	
V-3	0.000172	0.000477	
V-4		0.000655	
V-5		0.000595	
<b>Σ</b>	<b>0.002795</b>	<b>0.002402</b>	m3

Fuente: Propia

Tabla 67: Octavo ensayo con una bomba de agua de 2 HP.

<b>BARRAJE TIPO CREAGER</b>					
<b>Q (L/s)</b>	<b>2.441</b>		<b>Material Granular</b>	<b>Sedimentación y erosión</b>	<b>Perfil del Flujo</b>
<b>S% 0</b>	<b>PUNTO Nº</b>	<b>EJE X</b>	<b>EJE Y1</b>	<b>EJE Y2</b>	<b>EJE Y3</b>
<b>X1</b>	<b>1</b>	0.00	4.00	4.00	8.89
<b>X2</b>	<b>2</b>	20.00	4.00	4.00	8.89
<b>X3</b>	<b>3</b>	35.00	4.00	4.40	8.89
<b>X4</b>	<b>4</b>	50.00	4.00	5.55	8.89
<b>X5</b>	<b>5</b>	60.00	4.00	5.80	8.89
<b>X6</b>	<b>6</b>	70.00	4.00	6.35	8.89
<b>X7</b>	<b>7</b>	72.00	4.00	6.25	9.20
<b>X8</b>	<b>8</b>	74.20	4.00	4.65	10.25
<b>X9</b>	<b>9</b>	76.00	4.00	0.00	10.30
<b>X10</b>	<b>10</b>	78.00	4.00	0.00	10.30
<b>X11</b>	<b>11</b>	80.00	4.00	0.00	10.20
<b>X12</b>	<b>12</b>	82.00	4.00	0.00	9.80
<b>X13</b>	<b>13</b>	84.00	4.00	0.00	7.05
<b>X14</b>	<b>14</b>	86.00	4.00	0.00	7.65
<b>X15</b>	<b>15</b>	88.00	4.00	0.00	7.80
<b>X16</b>	<b>16</b>	90.00	4.00	0.00	8.80
<b>X17</b>	<b>17</b>	91.00	4.00	0.00	9.40
<b>X18</b>	<b>18</b>	92.50	4.00	0.00	10.00
<b>X19</b>	<b>19</b>	93.00	4.00	0.00	10.40
<b>X20</b>	<b>20</b>	94.00	4.00	0.00	10.80
<b>X21</b>	<b>21</b>	95.00	4.00	0.00	11.10
<b>X22</b>	<b>22</b>	100.00	4.00	0.00	12.75
<b>X23</b>	<b>23</b>	101.00	4.00	0.00	13.05
<b>X24</b>	<b>24</b>	102.50	4.00	0.00	13.20
<b>X25</b>	<b>25</b>	103.00	4.00	0.00	13.35
<b>X26</b>	<b>26</b>	104.00	4.00	0.00	13.40
<b>X27</b>	<b>27</b>	105.00	4.00	0.00	13.50
<b>X28</b>	<b>28</b>	110.00	4.00	5.00	13.50
<b>X29</b>	<b>29</b>	120.00	4.00	5.00	13.50

Fuente: Propia

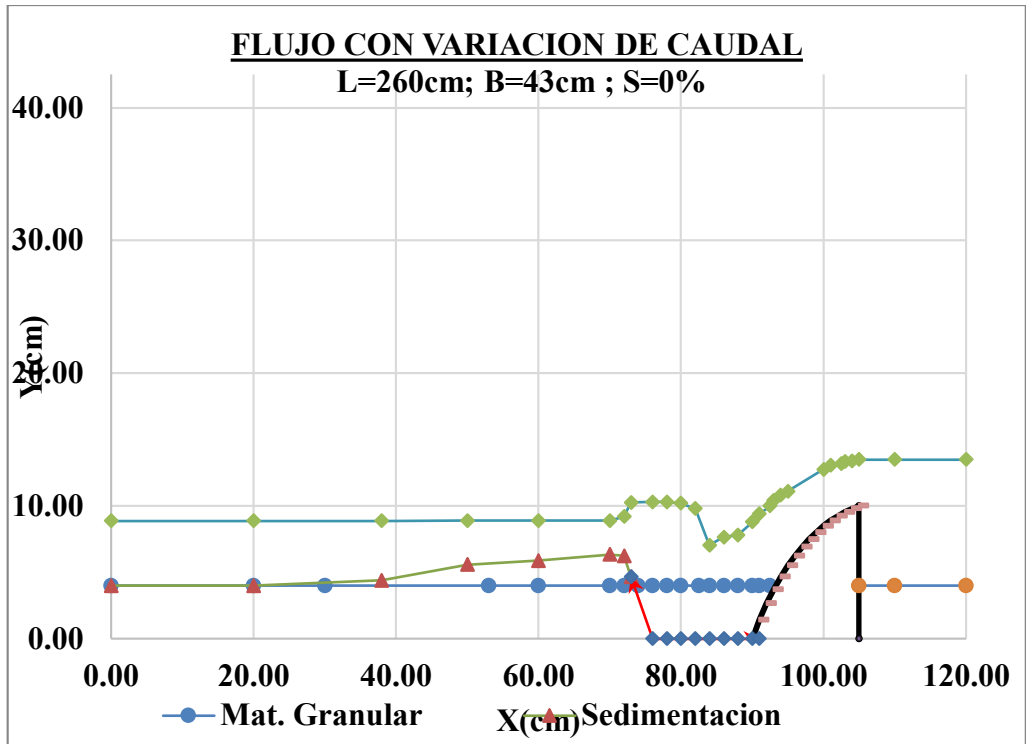


Grafico 28: Octavo ensayo con una bomba de agua de 2 HP donde se observa la erosión y sedimentación del perfil Creager.

Fuente: Propia.

Tabla 68: Volumen del cálculo de la erosión y sedimentación.

VOLUMEN	EROSION	SEDIMENTACION
V-1	0.000215	0.000975
V-2	0.002408	0.001675
V-3	0.000155	0.002075
V-4		0.000460
V-5		0.000610
V-6		0.000595
<b>Σ</b>	<b>0.002778</b>	<b>0.002748</b>

m3

Fuente: Propia

Tabla 69: Noveno ensayo con una bomba de agua de 2 HP.

<b>BARRAJE TIPO CREAGER</b>					
<b>Q (L/s)</b>	<b>2.454</b>		<b>Material Granular</b>	<b>Sedimentación y erosión</b>	<b>Perfil del Flujo</b>
<b>S% 0</b>	<b>PUNTO N°</b>	<b>EJE X</b>	<b>EJE Y1</b>	<b>EJE Y2</b>	<b>EJE Y3</b>
<b>X1</b>	<b>1</b>	0.00	4.00	4.00	8.88
<b>X2</b>	<b>2</b>	20.00	4.00	4.00	8.88
<b>X3</b>	<b>3</b>	38.00	4.00	4.40	8.88
<b>X4</b>	<b>4</b>	50.00	4.00	5.57	8.89
<b>X5</b>	<b>5</b>	60.00	4.00	5.88	8.89
<b>X6</b>	<b>6</b>	70.00	4.00	6.35	8.89
<b>X7</b>	<b>7</b>	72.00	4.00	6.25	9.20
<b>X8</b>	<b>8</b>	73.00	4.00	4.68	10.25
<b>X9</b>	<b>9</b>	76.00	4.00	0.00	10.30
<b>X10</b>	<b>10</b>	78.00	4.00	0.00	10.30
<b>X11</b>	<b>11</b>	80.00	4.00	0.00	10.20
<b>X12</b>	<b>12</b>	82.00	4.00	0.00	9.80
<b>X13</b>	<b>13</b>	84.00	4.00	0.00	7.05
<b>X14</b>	<b>14</b>	86.00	4.00	0.00	7.65
<b>X15</b>	<b>15</b>	88.00	4.00	0.00	7.80
<b>X16</b>	<b>16</b>	90.00	4.00	0.00	8.80
<b>X17</b>	<b>17</b>	91.00	4.00	0.00	9.40
<b>X18</b>	<b>18</b>	92.50	4.00	0.00	10.00
<b>X19</b>	<b>19</b>	93.00	4.00	0.00	10.40
<b>X20</b>	<b>20</b>	94.00	4.00	0.00	10.80
<b>X21</b>	<b>21</b>	95.00	4.00	0.00	11.10
<b>X22</b>	<b>22</b>	100.00	4.00	0.00	12.75
<b>X23</b>	<b>23</b>	101.00	4.00	0.00	13.05
<b>X24</b>	<b>24</b>	102.50	4.00	0.00	13.20
<b>X25</b>	<b>25</b>	103.00	4.00	0.00	13.35
<b>X26</b>	<b>26</b>	104.00	4.00	0.00	13.40
<b>X27</b>	<b>27</b>	105.00	4.00	0.00	13.50
<b>X28</b>	<b>28</b>	110.00	4.00	5.00	13.50
<b>X29</b>	<b>29</b>	120.00	4.00	5.00	13.50

Fuente: Propia

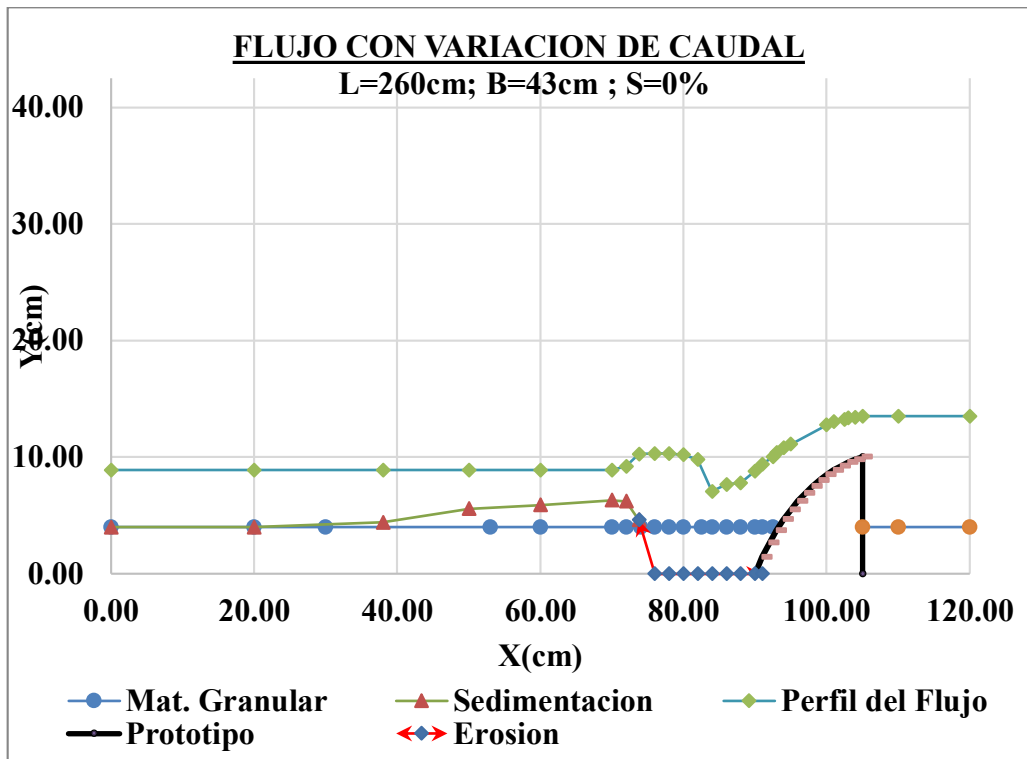


Grafico 29: Noveno ensayo con una bomba de agua de 2 HP donde se observa la erosión y sedimentación del perfil Creager.

Fuente: Propia.

Tabla 70: Volumen del cálculo de la erosión y sedimentación.

<u>VOLUMEN</u>	<u>EROSION</u>	<u>SEDIMENTACION</u>	
V-1	0.000215	0.000985	
V-2	0.002408	0.001725	
V-3	0.000258	0.002115	
V-4		0.000460	
V-5		0.000607	
V-6		0.000604	
<b>Σ</b>	<b>0.002881</b>	<b>0.002793</b>	<b>m3</b>

Fuente: Propia

Tabla 71: Decimo ensayo con una bomba de agua de 2 HP.

<b><u>BARRAJE TIPO CREAGER</u></b>					
<b>Q (L/s)</b>	<b>2.441</b>	<b>Material Granular</b>	<b>Sedimentación y erosión</b>	<b>Perfil del Flujo</b>	
<b>S% 0</b>	<b>PUNTO N°</b>	<b>EJE X</b>	<b>EJE Y1</b>	<b>EJE Y2</b>	<b>EJE Y3</b>
X1	1	0.00	4.00	4.00	8.88
X2	2	20.00	4.00	4.00	8.88
X3	3	38.00	4.00	4.40	8.88
X4	4	50.00	4.00	5.57	8.89
X5	5	60.00	4.00	5.88	8.89
X6	6	70.00	4.00	6.30	8.89
X7	7	72.00	4.00	6.20	9.20
X8	8	73.80	4.00	4.62	10.25
X9	9	76.00	4.00	0.00	10.30
X10	10	78.00	4.00	0.00	10.30
X11	11	80.00	4.00	0.00	10.20
X12	12	82.00	4.00	0.00	9.80
X13	13	84.00	4.00	0.00	7.05
X14	14	86.00	4.00	0.00	7.65
X15	15	88.00	4.00	0.00	7.80
X16	16	90.00	4.00	0.00	8.80
X17	17	91.00	4.00	0.00	9.40
X18	18	92.50	4.00	0.00	10.00
X19	19	93.00	4.00	0.00	10.40
X20	20	94.00	4.00	0.00	10.80
X21	21	95.00	4.00	0.00	11.10
X22	22	100.00	4.00	0.00	12.75
X23	23	101.00	4.00	0.00	13.05
X24	24	102.50	4.00	0.00	13.20
X25	25	103.00	4.00	0.00	13.35
X26	26	104.00	4.00	0.00	13.40
X27	27	105.00	4.00	0.00	13.50
X28	28	110.00	4.00	5.00	13.50
X29	29	120.00	4.00	5.00	13.50

Fuente: Propia.



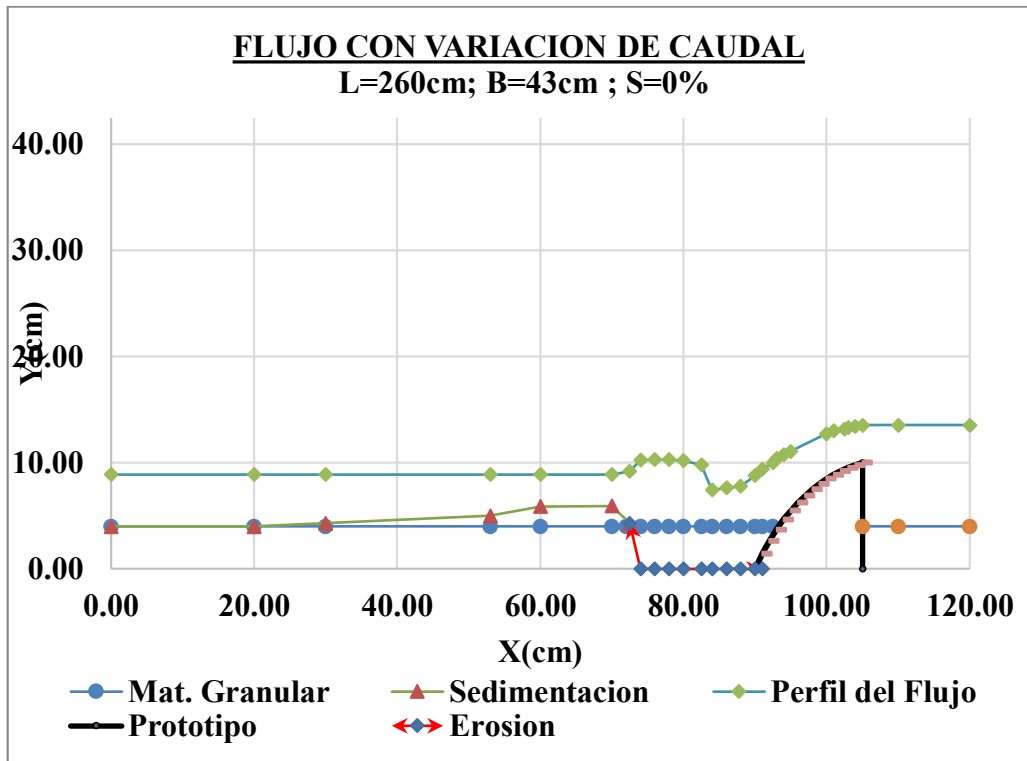


Grafico 30: Decimo ensayo con una bomba de agua de 2 HP donde se observa la erosión y sedimentación del perfil Creager.

*Fuente: Propia.*

Tabla 72: Volumen del cálculo de la erosión y sedimentación.

<b><u>VOLUMEN</u></b>	<b><u>EROSION</u></b>	<b><u>SEDIMENTACION</u></b>	
V-1	0.000215	0.000985	
V-2	0.002408	0.001725	
V-3	0.000189	0.002090	
V-4		0.000450	
V-5		0.000598	
V-6		0.000586	
<b>Σ</b>	<b>0.002812</b>	<b>0.002767</b>	<b>m3</b>

*Fuente: Propia.*

**Perfil indio.**

Tabla 73: Primer ensayo con una bomba de agua de 2 HP.

<b><u>BARRAJE TIPO INDIO</u></b>					
<b>Q (L/s)</b>	<b>2.441</b>		<b>Material Granular</b>	<b>Sedimentación y erosión</b>	<b>Perfil del Flujo</b>
<b>S% 0</b>	<b>PUNTO N°</b>	<b>EJE X</b>	<b>EJE Y1</b>	<b>EJE Y2</b>	<b>EJE Y3</b>
X1	1	0.00	4.00	4.00	8.80
X2	2	30.00	4.00	4.00	8.85
X3	3	35.00	4.00	4.52	8.90
X4	4	50.00	4.00	5.25	9.05
X5	5	60.00	4.00	6.15	9.05
X6	6	70.00	4.00	6.45	9.06
X7	7	72.00	4.00	6.30	9.08
X8	8	74.06	4.00	3.80	10.10
X9	9	76.00	4.00	0.00	10.35
X10	10	78.00	4.00	0.00	10.37
X11	11	80.00	4.00	0.00	10.45
X12	12	82.00	4.00	0.00	9.24
X13	13	84.00	4.00	0.00	7.85
X14	14	86.00	4.00	0.00	7.95
X15	15	88.00	4.00	0.00	8.45
X16	16	90.00	4.00	0.00	10.70
X17	17	91.00	4.00	0.00	12.00
X18	18	92.00	4.00	0.00	12.60
X19	19	93.00	4.00	0.00	13.10
X20	20	94.00	4.00	0.00	13.50
X21	21	95.00	4.00	0.00	13.50
X22	22	100.00	4.00	0.00	13.50
X23	23	101.00	4.00	0.00	13.50
X24	24	102.50	4.00	0.00	13.50
X25	25	103.00	4.00	0.00	13.50
X26	26	104.00	4.00	0.00	13.50
X27	27	105.00	4.00	0.00	13.50
X28	28	110.00	4.00	5.00	13.50
X29	29	120.00	4.00	5.00	13.50

Fuente: Propia.

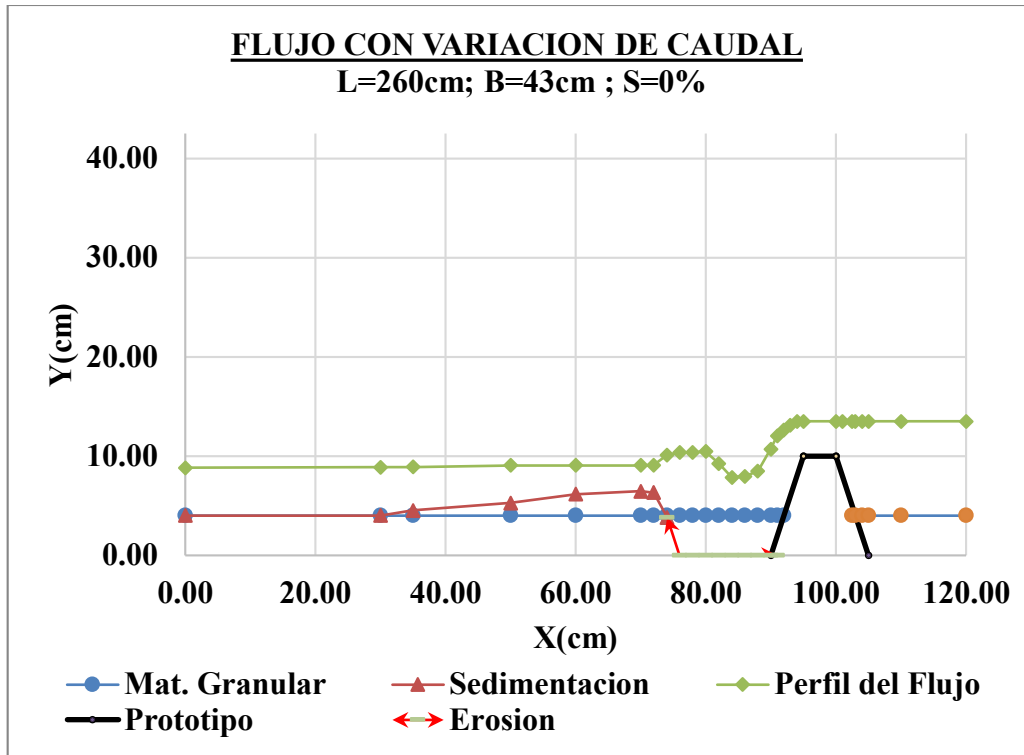


Grafico 31: Primer ensayo con una bomba de agua de 2 HP donde se observa la erosión y sedimentación del perfil indio.

Fuente: Propia.

Tabla 74: Volumen del cálculo de la erosión y sedimentación.

<u>VOLUMEN</u>	<u>EROSION</u>	<u>SEDIMENTACION</u>	
V-1	0.000172	0.002550	
V-2	0.002408	0.002300	
V-3	0.000167	0.000475	
V-4		0.000710	
V-5		0.000340	
<b>Σ</b>	0.002747	0.002741	m3

Fuente: Propia.

Tabla 75: Segundo ensayo con una bomba de agua de 2 HP.

<b>BARRAJE TIPO INDIO</b>					
<b>Q (L/s)</b>	<b>2.441</b>	<b>Material Granular</b>	<b>Sedimentación y erosión</b>	<b>Perfil del Flujo</b>	
<b>S%</b>	<b>PUNTO</b>	<b>EJE</b>	<b>EJE</b>	<b>EJE</b>	<b>EJE</b>
<b>0</b>	<b>N°</b>	<b>X</b>	<b>Y1</b>	<b>Y2</b>	<b>Y3</b>
<b>X1</b>	<b>1</b>	0.00	4.00	4.00	8.70
<b>X2</b>	<b>2</b>	30.00	4.00	4.00	8.75
<b>X3</b>	<b>3</b>	37.00	4.00	4.52	8.85
<b>X4</b>	<b>4</b>	50.00	4.00	5.42	8.72
<b>X5</b>	<b>5</b>	60.00	4.00	6.15	9.05
<b>X6</b>	<b>6</b>	70.00	4.00	6.52	9.06
<b>X7</b>	<b>7</b>	72.00	4.00	6.30	9.08
<b>X8</b>	<b>8</b>	74.50	4.00	3.80	10.10
<b>X9</b>	<b>9</b>	76.00	4.00	0.00	10.35
<b>X10</b>	<b>10</b>	78.00	4.00	0.00	10.37
<b>X11</b>	<b>11</b>	80.00	4.00	0.00	10.45
<b>X12</b>	<b>12</b>	82.00	4.00	0.00	9.24
<b>X13</b>	<b>13</b>	84.00	4.00	0.00	7.85
<b>X14</b>	<b>14</b>	86.00	4.00	0.00	7.95
<b>X15</b>	<b>15</b>	88.00	4.00	0.00	8.45
<b>X16</b>	<b>16</b>	90.00	4.00	0.00	10.70
<b>X17</b>	<b>17</b>	91.00	4.00	0.00	12.00
<b>X18</b>	<b>18</b>	92.00	4.00	0.00	12.60
<b>X19</b>	<b>19</b>	93.00	4.00	0.00	13.10
<b>X20</b>	<b>20</b>	94.00	4.00	0.00	13.50
<b>X21</b>	<b>21</b>	95.00	4.00	0.00	13.50
<b>X22</b>	<b>22</b>	100.00	4.00	0.00	13.50
<b>X23</b>	<b>23</b>	101.00	4.00	0.00	13.50
<b>X24</b>	<b>24</b>	102.50	4.00	0.00	13.50
<b>X25</b>	<b>25</b>	103.00	4.00	0.00	13.50
<b>X26</b>	<b>26</b>	104.00	4.00	0.00	13.50
<b>X27</b>	<b>27</b>	105.00	4.00	0.00	13.50
<b>X28</b>	<b>28</b>	110.00	4.00	5.00	13.50
<b>X29</b>	<b>29</b>	120.00	4.00	5.00	13.50

Fuente: Propia.

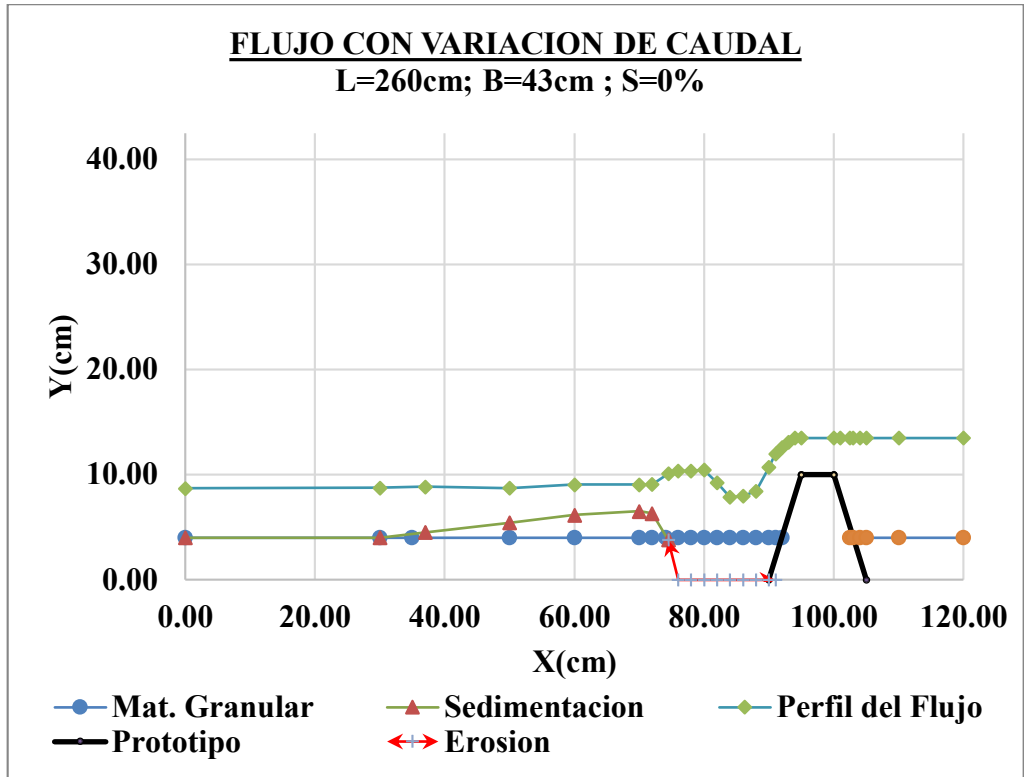


Grafico 32: Segundo ensayo con una bomba de agua de 2 HP donde se observa la erosión y sedimentación del perfil indio.

Fuente: Propia.

Tabla 76: Volumen del cálculo de la erosión y sedimentación.

<u>VOLUMEN</u>	<u>EROSION</u>	<u>SEDIMENTACION</u>	
V-1	0.000172	0.002321	
V-2	0.002408	0.002335	
V-3	0.000129	0.000526	
V-4		0.000710	
V-5		0.000340	
$\Sigma$	0.002709	0.002680	m <sup>3</sup>

Fuente: Propia.

Tabla 77: Tercer ensayo con una bomba de agua de 2 HP.

<b>BARRAJE TIPO INDIO</b>					
<b>Q (L/s)</b>	<b>2.441</b>		<b>Material Granular</b>	<b>Sedimentación y erosión</b>	<b>Perfil del Flujo</b>
<b>S%</b>	<b>PUNTO</b>	<b>EJE</b>	<b>EJE</b>	<b>EJE</b>	<b>EJE</b>
<b>0</b>	<b>Nº</b>	<b>X</b>	<b>Y1</b>	<b>Y2</b>	<b>Y3</b>
<b>X1</b>	<b>1</b>	0.00	4.00	4.00	8.82
<b>X2</b>	<b>2</b>	30.00	4.00	4.00	8.83
<b>X3</b>	<b>3</b>	40.00	4.00	4.50	8.85
<b>X4</b>	<b>4</b>	50.00	4.00	5.42	9.04
<b>X5</b>	<b>5</b>	60.00	4.00	6.30	9.05
<b>X6</b>	<b>6</b>	70.00	4.00	6.75	9.06
<b>X7</b>	<b>7</b>	72.00	4.00	6.30	10.09
<b>X8</b>	<b>8</b>	74.80	4.00	4.70	10.10
<b>X9</b>	<b>9</b>	76.00	4.00	0.00	10.35
<b>X10</b>	<b>10</b>	78.00	4.00	0.00	10.37
<b>X11</b>	<b>11</b>	80.00	4.00	0.00	10.45
<b>X12</b>	<b>12</b>	82.00	4.00	0.00	9.24
<b>X13</b>	<b>13</b>	84.00	4.00	0.00	7.85
<b>X14</b>	<b>14</b>	86.00	4.00	0.00	7.95
<b>X15</b>	<b>15</b>	88.00	4.00	0.00	8.45
<b>X16</b>	<b>16</b>	90.00	4.00	0.00	10.70
<b>X17</b>	<b>17</b>	91.00	4.00	0.00	12.00
<b>X18</b>	<b>18</b>	92.00	4.00	0.00	12.60
<b>X19</b>	<b>19</b>	93.00	4.00	0.00	13.10
<b>X20</b>	<b>20</b>	94.00	4.00	0.00	13.50
<b>X21</b>	<b>21</b>	95.00	4.00	0.00	13.50
<b>X22</b>	<b>22</b>	100.00	4.00	0.00	13.50
<b>X23</b>	<b>23</b>	101.00	4.00	0.00	13.50
<b>X24</b>	<b>24</b>	102.50	4.00	0.00	13.50
<b>X25</b>	<b>25</b>	103.00	4.00	0.00	13.50
<b>X26</b>	<b>26</b>	104.00	4.00	0.00	13.50
<b>X27</b>	<b>27</b>	105.00	4.00	0.00	13.50
<b>X28</b>	<b>28</b>	110.00	4.00	0.00	13.50
<b>X29</b>	<b>29</b>	120.00	4.00	0.00	13.50

Fuente: Propia.

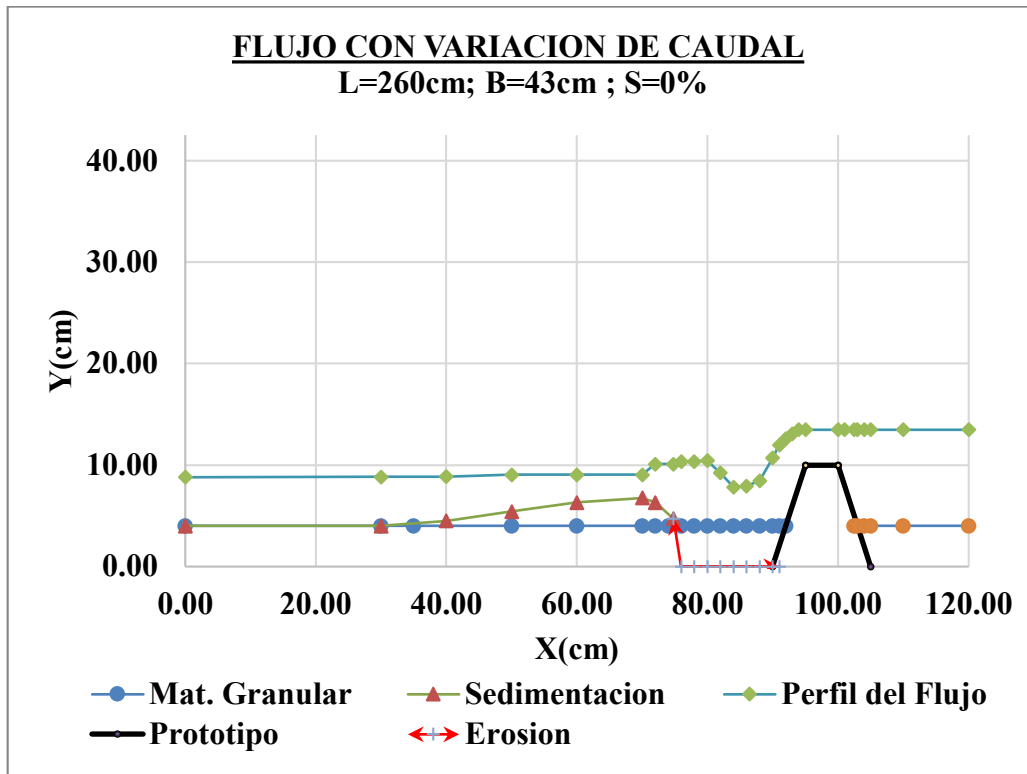


Grafico 33: Tercer ensayo con una bomba de agua de 2 HP donde se observa la erosión y sedimentación del perfil indio.

*Fuente: Propia.*

*Tabla 78: Volumen del cálculo de la erosión y sedimentación.*

<u>VOLUMEN</u>	<u>EROSION</u>	<u>SEDIMENTACION</u>	
V-1	0.000172	0.001860	
V-2	0.002408	0.002525	
V-3	0.000103	0.000595	
V-4		0.000620	
V-5		0.000610	
$\Sigma$	0.002683	0.002670	m3

*Fuente: Propia.*

Tabla 79: Cuarto ensayo con una bomba de agua de 2 HP.

<b>BARRAJE TIPO INDIO</b>					
<b>Q (L/s)</b>	<b>2.441</b>		<b>Material Granular</b>	<b>Sedimentación y erosión</b>	<b>Perfil del Flujo</b>
<b>S% 0</b>	<b>PUNTO Nº</b>	<b>EJE X</b>	<b>EJE Y1</b>	<b>EJE Y2</b>	<b>EJE Y3</b>
<b>X1</b>	<b>1</b>	0.00	4.00	4.00	8.80
<b>X2</b>	<b>2</b>	30.00	4.00	4.00	8.80
<b>X3</b>	<b>3</b>	40.00	4.00	4.50	8.80
<b>X4</b>	<b>4</b>	46.00	4.00	5.35	9.00
<b>X5</b>	<b>5</b>	60.00	4.00	6.25	9.05
<b>X6</b>	<b>6</b>	70.00	4.00	6.65	9.06
<b>X7</b>	<b>7</b>	72.00	4.00	6.25	10.09
<b>X8</b>	<b>8</b>	74.80	4.00	4.30	10.10
<b>X9</b>	<b>9</b>	76.00	4.00	0.00	10.35
<b>X10</b>	<b>10</b>	78.00	4.00	0.00	10.37
<b>X11</b>	<b>11</b>	80.00	4.00	0.00	10.45
<b>X12</b>	<b>12</b>	82.00	4.00	0.00	9.24
<b>X13</b>	<b>13</b>	84.00	4.00	0.00	7.85
<b>X14</b>	<b>14</b>	86.00	4.00	0.00	7.95
<b>X15</b>	<b>15</b>	88.00	4.00	0.00	8.45
<b>X16</b>	<b>16</b>	90.00	4.00	0.00	10.70
<b>X17</b>	<b>17</b>	91.00	4.00	0.00	12.00
<b>X18</b>	<b>18</b>	92.00	4.00	0.00	12.60
<b>X19</b>	<b>19</b>	93.00	4.00	0.00	13.10
<b>X20</b>	<b>20</b>	94.00	4.00	0.00	13.50
<b>X21</b>	<b>21</b>	95.00	4.00	0.00	13.50
<b>X22</b>	<b>22</b>	100.00	4.00	0.00	13.50
<b>X23</b>	<b>23</b>	101.00	4.00	0.00	13.50
<b>X24</b>	<b>24</b>	102.50	4.00	0.00	13.50
<b>X25</b>	<b>25</b>	103.00	4.00	0.00	13.50
<b>X26</b>	<b>26</b>	104.00	4.00	0.00	13.50
<b>X27</b>	<b>27</b>	105.00	4.00	0.00	13.50
<b>X28</b>	<b>28</b>	110.00	4.00	0.00	13.50
<b>X29</b>	<b>29</b>	120.00	4.00	0.00	13.50

Fuente: Propia.



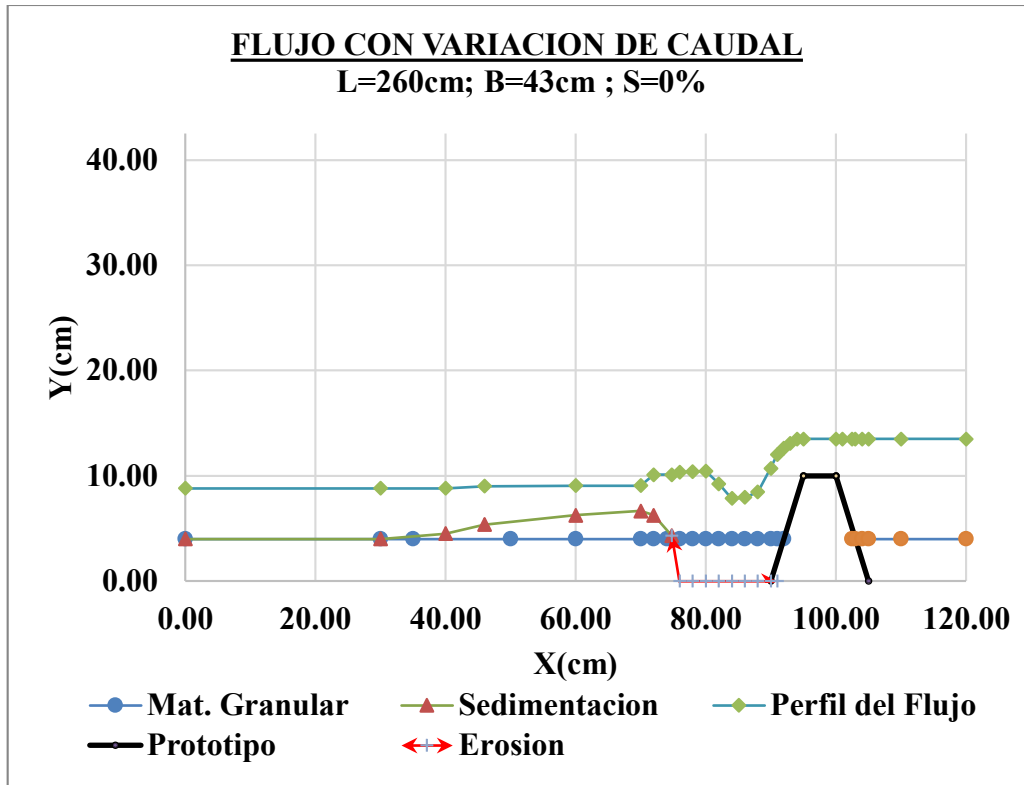


Grafico 34: Cuarto ensayo con una bomba de agua de 2 HP donde se observa la erosión y sedimentación del perfil indio.

Fuente: Propia.

Tabla 80: Volumen del cálculo de la erosión y sedimentación.

<u>VOLUMEN</u>	<u>EROSION</u>	<u>SEDIMENTACION</u>	
V-1	0.000172	0.002520	
V-2	0.002408	0.002450	
V-3	0.000103	0.000490	
V-4		0.000255	
V-5		0.000490	
$\Sigma$	0.002683	0.002668	m <sup>3</sup>

Fuente: Propia.

Tabla 81: Quinto ensayo con una bomba de agua de 2 HP.

<b>BARRAJE TIPO INDIO</b>					
<b>Q (L/s)</b>	<b>2.472</b>	<b>Material Granular</b>	<b>Sedimentación y erosión</b>	<b>Perfil del Flujo</b>	
<b>S% 0</b>	<b>PUNTO N°</b>	<b>EJE X</b>	<b>EJE Y1</b>	<b>EJE Y2</b>	<b>EJE Y3</b>
<b>X1</b>	<b>1</b>	0.00	4.00	4.00	8.80
<b>X2</b>	<b>2</b>	30.00	4.00	4.00	8.80
<b>X3</b>	<b>3</b>	40.00	4.00	4.30	8.80
<b>X4</b>	<b>4</b>	46.00	4.00	5.10	9.00
<b>X5</b>	<b>5</b>	60.00	4.00	6.30	9.05
<b>X6</b>	<b>6</b>	70.00	4.00	6.60	9.06
<b>X7</b>	<b>7</b>	72.00	4.00	6.42	10.09
<b>X8</b>	<b>8</b>	74.00	4.00	4.75	10.10
<b>X9</b>	<b>9</b>	76.00	4.00	0.00	10.35
<b>X10</b>	<b>10</b>	78.00	4.00	0.00	10.37
<b>X11</b>	<b>11</b>	80.00	4.00	0.00	10.45
<b>X12</b>	<b>12</b>	82.00	4.00	0.00	9.24
<b>X13</b>	<b>13</b>	84.00	4.00	0.00	7.85
<b>X14</b>	<b>14</b>	86.00	4.00	0.00	7.95
<b>X15</b>	<b>15</b>	88.00	4.00	0.00	8.45
<b>X16</b>	<b>16</b>	90.00	4.00	0.00	10.70
<b>X17</b>	<b>17</b>	91.00	4.00	0.00	12.00
<b>X18</b>	<b>18</b>	92.00	4.00	0.00	12.60
<b>X19</b>	<b>19</b>	93.00	4.00	0.00	13.10
<b>X20</b>	<b>20</b>	94.00	4.00	0.00	13.50
<b>X21</b>	<b>21</b>	95.00	4.00	0.00	13.50
<b>X22</b>	<b>22</b>	100.00	4.00	0.00	13.50
<b>X23</b>	<b>23</b>	101.00	4.00	0.00	13.50
<b>X24</b>	<b>24</b>	102.50	4.00	0.00	13.50
<b>X25</b>	<b>25</b>	103.00	4.00	0.00	13.50
<b>X26</b>	<b>26</b>	104.00	4.00	0.00	13.50
<b>X27</b>	<b>27</b>	105.00	4.00	0.00	13.50
<b>X28</b>	<b>28</b>	110.00	4.00	5.00	13.50
<b>X29</b>	<b>29</b>	120.00	4.00	5.00	13.50

Fuente: Propia.

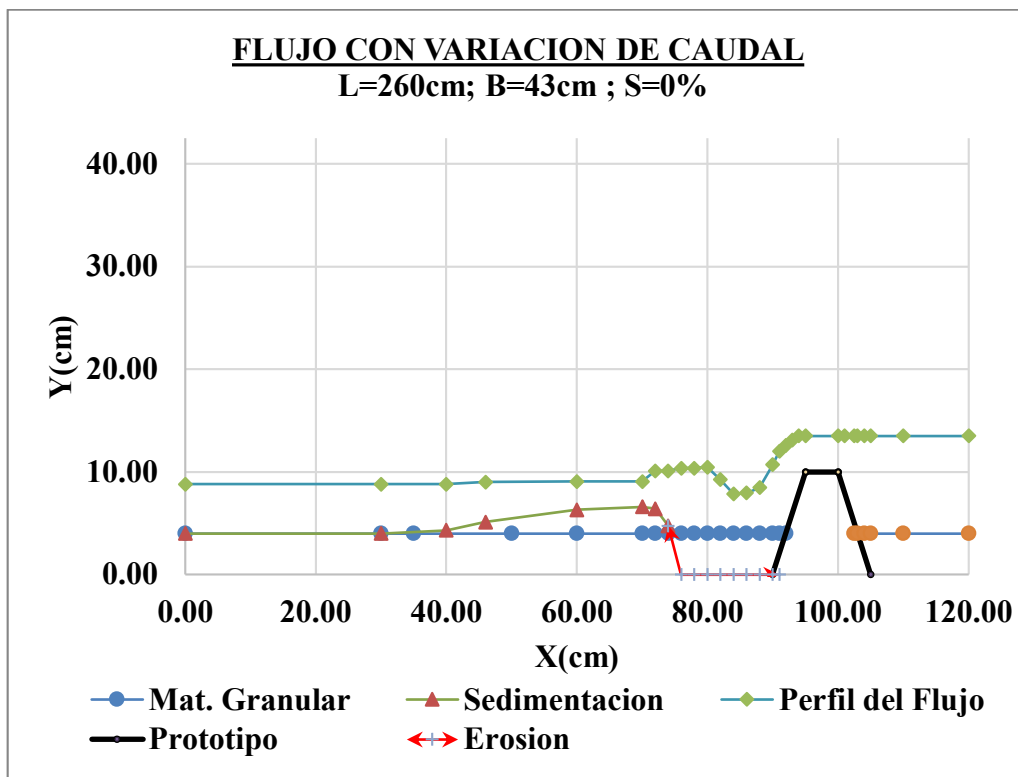


Grafico 35: Quinto ensayo con una bomba de agua de 2 HP donde se observa la erosión y sedimentación del perfil indio.

Fuente: Propia.

Tabla 82: Volumen del cálculo de la erosión y sedimentación.

<u>VOLUMEN</u>	<u>EROSION</u>	<u>SEDIMENTACION</u>	
V-1	0.000172	0.000770	
V-2	0.002408	0.001870	
V-3	0.000172	0.002450	
V-4		0.000538	
V-5		0.000651	
$\Sigma$	0.002752	0.002700	m3

Fuente: Propia.

Tabla 83: Sexto ensayo con una bomba de agua de 2 HP.

<b>BARRAJE TIPO INDIO</b>					
<b>Q (L/s)</b>	<b>2.441</b>	<b>Material Granular</b>	<b>Sedimentación y erosión</b>	<b>Perfil del Flujo</b>	
<b>S%</b>	<b>PUNTO</b>	<b>EJE</b>	<b>EJE</b>	<b>EJE</b>	<b>EJE</b>
<b>0</b>	<b>Nº</b>	<b>X</b>	<b>Y1</b>	<b>Y2</b>	<b>Y3</b>
<b>X1</b>	<b>1</b>	0.00	4.00	4.00	8.78
<b>X2</b>	<b>2</b>	30.00	4.00	4.00	8.78
<b>X3</b>	<b>3</b>	40.00	4.00	4.30	8.78
<b>X4</b>	<b>4</b>	46.00	4.00	5.21	8.95
<b>X5</b>	<b>5</b>	60.00	4.00	6.45	9.05
<b>X6</b>	<b>6</b>	70.00	4.00	6.60	9.06
<b>X7</b>	<b>7</b>	72.00	4.00	6.55	10.09
<b>X8</b>	<b>8</b>	74.20	4.00	4.68	10.10
<b>X9</b>	<b>9</b>	76.00	4.00	0.00	10.35
<b>X10</b>	<b>10</b>	78.00	4.00	0.00	10.37
<b>X11</b>	<b>11</b>	80.00	4.00	0.00	10.45
<b>X12</b>	<b>12</b>	82.00	4.00	0.00	9.24
<b>X13</b>	<b>13</b>	84.00	4.00	0.00	7.85
<b>X14</b>	<b>14</b>	86.00	4.00	0.00	7.95
<b>X15</b>	<b>15</b>	88.00	4.00	0.00	8.45
<b>X16</b>	<b>16</b>	90.00	4.00	0.00	10.70
<b>X17</b>	<b>17</b>	91.00	4.00	0.00	12.00
<b>X18</b>	<b>18</b>	92.00	4.00	0.00	12.60
<b>X19</b>	<b>19</b>	93.00	4.00	0.00	13.10
<b>X20</b>	<b>20</b>	94.00	4.00	0.00	13.50
<b>X21</b>	<b>21</b>	95.00	4.00	0.00	13.50
<b>X22</b>	<b>22</b>	100.00	4.00	0.00	13.50
<b>X23</b>	<b>23</b>	101.00	4.00	0.00	13.50
<b>X24</b>	<b>24</b>	102.50	4.00	0.00	13.50
<b>X25</b>	<b>25</b>	103.00	4.00	0.00	13.50
<b>X26</b>	<b>26</b>	104.00	4.00	0.00	13.50
<b>X27</b>	<b>27</b>	105.00	4.00	0.00	13.50
<b>X28</b>	<b>28</b>	110.00	4.00	5.00	13.50
<b>X29</b>	<b>29</b>	120.00	4.00	5.00	13.50

Fuente: Propia.

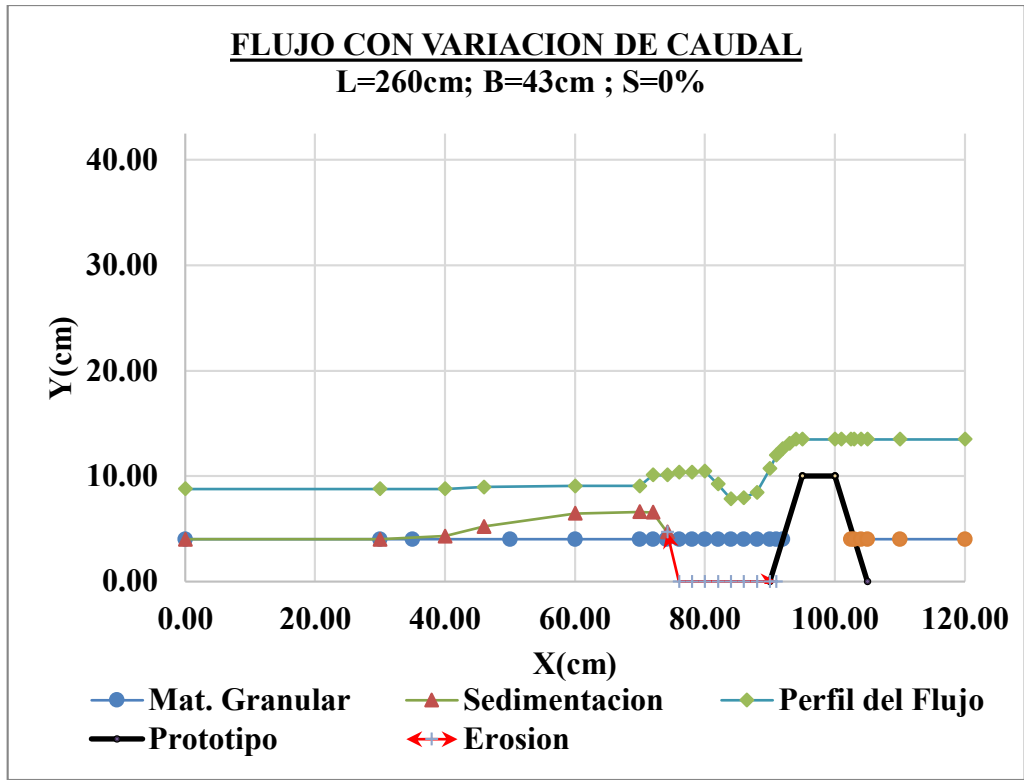


Grafico 36: Sexto ensayo con una bomba de agua de 2 HP donde se observa la erosión y sedimentación del perfil indio.

Fuente: Propia.

Tabla 84: Volumen del cálculo de la erosión y sedimentación.

<b><u>VOLUMEN</u></b>	<b><u>EROSION</u></b>	<b><u>SEDIMENTACION</u></b>	
V-1	0.000172	0.000831	
V-2	0.002408	0.002013	
V-3	0.000155	0.002525	
V-4		0.000515	
V-5		0.000323	
<b>Σ</b>	<b>0.002735</b>	<b>0.002669</b>	<b>m3</b>

Fuente: Propia.

Tabla 85: Séptimo ensayo con una bomba de agua de 2 HP.

<b><u>BARRAJE TIPO INDIO</u></b>					
<b>Q (L/s)</b>	<b>2.407</b>		<b>Material Granular</b>	<b>Sedimentación y erosión</b>	<b>Perfil del Flujo</b>
<b>S% 0</b>	<b>PUNTO N°</b>	<b>EJE X</b>	<b>EJE Y1</b>	<b>EJE Y2</b>	<b>EJE Y3</b>
<b>X1</b>	<b>1</b>	0.00	4.00	4.00	8.79
<b>X2</b>	<b>2</b>	30.00	4.00	4.00	8.79
<b>X3</b>	<b>3</b>	40.00	4.00	4.30	8.79
<b>X4</b>	<b>4</b>	46.00	4.00	5.21	8.90
<b>X5</b>	<b>5</b>	60.00	4.00	6.45	9.10
<b>X6</b>	<b>6</b>	70.00	4.00	6.67	9.06
<b>X7</b>	<b>7</b>	72.00	4.00	6.55	10.09
<b>X8</b>	<b>8</b>	74.25	4.00	4.68	10.20
<b>X9</b>	<b>9</b>	76.00	4.00	0.00	10.35
<b>X10</b>	<b>10</b>	78.00	4.00	0.00	10.37
<b>X11</b>	<b>11</b>	80.00	4.00	0.00	10.45
<b>X12</b>	<b>12</b>	82.00	4.00	0.00	9.24
<b>X13</b>	<b>13</b>	84.00	4.00	0.00	7.85
<b>X14</b>	<b>14</b>	86.00	4.00	0.00	7.95
<b>X15</b>	<b>15</b>	88.00	4.00	0.00	8.45
<b>X16</b>	<b>16</b>	90.00	4.00	0.00	10.70
<b>X17</b>	<b>17</b>	91.00	4.00	0.00	12.00
<b>X18</b>	<b>18</b>	92.00	4.00	0.00	12.60
<b>X19</b>	<b>19</b>	93.00	4.00	0.00	13.10
<b>X20</b>	<b>20</b>	94.00	4.00	0.00	13.50
<b>X21</b>	<b>21</b>	95.00	4.00	0.00	13.50
<b>X22</b>	<b>22</b>	100.00	4.00	0.00	13.50
<b>X23</b>	<b>23</b>	101.00	4.00	0.00	13.50
<b>X24</b>	<b>24</b>	102.50	4.00	0.00	13.50
<b>X25</b>	<b>25</b>	103.00	4.00	0.00	13.50
<b>X26</b>	<b>26</b>	104.00	4.00	0.00	13.50
<b>X27</b>	<b>27</b>	105.00	4.00	0.00	13.50
<b>X28</b>	<b>28</b>	110.00	4.00	5.00	13.50
<b>X29</b>	<b>29</b>	120.00	4.00	5.00	13.50

Fuente: Propia.

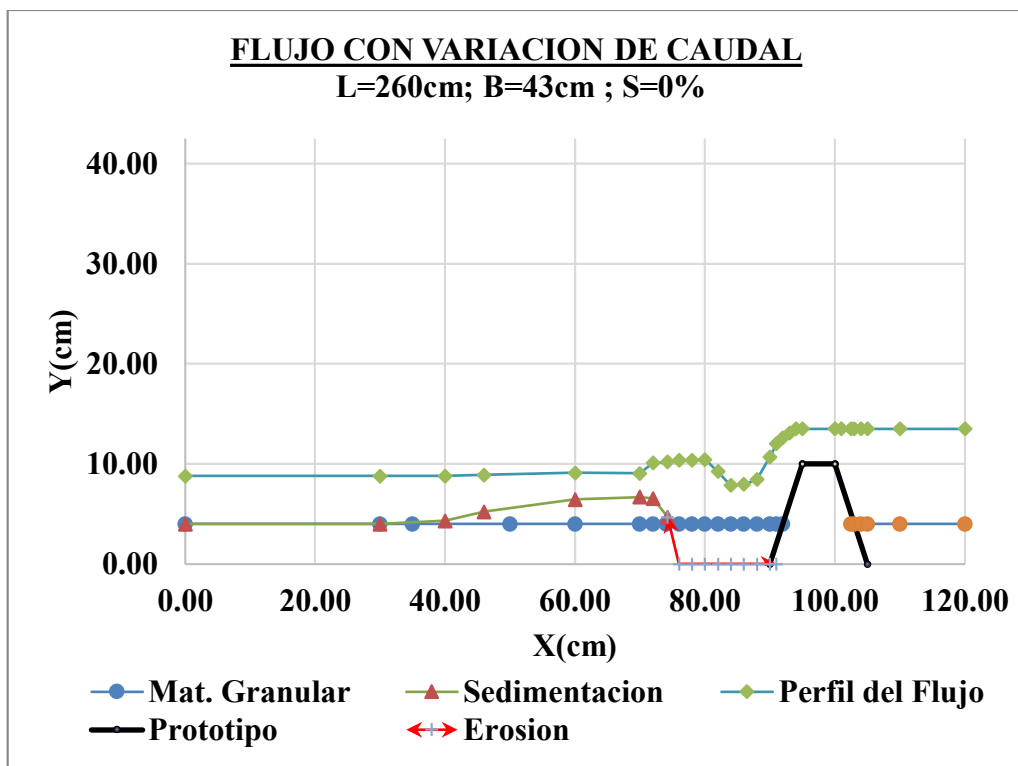


Grafico 37: Séptimo ensayo con una bomba de agua de 2 HP donde se observa la erosión y sedimentación del perfil indio.

Fuente: Propia.

Tabla 86: Volumen del cálculo de la erosión y sedimentación.

<u>VOLUMEN</u>	<u>EROSION</u>	<u>SEDIMENTACION</u>	
V-1	0.000172	0.000831	
V-2	0.002408	0.002013	
V-3	0.000151	0.002560	
V-4		0.000522	
V-5		0.000323	
$\Sigma$	0.002731	0.002687	m3

Fuente: Propia

Tabla 87: Octavo ensayo con una bomba de agua de 2 HP.

<b>BARRAJE TIPO INDIO</b>					
<b>Q (L/s)</b>	<b>2.441</b>		<b>Material Granular</b>	<b>Sedimentación y erosión</b>	<b>Perfil del Flujo</b>
<b>S% 0</b>	<b>PUNTO Nº</b>	<b>EJE X</b>	<b>EJE Y1</b>	<b>EJE Y2</b>	<b>EJE Y3</b>
<b>X1</b>	<b>1</b>	0.00	4.00	4.00	8.79
<b>X2</b>	<b>2</b>	30.00	4.00	4.00	8.79
<b>X3</b>	<b>3</b>	40.00	4.00	4.30	8.79
<b>X4</b>	<b>4</b>	46.00	4.00	5.21	8.90
<b>X5</b>	<b>5</b>	60.00	4.00	6.37	9.10
<b>X6</b>	<b>6</b>	70.00	4.00	6.54	9.06
<b>X7</b>	<b>7</b>	72.00	4.00	6.30	10.09
<b>X8</b>	<b>8</b>	74.20	4.00	4.40	10.20
<b>X9</b>	<b>9</b>	76.50	4.00	0.00	10.35
<b>X10</b>	<b>10</b>	78.00	4.00	0.00	10.37
<b>X11</b>	<b>11</b>	80.00	4.00	0.00	10.45
<b>X12</b>	<b>12</b>	82.00	4.00	0.00	9.24
<b>X13</b>	<b>13</b>	84.00	4.00	0.00	7.85
<b>X14</b>	<b>14</b>	86.00	4.00	0.00	7.95
<b>X15</b>	<b>15</b>	88.00	4.00	0.00	8.45
<b>X16</b>	<b>16</b>	90.00	4.00	0.00	10.70
<b>X17</b>	<b>17</b>	91.00	4.00	0.00	12.00
<b>X18</b>	<b>18</b>	92.00	4.00	0.00	12.60
<b>X19</b>	<b>19</b>	93.00	4.00	0.00	13.10
<b>X20</b>	<b>20</b>	94.00	4.00	0.00	13.50
<b>X21</b>	<b>21</b>	95.00	4.00	0.00	13.50
<b>X22</b>	<b>22</b>	100.00	4.00	0.00	13.50
<b>X23</b>	<b>23</b>	101.00	4.00	0.00	13.50
<b>X24</b>	<b>24</b>	102.50	4.00	0.00	13.50
<b>X25</b>	<b>25</b>	103.00	4.00	0.00	13.50
<b>X26</b>	<b>26</b>	104.00	4.00	0.00	13.50
<b>X27</b>	<b>27</b>	105.00	4.00	0.00	13.50
<b>X28</b>	<b>28</b>	110.00	4.00	5.00	13.50
<b>X29</b>	<b>29</b>	120.00	4.00	5.00	13.50

Fuente: Propia.



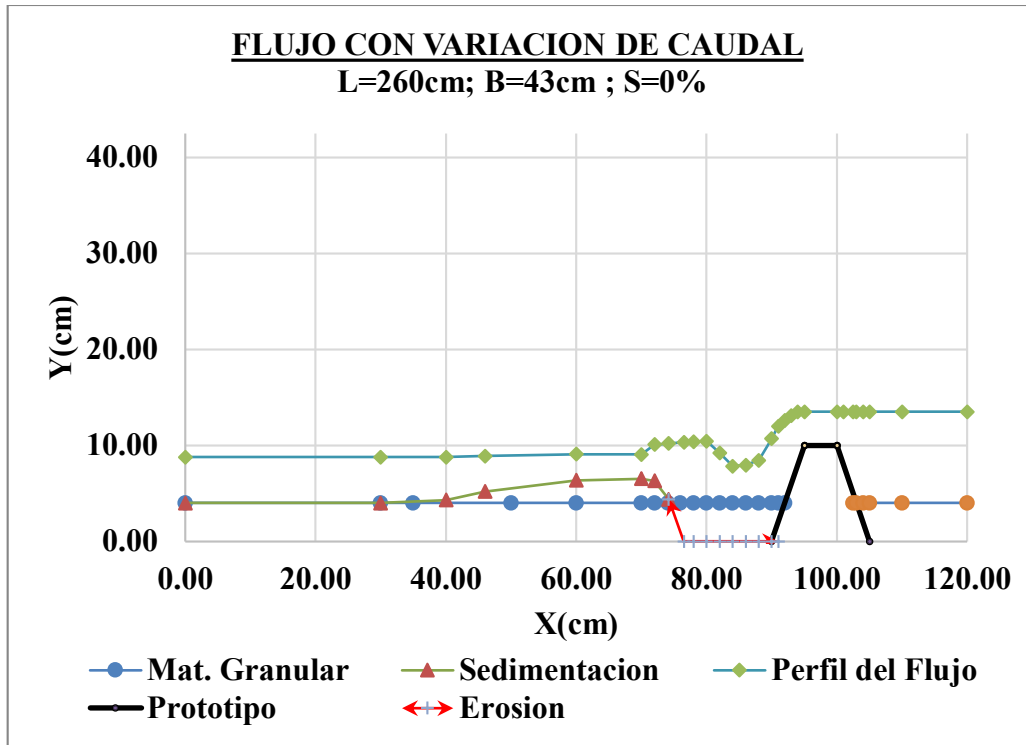


Grafico 38: Octavo ensayo con una bomba de agua de 2 HP donde se observa la erosión y sedimentación del perfil indio.

Fuente: Propia.

Tabla 88: Volumen del cálculo de la erosión y sedimentación.

<u>VOLUMEN</u>	<u>EROSION</u>	<u>SEDIMENTACION</u>	
V-1	0.000172	0.002506	
V-2	0.002322	0.002455	
V-3	0.000198	0.000484	
V-4		0.000270	
V-5		0.000520	
$\Sigma$	0.002692	0.002681	m3

Fuente: Propia

Tabla 89: Noveno ensayo con una bomba de agua de 2 HP.

<b><u>BARRAJE TIPO INDIO</u></b>					
<b>Q (L/s)</b>	<b>2.441</b>		<b>Material Granular</b>	<b>Sedimentación y erosión</b>	<b>Perfil del Flujo</b>
<b>S% 0</b>	<b>PUNTO N°</b>	<b>EJE X</b>	<b>EJE Y1</b>	<b>EJE Y2</b>	<b>EJE Y3</b>
<b>X1</b>	<b>1</b>	0.00	4.00	4.00	8.79
<b>X2</b>	<b>2</b>	30.00	4.00	4.00	8.79
<b>X3</b>	<b>3</b>	40.00	4.00	4.30	8.79
<b>X4</b>	<b>4</b>	46.00	4.00	5.20	8.90
<b>X5</b>	<b>5</b>	60.00	4.00	6.35	9.10
<b>X6</b>	<b>6</b>	70.00	4.00	6.60	9.06
<b>X7</b>	<b>7</b>	72.00	4.00	6.20	10.09
<b>X8</b>	<b>8</b>	74.20	4.00	4.30	10.20
<b>X9</b>	<b>9</b>	76.50	4.00	0.00	10.35
<b>X10</b>	<b>10</b>	78.00	4.00	0.00	10.37
<b>X11</b>	<b>11</b>	80.00	4.00	0.00	10.45
<b>X12</b>	<b>12</b>	82.00	4.00	0.00	9.24
<b>X13</b>	<b>13</b>	84.00	4.00	0.00	7.85
<b>X14</b>	<b>14</b>	86.00	4.00	0.00	7.95
<b>X15</b>	<b>15</b>	88.00	4.00	0.00	8.45
<b>X16</b>	<b>16</b>	90.00	4.00	0.00	10.70
<b>X17</b>	<b>17</b>	91.00	4.00	0.00	12.00
<b>X18</b>	<b>18</b>	92.00	4.00	0.00	12.60
<b>X19</b>	<b>19</b>	93.00	4.00	0.00	13.10
<b>X20</b>	<b>20</b>	94.00	4.00	0.00	13.50
<b>X21</b>	<b>21</b>	95.00	4.00	0.00	13.50
<b>X22</b>	<b>22</b>	100.00	4.00	0.00	13.50
<b>X23</b>	<b>23</b>	101.00	4.00	0.00	13.50
<b>X24</b>	<b>24</b>	102.50	4.00	0.00	13.50
<b>X25</b>	<b>25</b>	103.00	4.00	0.00	13.50
<b>X26</b>	<b>26</b>	104.00	4.00	0.00	13.50
<b>X27</b>	<b>27</b>	105.00	4.00	0.00	13.50
<b>X28</b>	<b>28</b>	110.00	4.00	5.00	13.50
<b>X29</b>	<b>29</b>	120.00	4.00	5.00	13.50

Fuente: Propia

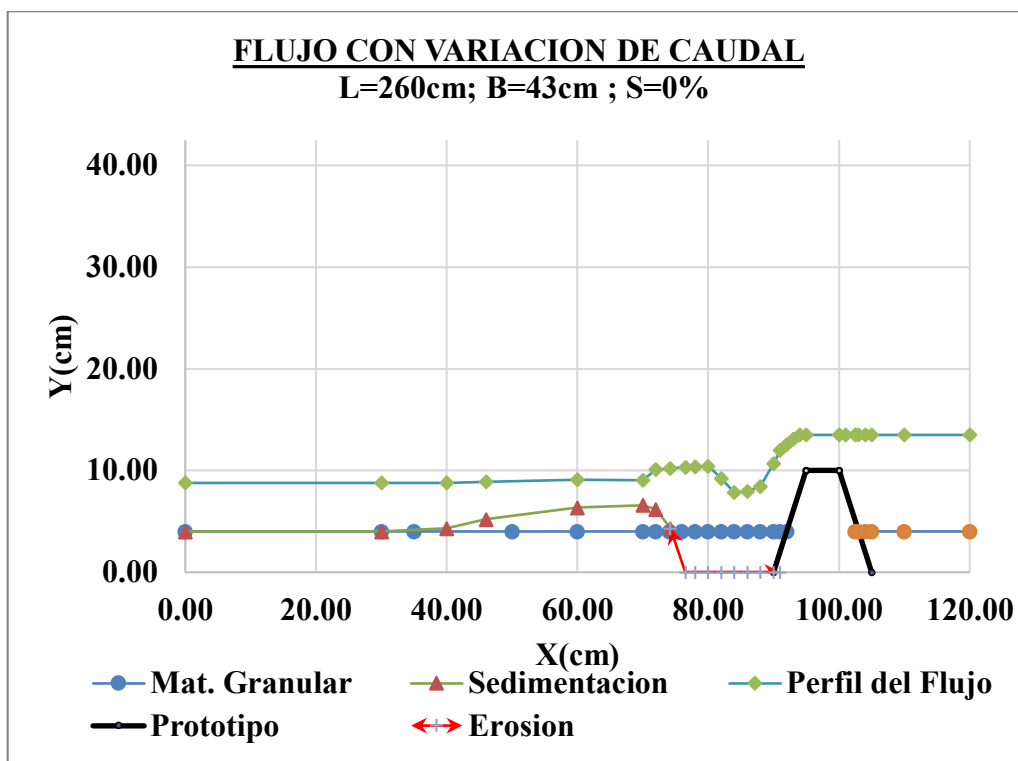


Grafico 39: Noveno ensayo con una bomba de agua de 2 HP donde se observa la erosión y sedimentación del perfil indio.

*Fuente: Propia.*

Tabla 90: Volumen del cálculo de la erosión y sedimentación.

VOLUMEN	EROSION	SEDIMENTACION	
V-1	0.000172	0.002485	
V-2	0.002322	0.002475	
V-3	0.000172	0.000480	
V-4		0.000250	
V-5		0.000490	
<b>Σ</b>	<b>0.002666</b>	<b>0.002657</b>	m3

*Fuente: Propia.*

Tabla 91: Decimo ensayo con una bomba de agua de 2 HP.

<b>BARRAJE TIPO INDIO</b>					
<b>Q (L/s)</b>	<b>2.441</b>		<b>Material Granular</b>	<b>Sedimentación y erosión</b>	<b>Perfil del Flujo</b>
<b>S% 0</b>	<b>PUNTO Nº</b>	<b>EJE X</b>	<b>EJE Y1</b>	<b>EJE Y2</b>	<b>EJE Y3</b>
<b>X1</b>	<b>1</b>	0.00	4.00	4.00	8.79
<b>X2</b>	<b>2</b>	30.00	4.00	4.00	8.79
<b>X3</b>	<b>3</b>	40.00	4.00	4.30	8.79
<b>X4</b>	<b>4</b>	44.00	4.00	5.12	8.90
<b>X5</b>	<b>5</b>	60.00	4.00	6.32	9.10
<b>X6</b>	<b>6</b>	70.00	4.00	6.55	9.06
<b>X7</b>	<b>7</b>	72.00	4.00	6.20	10.09
<b>X8</b>	<b>8</b>	74.35	4.00	4.30	10.20
<b>X9</b>	<b>9</b>	76.00	4.00	0.00	10.35
<b>X10</b>	<b>10</b>	78.00	4.00	0.00	10.37
<b>X11</b>	<b>11</b>	80.00	4.00	0.00	10.45
<b>X12</b>	<b>12</b>	82.00	4.00	0.00	9.24
<b>X13</b>	<b>13</b>	84.00	4.00	0.00	7.85
<b>X14</b>	<b>14</b>	86.00	4.00	0.00	7.95
<b>X15</b>	<b>15</b>	88.00	4.00	0.00	8.45
<b>X16</b>	<b>16</b>	90.00	4.00	0.00	10.70
<b>X17</b>	<b>17</b>	91.00	4.00	0.00	12.00
<b>X18</b>	<b>18</b>	92.00	4.00	0.00	12.60
<b>X19</b>	<b>19</b>	93.00	4.00	0.00	13.10
<b>X20</b>	<b>20</b>	94.00	4.00	0.00	13.50
<b>X21</b>	<b>21</b>	95.00	4.00	0.00	13.50
<b>X22</b>	<b>22</b>	100.00	4.00	0.00	13.50
<b>X23</b>	<b>23</b>	101.00	4.00	0.00	13.50
<b>X24</b>	<b>24</b>	102.50	4.00	0.00	13.50
<b>X25</b>	<b>25</b>	103.00	4.00	0.00	13.50
<b>X26</b>	<b>26</b>	104.00	4.00	0.00	13.50
<b>X27</b>	<b>27</b>	105.00	4.00	0.00	13.50
<b>X28</b>	<b>28</b>	110.00	4.00	5.00	13.50
<b>X29</b>	<b>29</b>	120.00	4.00	5.00	13.50

Fuente: Propia.

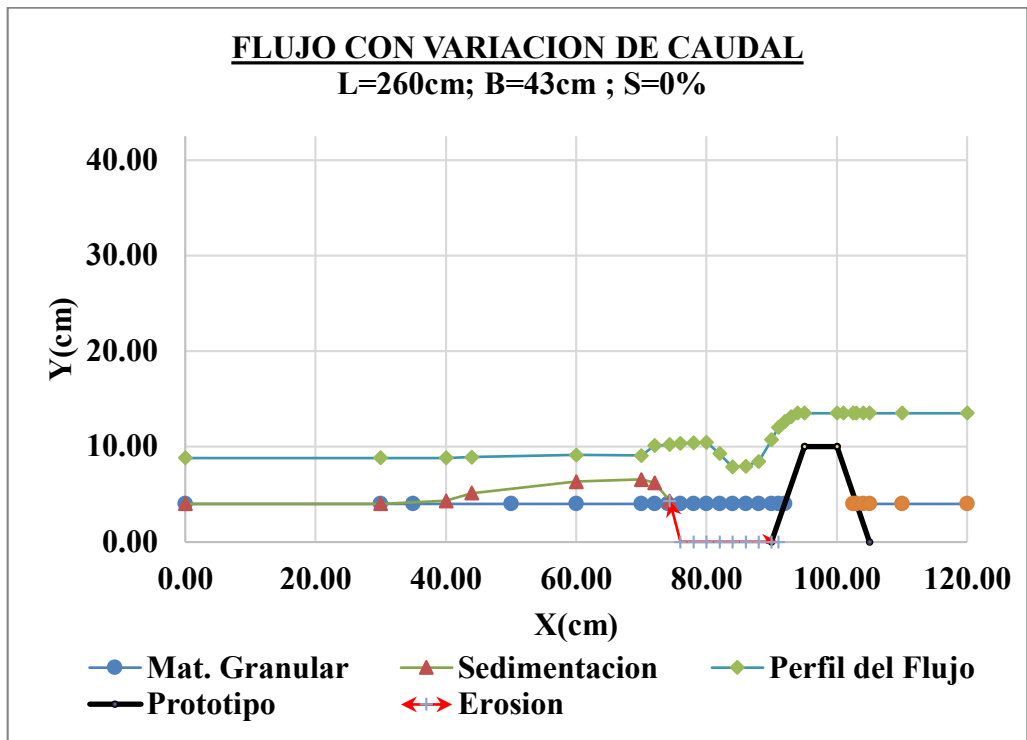


Grafico 40: Decimo ensayo con una bomba de agua de 2 HP donde se observa la erosión y sedimentación del perfil indio.

Fuente: Propia.

Tabla 92: Volumen del cálculo de la erosión y sedimentación.

<u>VOLUMEN</u>	<u>EROSION</u>	<u>SEDIMENTACION</u>	
V-1	0.000172	0.002752	
V-2	0.002408	0.002435	
V-3	0.000142	0.000475	
V-4		0.000250	
V-5		0.000490	
$\Sigma$	0.002722	0.002753	m <sup>3</sup>

Fuente: Propia.

## **CAPITULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

## 5.1 Diseño de los prototipos

Los prototipos fueron diseñados para cambiar la sección del canal de procesos morfológicos, ubicado en la Universidad Privada Antenor Orrego (UPAO), con las siguientes dimensiones 43 cm de ancho por 15 cm de altura.

Se construyeron dos prototipos (Creager e indio) para la construcción del prototipo se utilizó acrílico cristal de 4 mm, para así poder tener una mayor resistencia al hacer contacto el agua más el material granular con el prototipo. Al momento de crear los prototipos se tomó en cuenta el ancho del canal de procesos morfológicos de 43 cm para poder dejar espacio para colocar micro poroso a ambos bordes de los prototipos y evitar cualquier daño en el canal de procesos morfológicos, se utilizó dos bombas de agua (1 HP y 2 HP), de esta manera se obtuvo dos caudales para así tener dos criterios para realizar los ensayos.

## 5.2 Perfiles del flujo

### a. Bomba de agua de 1 HP

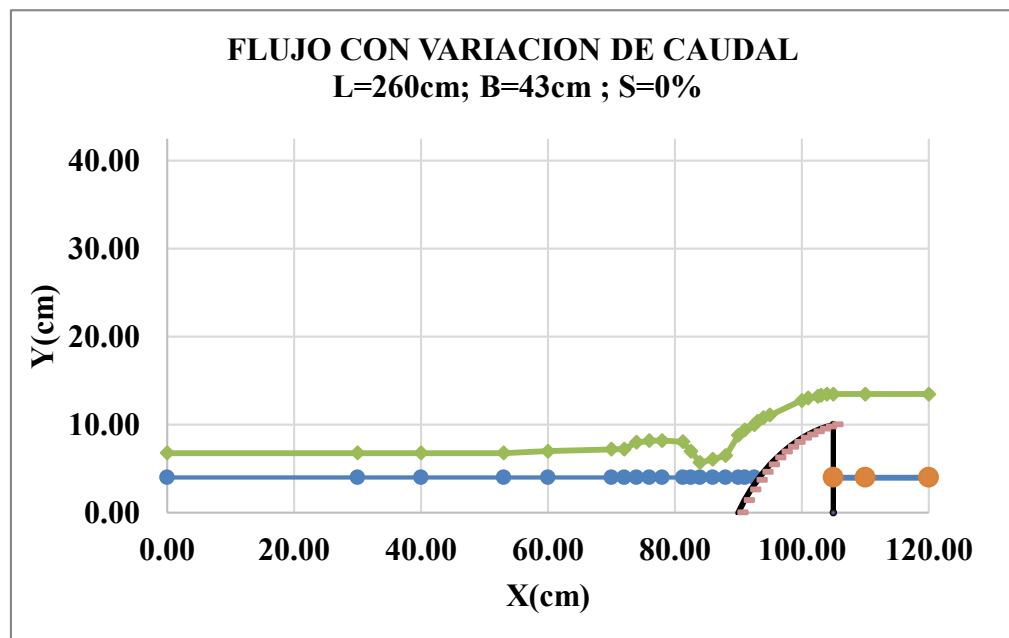
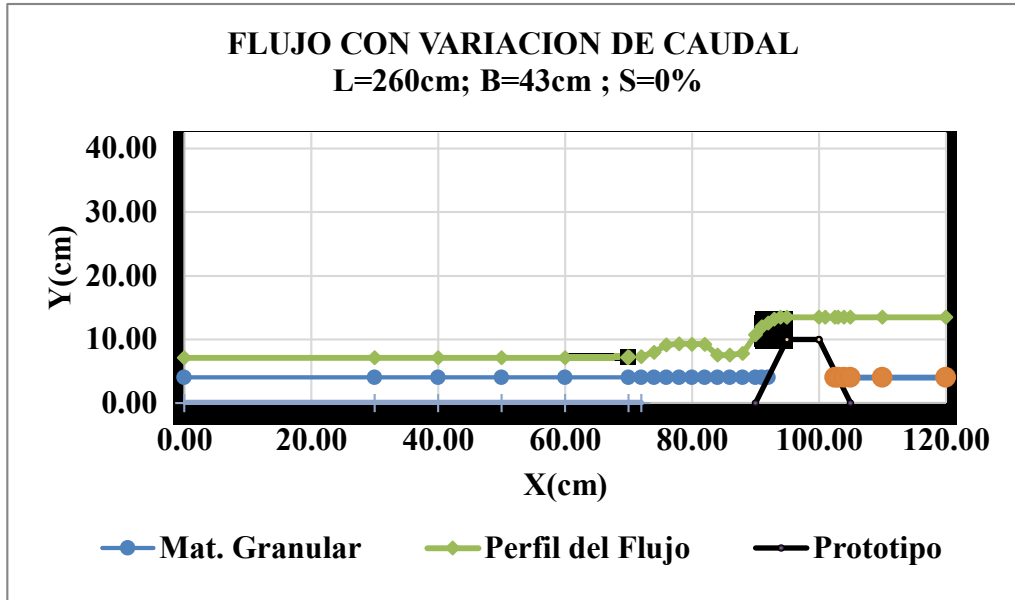


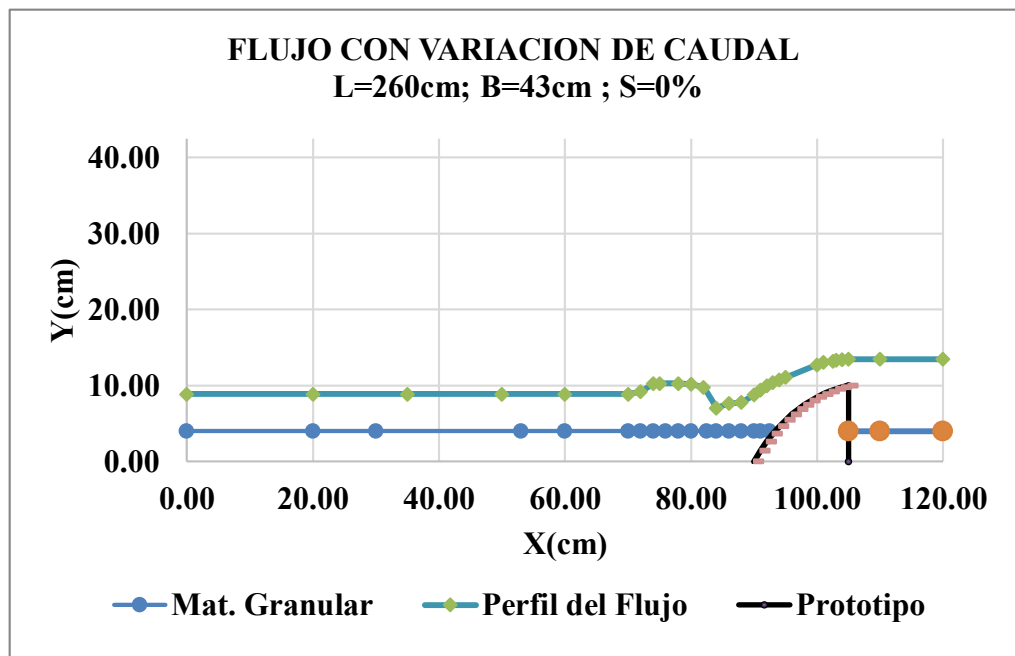
Grafico 41: Perfil del flujo del prototipo Creager con una bomba de agua de 1 HP.

Fuente: Propia.



*Grafico 42: Perfil del flujo del prototipo indio con una bomba de agua de 1 HP.  
Fuente: Propia.*

**b. Bomba de agua de 2 HP.**



*Grafico 43: Perfil del flujo del prototipo Creager con una bomba de agua de 2 HP.*

*Fuente: Propia.*



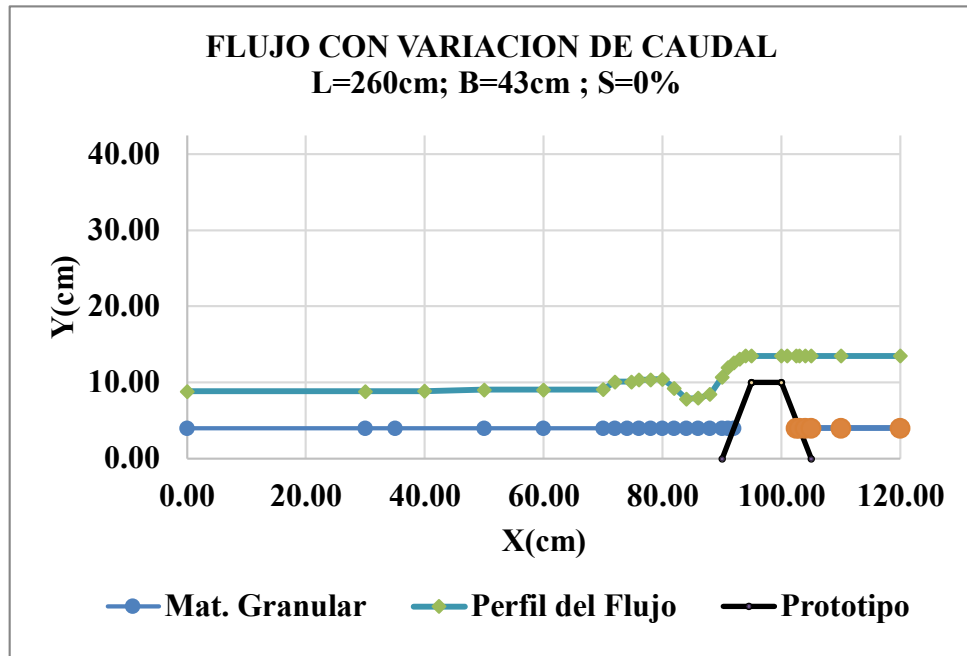


Gráfico 44: Perfil del flujo del prototipo indio con una bomba de agua de 2 HP.

Fuente: Propia.

Según lo observado en los prototipos el perfil del flujo, se observa el comportamiento del fluido con las diferentes bombas de agua (1 HP y 2 HP) y bajo la referencia bibliográfica de Ven Te Chow de su libro de canales abiertos pag. 474 nos explica los comportamientos de flujo.

En la presente investigación se han creado perfiles de flujo de agua con variación de caudal al emplear dos bombas de agua (1 HP y 2 HP) lo cual se observa que los perfiles son del tipo M1 ya que solo se cuenta con pendiente 0%, al realizar los ensayos en el canal de procesos morfológicos de la Universidad Privada Antenor Orrego (UPAO).

Las corrientes de agua que pasan en el canal de procesos morfológicos, aguas debajo de los prototipos se puede observar el perfil del flujo como el fenómeno tipo remolino siendo mucho más pronunciado con la bomba de agua de 2 HP, y con el perfil Creager.

### 5.3 CUADRO COMPARATIVO DE PROCESO DE EROSIÓN Y SEDIMENTACIÓN EN LOS BARRAJES SEGÚN SU FORMA (INDIO Y CREAGER)

Se realizó los ensayos en el canal de procesos morfológicos de la Universidad Privada Antenor Orrego (UPAO), donde se obtuvieron los siguientes resultados de 30 ensayos, se tomó 10 ensayos siendo el promedio de cada tres ensayos para así obtener mejor los resultados.

#### a. Perfil tipo indio

Se tomó los datos con dos bombas de agua de (1 HP y 2 HP) con el prototipo indio donde se observa la erosión vs la sedimentación del material granular colocado a una altura de 4 cm en la base del canal de procesos morfológicos Upao.

Tabla 30: Cuadro comparativo del perfil indio.

VOL	PROTOTIPO INDIO			
	BOMBA DE 1 HP		BOMBA DE 2 HP	
	EROSION	SEDIMENTACION	EROSION	SEDIMENTACION
V1	0.00171914	0.00166066	0.00274684	0.00274125
V2	0.00176300	0.00168130	0.00270900	0.00267955
V3	0.00172430	0.00167442	0.00268320	0.00267030
V4	0.00171570	0.00171226	0.00268320	0.00266815
V5	0.00175698	0.00162540	0.00275200	0.00269997
V6	0.00171398	0.00164626	0.00273480	0.00266880
V7	0.00171226	0.00166561	0.00273050	0.00268686
V8	0.00171656	0.00170624	0.00269180	0.00268105
V9	0.00170710	0.00171054	0.00266600	0.00265740
V10	0.00172000	0.00171957	0.00272190	0.00275286
PROM	<b>0.00172490</b>	<b>0.00168023</b>	<b>0.00271192</b>	<b>0.00269062</b>

Fuente: Propia

- En el cuadro comparativo se observa la erosión con una bomba de 1 y 2 HP, cuyo volumen promedio es de **0.00172490** m<sup>3</sup>, en cambio con una bomba de agua de 2 HP se observa que la erosión el volumen promedio es de **0.00271192** cm<sup>3</sup> por lo que hay una diferencia de **0.00098702** m<sup>3</sup>.

- En el cuadro comparativo se observa la sedimentación con una bomba de 1 y 2 HP, cuyo volumen promedio es de **0.00168023** m<sup>3</sup>, en cambio con una bomba de agua de 2 HP se observa que la sedimentación el volumen promedio es de **0.00269062** m<sup>3</sup> por lo que hay una diferencia de **0.00101039** cm<sup>3</sup>, de esto se podría decir que con una bomba de agua de 2 HP habrá una mayor erosión y sedimentación en un barraje de una compuerta.

**b. Perfil tipo creager**

Se tomó los datos con dos bombas de agua de (1 HP y 2 HP) con el prototipo indio donde se observa la erosión vs la sedimentación del material granular colocado a una altura de 4 cm en la base del canal de procesos morfológicos Upao.

Tabla 31: Cuadro comparativo del perfil Creager.

VOL	PROTOTIPO CREAGER			
	BOMBA DE 1 HP		BOMBA DE 2 HP	
	EROSION	SEDIMENTACION	EROSION	SEDIMENTACION
V1	0.00161250	0.00169936	0.00313900	0.00311750
V2	0.00172000	0.00170882	0.00262684	0.00265654
V3	0.00172860	0.00172430	0.00305300	0.00302656
V4	0.00171570	0.00168517	0.00292400	0.00282166
V5	0.00172430	0.00170925	0.00296700	0.00286810
V6	0.00172946	0.00172817	0.00279500	0.00240241
V7	0.00170280	0.00169936	0.00277780	0.00274770
V8	0.00169420	0.00170065	0.00288100	0.00279328
V9	0.00173720	0.00169205	0.00281220	0.00276662
V10	0.00168560	0.00168345	0.00309600	0.00298850
<b>PROM</b>	<b>0.00170504</b>	<b>0.00170306</b>	<b>0.00290718</b>	<b>0.00281889</b>

Fuente: Propia.

- En el cuadro comparativo se observa la erosión con dos bombas de agua de 1 y 2 HP, del perfil Creager cuyo volumen promedio es de **0.00170504** m<sup>3</sup>, en cambio con una bomba de agua de 2 HP se observa que la erosión el volumen promedio es de **0.00290718** m<sup>3</sup> por lo que hay una diferencia de **0.00120215** cm<sup>3</sup>.

- En el cuadro comparativo se observa la sedimentación con una bomba de 1 y 2 HP, cuyo volumen promedio es de **0.00170306** m<sup>3</sup>, en cambio con una bomba de agua de 2 HP se observa que la sedimentación el volumen promedio es de **0.00281889** m<sup>3</sup> por lo que hay una diferencia de **0.00111583** m<sup>3</sup>, de esto se podría decir que con una bomba de agua de 2 HP habrá una mayor erosión y sedimentación en un barraje de una compuerta.
- Con el perfil tipo Creager hay mayor erosión que con el perfil tipo indio habiendo una diferencia de **0.00021513** m<sup>3</sup> de erosión respecto al perfil indio.

## **CAPITULO VI: CONCLUSIONES**

- En esta tesis se realizó el estudio experimental del proceso de erosión y sedimentación en un cauce de suelos granular con barrajes tipo indio y Creager en el canal de procesos morfológicos – UPAO.
- Se caracterizó el canal de procesos morfológicos del laboratorio de hidráulica de la UPAO, donde se obtuvieron las siguientes medidas:
  - Largo del canal  $L = 2.70$  m, más tanque de recepción de  $0.40$  m.
  - Ancho del canal  $A = 0.43$  m, características del canal son paredes y fondo del canal de vidrio templado de  $5$  mm, además cuenta con separadores de acero (tee y ángulo) de media pulgada.
  - Altura del canal  $h = 0.40$  m, la altura total del canal es de  $H = 1.70$  m.
- Se determinó la granulometría del material, tamizando material que pase por el tamiz N° 8, cuya abertura es de  $2.36$  mm y es retenido en el tamiz N° 16, así se colocó en el fondo del canal una capa de  $4$  cm de material granular.
- Para su diseño y construcción de los barrajes (indio y Creager), se tomó en cuenta el ancho del canal de procesos morfológicos  $A = 0.43$  m. Se determinó su construcción de los barrajes de un ancho  $a = 0.42$  m, largo  $l = 0.15$  m, y una altura de  $h_1 = 0.10$  m, luego se colocó en ambos extremos de los perfiles planchas de microporoso de acuerdo a la forma del perfil de  $5$  mm, para así poder fijar el prototipo en el canal.
- Se determinó el caudal, en el canal de procesos morfológicos, mediante método del vertedero, donde se obtuvieron resultados confiables, se obtuvieron dos caudales, el primero para una bomba de agua de  $1$  HP un caudal de  $0.0023439$  m<sup>3</sup>/s y el segundo con una bomba de agua de  $2$  HP un caudal de  $0.0034267$  m<sup>3</sup>/s.
- Para el proceso de erosión y sedimentación en la superficie del suelo granular, se realizaron  $30$  ensayos para cada perfil, con cada bomba de agua.
  - La sedimentación para el perfil tipo indio, presentó  $2$  grupos con tendencias diferentes, el primer grupo al emplear una bomba de agua de  $1$  HP, cuyo volumen promedio sedimentado  $V_{SP} = 0.00167826$  m<sup>3</sup>, mientras para el segundo grupo al emplear una bomba de agua de  $2$  HP, su volumen promedio sedimentado  $V_{SP} = 0.00269062$  m<sup>3</sup>. Mientras que para el perfil tipo Creager, al emplear una bomba de agua de  $1$  HP, se obtuvo un volumen promedio sedimentado  $V_{SP} = 0.00170306$  m<sup>3</sup>, mientras al emplear una bomba de agua

de 2 HP, cuyo volumen promedio sedimentado  $V_{SP} = 0.00281889 \text{ m}^3$  esto nos indica que las concentraciones crecen cuando las descargas se incrementan.

- Durante la erosión con el perfil tipo indio, presentó 2 grupos con tendencias diferentes, el primer grupo al emplear una bomba de agua de 1 HP, cuyo volumen promedio erosionado  $V_{EP} = 0.00172490 \text{ m}^3$ , mientras para el segundo grupo al emplear una bomba de agua de 2 HP, su volumen promedio erosionado  $V_{EP} = 0.00271192 \text{ m}^3$ . En cambio, para el perfil tipo Creager, al emplear una bomba de agua de 1 HP, se obtuvo un volumen promedio erosionado  $V_{EP} = 0.00170504 \text{ m}^3$ , mientras al emplear una bomba de agua de 2 HP, cuyo volumen promedio erosionado  $V_{EP} = 0.00290718 \text{ m}^3$  esto nos indica que las concentraciones crecen cuando las descargas se incrementan.
- Según los resultados obtenidos en el laboratorio de hidráulica de la UPAO tenemos, que el perfil tipo Creager, nos satisface tanto para erosión como sedimentación al emplear mayores caudales.
- La estimación se vio influenciada por el tiempo de duración y caudales de cada evento, en los ensayos realizados se puede decir que con una bomba de agua de 2 HP hay mayor erosión aguas abajo del perfil tipo Creager, por lo que se recomienda usar un prototipo de estas características para poder erosionar y sedimentaciones.

## **CAPITULO VII: RECOMENDACIONES**



- Se recomienda para las próximas investigaciones, en el canal de procesos morfológicos de la UPAO, tener en cuenta la estructura interna del canal, su sección, el perfil, para no generar errores experimentales en los cálculos, o caso contrario aumentar el espesor de la pared del vidrio del canal de procesos morfológicos.
- Se recomienda con respecto al tanque alimentador de agua utilizar tuberías flexibles.
- Se recomienda para próximas investigaciones agregar una pendiente al canal de procesos morfológicos hasta 5% para de esta manera poder obtener otros resultados con diferentes pendientes.
- Se recomienda para próximas investigaciones que la UPAO adquiera equipos que permitan medir velocidad, caudal (caudalímetro y velocímetro).

## Referencias Bibliográficas

- ENRIQUE GARCIA, LUIS (2010)  
“El fenómeno el Niño 1997-1998”. Artículo de internet. Pag web:  
<http://scioteca.caf.com/bitstream/handle.pdf>
- [https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/624475/Cabello\\_OF.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/624475/Cabello_OF.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- <https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/3480/PROCESOS%20EN%20EL%20DESARROLLO%20DE%20PROYECTOS%20DE%20GENERACION.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- BR. GUTIERREZ NINAHUAMAN CESAR VIDAL (AYACUCHO - 2014), en su investigación sobre el PROGRAMA PARA EL DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DE BOCATOMAS TIPO BARRAJE CON EL VISUAL BASIC 9.0 HUAMANGA AYACUCHO-2011.  
[file:///C:/Users/Usuario/Desktop/TESIS%20I%20FINAL/Tesis%20IAG44\\_Gut.pdf](file:///C:/Users/Usuario/Desktop/TESIS%20I%20FINAL/Tesis%20IAG44_Gut.pdf)
- BR. NASSI MIRENGHI G. (ECUADOR-2014), en su tesis sobre las DISEÑO Y MODELAMIENTO HIDRÁULICO DE LA BOCATOMA EL PUEBLO DEL DISTRITO DE CHÓCHOPE, PROVINCIA DE LAMBAYEQUE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, UTILIZANDO EL MODELO NUMÉRICO TELEMAT - 2D.  
<http://tesis.usat.edu.pe/xmlui/handle/usat/1302>
- **BR. OROSCO DE LA CRUZ J (LIMA-2015)**, en su investigación sobre el CRITERIOS DE DISEÑO DE LA BOCATOMA “EL VADO” EN EL RÍO ARMA CON FINES DE RIEGO - PROVINCIA DE AREQUIPA.  
<http://cybertesis.urp.edu.pe/handle/urp/1148>
- **BR. PEREDA MEDINA, QUINTANA AGUILAR (2016)**, En su estudio de ANÁLISIS FUNCIONAL Y ECONÓMICO DE LA CAPTACIÓN DE AGUA DE LA QUEBRADA MAKU MEDIANTE UNA BOCATOMA DE BARRAJE MIXTO Y BOCATOMA TIPO TIROLESA EN EL DISTRITO DE PIRA - HUARAZ.  
[http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/3599/1/RE\\_ING.CIVIL\\_CESAR.PEREDA\\_GIANCARLO.QUINTANA\\_QUEBRADA.MAKU\\_DATOS.PDF](http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/3599/1/RE_ING.CIVIL_CESAR.PEREDA_GIANCARLO.QUINTANA_QUEBRADA.MAKU_DATOS.PDF)
- Barry, J. J., Buffington, J. M., Goodwin, P., King, J. G., & Emmett, W. W. (2008). Performance of bed-load transport equations relative to geomorphic significance: Predicting effective discharge and its transport

rate. Journal of Hydraulic Engineering, 134(5), 601-615. doi:

- [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9429\(2008\)134:5\(601\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9429(2008)134:5(601))
- <https://es.slideshare.net/jorgeberrios7737/b-26624232>
- <https://www.slideshare.net/hANdREXS/barraje-1>
- Arocha R. Simón. "Abastecimiento de Agua"
- [http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/15944/1/castillo\\_ql.pdf](http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/15944/1/castillo_ql.pdf)
- [http://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivoz/publicacionez/tercera\\_sesion\\_bocatomas.pdf](http://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivoz/publicacionez/tercera_sesion_bocatomas.pdf)