

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL**



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

---

**“ESTUDIO DE LA SEDIMENTACIÓN DE LA REPRESA GALLITO CIEGO  
JEQUETEPEQUE ZAÑA - DISTRITO YONÁN - PROVINCIA DE  
CONTUMAZÁ – REGIÓN CAJAMARCA”**

---

**Área de Investigación:**

Hidráulica

**Autor (es):**

Bach. Matute Zavaleta, Cristina Ximena

Bach. Velásquez Villanueva, Leonardo José

**Jurado Evaluador:**

**Presidente: Ing. Manuel Vértiz Malabrigo**

**Secretario: Ing. Enrique Francisco Lujan Silva**

**Vocal: Ing. Tito Burgos Sarmiento**

**Asesor**

Dr. Cabanillas Quiroz, Guillermo Juan

**Código Orcid: 17902**

**TRUJILLO – PERÚ**

**2022**

**Fecha de sustentación: 2022/10/25**



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL**



---

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

**“ESTUDIO DE LA SEDIMENTACIÓN DE LA REPRESA GALLITO CIEGO  
JEQUETEPEQUE ZAÑA - DISTRITO YONÁN - PROVINCIA DE  
CONTUMAZÁ – REGIÓN CAJAMARCA”**

---

**Área de Investigación:**

Hidráulica

**Autor (es):**

Bach. Matute Zavaleta, Cristina Ximena

Bach. Velásquez Villanueva, Leonardo José

**Jurado Evaluador:**

**Presidente: Ing. Manuel Vértiz Malabrigo**

**Secretario: Ing. Enrique Francisco Lujan Silva**

**Vocal: Ing. Tito Burgos Sarmiento**

**Asesor**

Dr. Cabanillas Quiroz, Guillermo Juan

**Código Orcid: 17902**

**TRUJILLO – PERÚ**

**2022**

**Fecha de sustentación: 2022/10/25**

## Dedicatoria

A MIS PADRES: que son mi máximo orgullo y el pilar fundamental en mi vida, por su apoyo incondicional, por la confianza, amor y sacrificio para poder alcanzar mis objetivos trazados.

A MIS ABUELOS; por ser mi motivación para enfrentar las adversidades de la vida y llegar a ser un ejemplo para ellos.

Bach. Cristina Ximena Matute  
Zavaleta

A MIS PADRES: quienes son las personas que más amo, por siempre darme su apoyo y animarme en todo momento para no perder de vista las metas que tengo trazadas.

A MI ABUELA; por apoyarme durante toda mi vida y ser en gran parte, la responsable del profesional que soy ahora.

A MIS HERMANOS; primeramente, a mi hermano mayor; por ser un ejemplo para mí, tanto como persona y como colega, y a mi hermano menor; que trato siempre de ser un ejemplo para él y eso me hace ser mejor persona cada día para que se sienta orgulloso.

Bach. Leonardo José Velásquez  
Villanueva

## Agradecimiento

A todas las personas que me apoyaron e hicieron posible que este trabajo se realice con éxito.

En especial a mi asesor por compartirme sus conocimientos, comprensión y paciencia.

A toda mi familia y amigos por acompañarme en este proceso.” A mi asesor el Ing. Guillermo Cabanillas Quiroz, por su paciencia, enseñanzas y tiempo dedicado.

Bach. Cristina Ximena Matute  
Zavaleta

Agradezco a mis padres, familiares y amigos que me apoyaron en todo este proceso, dándome ánimos de seguir y no rendirme.

A mi asesor el Ing. Guillermo Cabanillas Quiroz por compartirnos sus conocimientos, tiempo y paciencia.

Bach. Leonardo José Velásquez  
Villanueva

## Resumen

En este trabajo de investigación llamado “Estudio de la sedimentación de la represa Gallito Ciego Jequetepeque Zaña - Distrito Yonán - Provincia de Contumazá – Región Cajamarca” tiene como objetivo el realizar el estudio de sedimentación para determinar su influencia en la capacidad de la Represa ya mencionada. La metodología empleada en esta investigación fue de un estudio con enfoque cuantitativo, tipo aplicado, nivel descriptivo y con un diseño no experimental longitudinal. En cuanto a la población se tomó en cuenta a todo el embalse de Gallito Ciego y como muestra se tomó a la sedimentación manifestada en dicha represa dado que ese parámetro es el que determina el análisis principal de este informe. En cuanto a los resultados obtenidos en este estudio, se puede mencionar que la represa Gallito Ciego ha disminuido su capacidad total en 111.61 MMC, debido a los sedimentos acumulados en el embalse, concentrándose la mayor proporción en la zona cercana a la represa, por lo que, lo más probable es que si la sedimentación no se llega a controlar la captación de servicio podría quedar inoperativa al igual que la situación actual de la captación de fondo. Asimismo, se llega a la conclusión que, de todas las alternativas de solución propuestas, la que más resulta económicamente rentable es de la metodología UDEP, además del sistema de hidrosucción.

**Palabras Clave:** Represa, Sedimentación, Volumen, Medidas de Solución.

## **Abstract**

In this research work called "Study of the sedimentation of the Gallito Ciego Jequetepeque Zaña dam - Yonán District - Contumazá Province - Cajamarca Region" aims to carry out the sedimentation study to determine its influence on the capacity of the Dam already mentioned. The methodology used in this research was a study with a quantitative approach, applied type, descriptive level and with a non-experimental longitudinal design. Regarding the population, the entire Gallito Ciego reservoir was taken into account and the sedimentation manifested in said dam was taken as a sample, given that this parameter is what determines the main analysis of this report. Regarding the results obtained in this study, it can be mentioned that the Gallito Ciego dam has decreased its total capacity by 111.61 MMC, due to the sediments accumulated in the reservoir, concentrating the largest proportion in the area near the dam, therefore It is most likely that if the sedimentation is not controlled, the service intake could become inoperative as well as the current situation of the bottom intake. Likewise, it is concluded that, of all the proposed solution alternatives, the one that is most economically profitable is the UDEP methodology, in addition to the hydrosuction system.

**Keywords:** Dam, Sedimentation, Volume, Solution Measurements.

## Presentación

Señores miembros del jurado:

De conformidad y en cumplimiento con los requisitos estipulados en el reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego y el Reglamento del Programa Académico de Tesis Asistida de la Facultad de Ingeniería, pongo a vuestra disposición la presente Tesis titulada: **“ESTUDIO DE LA SEDIMENTACIÓN DE LA REPRESA GALLITO CIEGO JEQUETEPEQUE ZAÑA - DISTRITO YONÁN - PROVINCIA DE CONTUMAZÁ – REGIÓN CAJAMARCA”** para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil.

El presente informe se desarrolló debido a la necesidad de establecer un análisis a la sedimentación presente en la represa Gallito Ciego y poner plantear ciertas medidas de corrección que puedan servir como guía para futuros proyectos de diseño respecto a este tema.

Se pidió ayuda a nuestro asesor ya que su experiencia fue fundamental en este trabajo, como también referencias bibliográficas para complementar esta investigación.

Los autores



## ÍNDICE

<b>Dedicatoria .....</b>	<b>VII</b>
<b>Agradecimiento.....</b>	<b>8</b>
<b>Resumen. ....</b>	<b>9</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>V</b>
<b>II</b>	
<b>Presentación .....</b>	<b>VIII</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>14</b>
1.1. Problema de investigación .....	14
1.2. Objetivos .....	15
1.3. Justificación del estudio.....	15
<b>II. MARCO DE REFERENCIA .....</b>	<b>16</b>
<b>2.1. Antecedentes del estudio .....</b>	<b>16</b>
Internacionales .....	16
Nacionales.....	17
Locales.....	18
<b>2.2. Marco Teórico.....</b>	<b>19</b>
2.2.1. Embalse.....	19
2.2.2. Sedimentación .....	19
a) Sedimentación en embalses peruanos .....	19
b) Causas.....	20
c) Problemática en embalses.....	20
2.2.3. Hidrología .....	21
a) Definición.....	21
b) Factores hidrológicos en el diseño hidráulico .....	22
2.2.4. Cuenca hidrográfica.....	22

a) Área de la cuenca. ....	22
b) Perímetro de la cuenca.....	23
c) Forma de la cuenca .....	23
d) Longitud del cauce principal. ....	23
e) Curva hipsométrica.....	23
f) Elevación media. ....	24
2.2.5. Precipitaciones .....	24
a) Definición.....	24
b) Precipitación total y efectiva .....	25
2.2.6. Caudales .....	25
<b>2.3. Marco conceptual .....</b>	<b>26</b>
<b>2.4. Sistema de Hipótesis .....</b>	<b>27</b>
<b>2.5. Variables. Operacionalización de variables.....</b>	<b>27</b>
Variable independiente .....	27
Variable dependiente .....	27
Operacionalización de variables .....	28
<b>III. Metodología empleada .....</b>	<b>30</b>
3.1. Tipo y nivel de investigación.....	30
3.2. Población y muestra de estudio.....	30
3.2.1. Población.....	30
3.2.2. Muestra.....	30
3.3. Diseño de investigación .....	30
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	31
3.5. Procesamiento y análisis de datos.....	31
<b>IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>33</b>
4.1. Análisis e interpretación de resultados .....	33

4.1.1. Análisis de la Situación Actual de la Colmatación del Embalse.....	33
4.1.2. Análisis de las características de Sedimentación del Embalse por medio de ensayos de laboratorio.....	42
4.1.3. Propuestas de Solución para la reducción de sedimentos en el embalse.....	53
4.2. Docimasia de hipótesis .....	56
<b>V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>57</b>
5.1. CONCLUSIONES .....	59
5.2. RECOMENDACIONES.....	60
<b>VI. Referencias bibliográficas .....</b>	<b>61</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>63</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Sedimentación en embalses peruanos. ....	20
<b>Tabla 2.</b> <i>Causas y consecuencias.</i> .....	21
<b>Tabla 3.</b> Factores hidrológicos. ....	22
<b>Tabla 4</b> Tipo de lluvia según intensidad .....	24
<b>Tabla 5</b> Forma de precipitaciones.....	25
<b>Tabla 6</b> <i>Operacionalización de las variables.</i> .....	28
<b>Tabla 7.</b> <i>Principales datos hidrológicos del embalse.</i> .....	34
<b>Tabla 8.</b> <i>Volumen Total en el embalse.</i> .....	37
<b>Tabla 9.</b> <i>Volumen de sedimentación.</i> .....	39
<b>Tabla 10.</b> <i>Incremento Sedimentación.</i> .....	40
<b>Tabla 11.</b> <i>Volumen Total en el embalse.</i> .....	41
<b>Tabla 12.</b> <i>Distribución Granulométrica de la muestra C-1.</i> .....	42
<b>Tabla 13.</b> <i>Distribución Granulométrica de la muestra C-2.</i> .....	43
<b>Tabla 14.</b> <i>Distribución Granulométrica de la muestra C-3.</i> .....	44
<b>Tabla 15.</b> <i>Distribución Granulométrica de la muestra C-4.</i> .....	45
<b>Tabla 16.</b> <i>Distribución Granulométrica de la muestra C-5.</i> .....	46
<b>Tabla 17.</b> <i>Distribución Granulométrica de la muestra C-6.</i> .....	47
<b>Tabla 18.</b> <i>Resultados finales ensayos Límites de Atterberg.</i> .....	50
<b>Tabla 19.</b> <i>Clasificación de las muestras.</i> .....	51
<b>Tabla 20.</b> <i>Contenido de humedad de las muestras.</i> .....	52
<b>Tabla 21.</b> <i>Gravedad específica de las muestras.</i> .....	52
<b>Tabla 22.</b> <i>Cuadro comparativo medidas de solución.</i> .....	56

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Forma de una cuenca.....	23
<b>Figura 2.</b> Gallito Ciego .....	33
<b>Figura 3.</b> Curva de Elevación - Área.....	35
<b>Figura 4.</b> Curva de Elevación - Volumen.. ..	36
<b>Figura 5.</b> Distribución del embalse.....	38
<b>Figura 6.</b> Curva de Volumen Acumulado (MMC) .....	41
<b>Figura 7.</b> Curva Granulométrica de la muestra C-1.....	42
<b>Figura 8.</b> Curva Granulométrica de la muestra C-2 .....	44
<b>Figura 9.</b> Curva Granulométrica de la muestra C-3.....	45
<b>Figura 10.</b> Curva Granulométrica de la muestra C-4.....	46
<b>Figura 11.</b> Curva Granulométrica de la muestra C-5.....	47
<b>Figura 12.</b> Curva Granulométrica de la muestra C-6. ....	48
<b>Figura 13.</b> Diagrama de fluidez entre el % de Humedad y el N° de Golpes de la muestra C-1 .....	49
<b>Figura 14.</b> Diagrama de fluidez entre el % de Humedad y el N° de Golpes de la muestra C-2 .....	50

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Problema de investigación

El agua se considera como un recurso de gran importancia para la vida, considerándose, así como un elemento hídrico natural que permite la configuración de los diversos sistemas del medio ambiente (Calle, 2018). El hombre junto a la ciencia llegó a presentar la necesidad de poder controlar este recurso, es por ello que la ingeniería ha permitido acumular agua para cumplir demandas y un buen aprovechamiento al máximo de este mismo mediante represas.

Las represas son aquellas estructuras de gran impacto que presentan una problemática preocupante debido a la pérdida de volumen útil por la generación de sedimentos en el fondo del embalse (Api y Horna, 2019).

A nivel mundial, según Comisión Mundial de Represas (2000) afirma que, existen diversos embalses expuestos a entrada y deposición de sedimentos que están siendo estimados máximo en un 1% del volumen total embalsado se pierde anualmente (p.68). La ocurrencia de acumulación de sedimentos de controlar por el ser humano, la cual se presenta por sus condiciones fluviales, pluviales, geológicas, variables hidrológicas y meteorológicas que influyen de manera directa en la vida útil del embalse.

A nivel nacional, según Nomberto y Silva (2015), la sedimentación que es generada por intensas lluvias estacionales como Fenómeno del Niño reduce de manera significativa el tiempo de vida útil del embalse previsto en los diseños. La sedimentación de las grandes presas se puede convertir en una problemática de gran impacto negativo, ya que, el colapso de estas mismas, no solo trae grandes pérdidas económicas, sino también problemas sociales e impactos negativos a nuestro medio ambiente, así como en los diseños en el Perú han fracasado por la falta de información sedimentológica y estimación de una tasa de transporte de sedimentos en ríos.

A partir de ello, se plantea realizar una evaluación de la influencia de la sedimentación en la capacidad de la Represa Gallito Ciego en Jequetepeque Zaña, distrito Yonán, de la provincia de Contumazá, región Cajamarca.

## **1.2. Objetivos**

### **-Objetivo general**

Realizar el estudio de sedimentación para determinar la influencia en su capacidad de la Represa Gallito Ciego en Jequetepeque Zaña, distrito Yonán, de la provincia de Contumazá, región Cajamarca.

### **-Objetivos específicos**

- Evaluar su situación actual de la Represa Gallito Ciego Jequetepeque Zaña, en el distrito Yonán.
- Evaluar los sedimentos en la represa Gallito Ciego Jequetepeque Zaña para determinar sus características en ensayos de laboratorio.
- Identificar propuestas de mejora para la reducción de sedimentos en la Represa Gallito Ciego Jequetepeque Zaña, en el distrito Yonán.

## **1.3. Justificación del estudio**

### **-Justificación técnica**

Se hará la evaluación de la sedimentación que se depositan en el embalse por medio de la data obtenida del último levantamiento batimétrico realizado en la represa y del estudio de suelos de los sedimentos por medio de ensayos normativos.

### **-Justificación ambiental / social / económica**

El presente estudio representará beneficios ambientales ya que, con el planteamiento de las medidas de solución, se podría reducir la cantidad de sedimentos presente en el embalse, favoreciendo a la limpieza del agua y la salubridad relacionada a la población junto a las actividades tanto de agricultura como ganadería. Asimismo, con la implementación de este estudio se pretende recuperar parte de la capacidad de almacenamiento de la represa, aumenta la cantidad de tierras regadas y se convertirá en cultivables de gran calidad por ser ricas en fosfatos en beneficio de la economía y alimentación de los pobladores de la zona.

## II. MARCO DE REFERENCIA

### 2.1. Antecedentes del estudio

#### Internacionales

Polanco et al. (2018), en su artículo de la Revista DYNA. Esta investigación presentó como objetivo general determinar el efecto de las decisiones sobre el manejo de sedimentos en una central de generación de energía, obteniendo como resultados, que en las mejoras prácticas agrícolas en 20.67 km<sup>2</sup> de la cuenca tributaria del embalse, se incluyen capacitaciones para los dueños, presentando un criterio de evaluación con mayor importancia la reducción de tasas de sedimentos hasta en un 36.4% y en impactos sociales con 31.2% e impactos ambientales con 24.3%. Se llegó a concluir que, la alternativa más óptima es la construcción de presas de retención de sedimentos, la cual es de concreto ciclópeo revestido de concreto hidráulico con una altura de 20 metros y una longitud de 35 metros, en la cual se incorpora un vertedero para el paso de las máximas crecientes y tiene un porcentaje alto de retención del 75% de los sedimentos durante eventos de corriente.

Flores et al. (2018), en su artículo de la Revista Ingeniería del Agua. Esta investigación presentó como objetivo principal el analizar los sedimentos de tres embalses a partir de la distribución espacial del sedimento y sus tasas de sedimentación en cada uno de estos sistemas. Obteniendo como resultados, en el embalse Riogrande II, su tasa de sedimentación fue de 0.08m/año, mientras que en río grande es de 6.52 m/año, y a la entrada de las Animas es de 1.7m/año, mientras que en el embalse La Fe, se determinó en la Torre de captación un valor de 1.5 m/año, en la entrada de las quebradas fue de 0.9m/año y en la zona limnética donde entra agua del bombeo, con una tasa de 1.7m/año. Finalmente, en el embalse Ponce II, se determinó puntos con 8.9 m/año, 3.5 m/año y 7.6 m/año. Llegando a la conclusión que la sedimentación en este embalse depende de las condiciones de estratificación del agua.



Sánchez (2014), en su investigación de la Universidad Central del Ecuador. Esta investigación tuvo como objetivo general el analizar los diversos métodos con el fin de limpieza de sedimentos de los embalses. Obteniendo como resultados que el vaciado del embalse efectuando la remoción por chorros de agua provee de excelentes resultados, pero al realizar un vaciado completo de un embalse se generen problemas agua debajo de la presa, debiendo la cantidad de agua y sedimentos que es evacuado alterado notoriamente en el medio ambiente. Llegando a la conclusión, que antes de seleccionar el método para la limpieza o lavado hidráulico de los sedimentos, se necesita conocer el material del que está constituido, así como sus propiedades más idóneas para el sitio de estudio.

## **Nacionales**

Vásquez W. (2018), en su investigación presentó como objetivo principal el determinar la tasa de transporte de sedimentos del Río Jequetepeque con el fin de analizar el impacto que genera estos sedimentos en su vida útil. Obteniendo como resultados, una estimación de carga de sedimentos en un 1.57 MMC de enero al mes de marzo del año 2015, mientras que, la carga de sedimentos en suspensión realizado fue de 1.64 MMC en las mismas fechas por PEJEZA, en cuanto a la estimación de carga de sedimentos de fondo aportó 7.60 MMC. Finalmente, se determinó que las tasas de sedimentación del estudio son de 9.17 MMC/año y la del proyecto fue determinado de 1.70 MMC/año, presentado así un impacto horizonte económico en la propuesta, reducida en menos de la quinta parte.

Calle (2018), en su investigación denominada el determinar las alternativas de descolmatación de embalses considerando el dragado en los primeros 800 metros del embalse Tablachaca. Obteniendo como resultados, que el método dragado mecánico no suele ser una técnica muy rentable, debido a los elevados costos que se requiere, aproximadamente de \$ 15/m<sup>3</sup> y según las cantidades de sedimentos a eliminar, lo que, si son más grandes cantidades, será mayor tiempo y mayor uso en transporte de equipos y por ende mayores costos. En caso de usarse un sistema de dragado con cable

suspendido y bomba se logra estimar un costo de \$ 7.7/m<sup>3</sup>. Llegando a la conclusión que, el método de hidrosucción es la más eficiente y efectivo para limpieza de dicho embalse, además de ser mucho más económico.

Vásquez M. (2016), en su investigación con un objetivo general realizar la aplicación de técnicas con el fin de brindar una solución directa como alternativa para reducir la colmatación en el embalse Gallito Ciego. Obteniendo como resultados, una reducción de capacidad en 104.56 MMC originado por la sedimentación colmatado en el embalse, encontrando la captación del túnel de descarga a 1.10 metros sobre la capa superior del sedimento, con un suelo SP-SC, es decir arena pobremente graduada con arcilla. Finalmente, se concluyó que las alternativas más viables de solución son aplicadas a la remoción del sedimento y sistema de hidrosucción que permite reducir la colmatación en embalses.

## **Locales**

García (2015), en su estudio investigativo propuso evaluar el volumen de los sedimentos del embalse de la presa Gallito Ciego durante su vida útil para estimar la proyección del volumen sedimentado. La metodología que empleó fue de enfoque cuantitativo y del tipo descriptivo. Llegó a la conclusión de que la vida útil de la represa se ha visto reducida a menos de 2/5 de lo que inicialmente se había proyectado económicamente (50 años), en donde los sedimentos han aminorado aproximadamente el 17.69% del volumen total del embalse.

Asto y García (2016), en su proyecto investigativo propusieron el elaborar un modelo simulado del operamiento del embalse Gallito Ciego mediante el software IBER con el fin de simular los posibles ingresos, descargas y almacenamientos de agua ante escenarios variables de dicho embalse. La metodología que emplearon fue de una investigación descriptiva con enfoque cuantitativo y un diseño experimental. Los resultados que se obtuvieron son cercanos a los reales en razón a que dicho software simula modelos bidimensionales, y en la presa se da la presencia de estructuras que necesitan ser modeladas en tres dimensiones.

## **2.2. Marco Teórico**

### **2.2.1. Embalse**

Un embalse se considera a un reservorio o depósito que se encarga de almacenar agua que es formado por cierre de cauces de un río mediante una presa o dique, esta agua permitirá ser empleada en riegos de terreno, producción de energía hidroeléctrica, abastecimiento poblacional, entre otras actividades (Ríos, 2013).

### **2.2.2. Sedimentación**

La sedimentación se conoce al proceso que ocurre de manera natural, la cual presenta una velocidad de sedimentación que dependerá de la morfología de la zona, la operación de la represa y las prácticas en el uso del suelo. Es importante mencionar también que la reducción de sedimentos en un río puede resultar ante un incremento de la erosión del fondo del río y erosión del canal, así como de la zona de desembocadura (Aponte, 2018).

La sedimentación se considera como un proceso que se lleva a cabo en los fondos de ríos y mares, la cual aquellos materiales orgánicos e inorgánico más pesados pasan al fondo del lecho de ríos, debido a la pérdida de su velocidad y al ser más pesados durante su transporte (Fundación Aquae, s.f).

Estos sedimentos se transportan por corrientes de agua hasta aquellas zonas que son conocidas como cuencas sedimentarias, por lo que, se pueden determinar a depresiones de ríos, embalses, canales, que permiten la posibilidad de partículas se asienten (Aponte, 2018).

#### **a) Sedimentación en embalses peruanos**

Las represas están ubicadas en cuencas de la costa, las cuales se caracterizan por no presentar un fácil acceso al recurso del agua, hídrico (Ríos, 2013).

**Tabla 1.**

Sedimentación en embalses peruanos.

ITEM	DESCRIPCIÓN	CUENCA	CAPACIDAD ÚTIL MÁXIMA (MMC)
01	Lagunillas	Coata	800
02	Poechos	Chira	490
03	Gallito Ciego	Jequetepeque	488
04	Tinajones	Chancay-Lambayeque	330
05	Condorama	Camaná	259
06	San Lorenzo	Chira	193
07	Pasto Grande	Tambo	185
08	El Fraile	Quilca-Vitor- Chili	127.2
09	El Pañe	Quilca-Vitor- Chili	99.6
10	Pillones	Quilca-Vitor- Chili	78.5
11	Aguada Blanca	Quilca-Vitor- Chili	30.4
12	Dique Los Españoles	Quilca-Vitor- Chili	9.9

Nota: Ríos (2013).

**b) Causas**

Existen diversas causas, por lo que ocurre la sedimentación, considerándose de mayor importancia a aquellos agentes externos a la superficie de un embalse, las cuales se pueden considerar las siguientes:

- La naturaleza del terreno específicamente de las cuencas que aportan agua al embalse.
- Erosión, entre otros factores (Api & Horna, 2019).

Además de ello, se debe considerar la mala gestión ambiental y agraria, las cuales pueden convertir gravemente los procesos erosivos en la cuenca de influencia.

**c) Problemática en embalses**

Los sedimentos tienen una gran relación e influencia de la operación de diversos proyectos de estructuras hidráulicas y recursos hídricos. Estos sedimentos influyen de manera negativa en los embalses de diversas

formas, según Gonzales (2011) afirma que los sedimentos en embalses generan de reducción del volumen útil y obstrucción de las tomas y descargas de fondo.

**Tabla 2.**

*Causas y consecuencias.*

<b>PERTINENCIA</b>	<b>SECTOR</b>	<b>CAUSA</b>	<b>CONSECUENCIA</b>
Ríos principales y canales navegables	Navegación	Sedimentación en ríos o lagos	Disminución de la profundidad del agua, dificultando la navegación
		Dragados (ríos, embalses, lagos o puertos)	Liberación de sustancias químicas tóxicas
Lagos, ríos, embalses como suministro de agua	Suministro de agua	Mayor desgaste de la bomba/turbina.	Repercusiones en la entrega del agua, aumento de los costos de mantenimiento
		Reducción de la funcionalidad del suministro de agua para ciertos fines.	Reducción del volumen de la fuente de agua y aumento de costos
Instalaciones hidroeléctricas	Energía hidráulica	Las presas atrapan el sedimento que ha sido arrastrado por la corriente.	Disminución de la capacidad del embalse
		Mayor desgaste de la bomba/turbina	Reducción del ciclo de vida de la generación de energía
Canales acuáticos y sus ecosistemas	Sustancias tóxicas	Acaban enganchándose o siendo absorbidas por las partículas del sedimento	Transporte a otras zonas o sedimentación en otras zonas. Posterior liberación en el medio ambiente

Nota: Aponte (2018).

### 2.2.3. Hidrología

#### a) Definición

Es una ciencia geográfica encargada del estudio espacial, distribución y propiedades que el agua presente en la atmósfera y la corteza terrestre, tomando en cuenta de esta forma a distintos parámetros que pueden presentar ello como la evapotranspiración, precipitaciones, escorrentía, equilibrio de masas glaciares y humedad del suelo (MTC,2012).

Fattorelli y Fernández (2011) determinan que esta ciencia como la hidrología se encarga de estudiar aquellos fenómenos naturales que guarden relación directa con el ciclo hidrológico del agua (p.1).

### **b) Factores hidrológicos en el diseño hidráulico**

A continuación, serán nombrados los factores hidrológicos y geológicas de mayor importancia que influyen en la obtención de diversos diseños, con el fin de garantizar un funcionamiento de manera adecuada (MTC, 2012).

#### **Tabla 3.**

*Factores hidrológicos.*

<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
01	Tamaño de la cuenca
02	Condiciones climáticas
03	Condiciones fisiográficas
04	Características topográficas
05	Tipo de cobertura vegetal
06	Tipo de manejo de suelo
07	Capacidad de almacenamiento

Nota: MTC (2012).

#### **2.2.4. Cuenca hidrográfica**

Se define como cuenca hidrográfica a un terreno específico conformado por líneas llamadas como divisoria de agua o cursos de agua que convergerán hacia un mismo cauce, las cuales son formadas por precipitaciones (Puelles, 2015). Su divisoria topográfica capta precipitaciones y se encarga de drenar el agua de escorrentía hacia un colector común que es llamado “río principal”.

##### **a) Área de la cuenca.**

Se determina área de la cuenca al espacio delimitado por una curva del perímetro de un tramo en específico (Ordoñez, 2011).

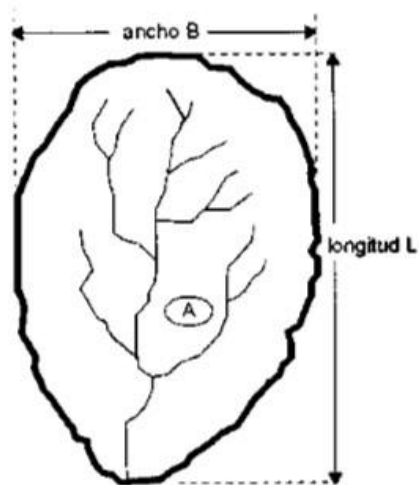
### b) Perímetro de la cuenca.

Este es un parámetro de una cuenca es la longitud que presenta el contorno de su área, siendo este parámetro importante para conocer características particulares como parámetro físico (Ordoñez, 2011).

### c) Forma de la cuenca

**Figura 1.**

Forma de una cuenca.



Nota: (Villon, 2002).

$$F = \frac{A}{L^2}$$

Donde:

F = Forma que presente la cuenca.

A = Área.

L = Longitud.

### d) Longitud del cauce principal.

La longitud del cauce principal o del río principal es un parámetro que presenta una determinada cuenca y representa aquella longitud que permite drenar todos sus afluentes y quebradas (Ordoñez, 2011).

### e) Curva hipsométrica.

Es una curva, la cual representa al porcentaje del área de la cuenca en km<sup>2</sup> que existe por encima de una cota específica (Ordoñez, 2011).

## f) Elevación media.

La elevación media es una ordenada que representa al 50% del área de una cuenca, que puede ser identificada y señalada en la curva hipsométrica (Ordoñez, 2011).

### 2.2.5. Precipitaciones

#### a) Definición

Fattorelli y Fernández (2011) afirman que las precipitaciones son gotas que caen hacia la superficie de la Tierra por su propio peso sean como partículas líquidas o sólidas de agua.

Es decir, estas precipitaciones pueden evidenciar en forma de lloviznas, nieve, lluvia, agua nieve, lluvia congelada o granizo (Álvarez y Calle, 2013).

Chereque (2011) afirma que suele presentarse en forma de lluvia, siendo identificada según su intensidad, como se muestra a continuación:

**Tabla 4**

*Tipo de lluvia según intensidad*

<b>INTENSIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Ligera	Para tasas de caída hasta de 2.5 mm/h.
Moderada	Desde 2.5 mm/h hasta 7.6 mm/h.
Fuerte	Mayores de 7.6 mm/h.

Nota: (MTC, 2012).

El SENAMHI publica de manera periódica análisis estadísticos de intensidades que permiten el cálculo de diversos parámetros hidrológicos e hidráulicos de una zona en específico.

Según (Villon, 2002), es toda forma de humedad que, originándose en las nubes, llega hasta la superficie del suelo en forma de:



**Tabla 5**

*Forma de precipitaciones*

<b>DESCRIPCIÓN</b>	
Lluvias	Gotas de agua con diámetro mayor a 0.5 mm.
Llovizna	Pequeñas gotas de agua, cuyo diámetro varía entre 0.1 y 0.5 mm, las cuales tienen velocidades de caídas muy bajas.
Granizada	Precipitación en forma de bolas o formas irregulares de hielo, que se producen por nubes convectivas, pueden ser esféricos, cónicos o de forma irregular, su diámetro varía entre 5 y 125 mm.
Escarcha	Capa de hielo por lo general transparente y suave pero que usualmente contienen bolsas de aire.
Nevadas	Compuesta de cristales de hielo blanco traslúcido, principalmente de forma compleja.

Nota: (Villón, 2002).

**b) Precipitación total y efectiva**

La precipitación efectiva o exceso de precipitación ( $P_e$ ), es aquella precipitación que no es retenida en la superficie de la tierra, esta no se infiltra en el suelo (MTC, 2012).

Aquella que no es retenida en la superficie terrestre y que se infiltra en el suelo es conocido se le denomina escorrentía superficial (Vásquez, 2012).

**2.2.6. Caudales**

Chereque (2011) manifiesta que son cantidades de agua que lleva una corriente que llega a fluir de una fuente como un manantial.

Se puede realizar un análisis estadístico obteniendo los caudales máximos anuales mediante datos de aforo de estaciones más cercana a determinados puntos de interés o de las zonas de estudio (MTC, 2012).

Método racional: Este método tiene como referencia la precipitación, esta expresión permite determinar el caudal o descarga máximo con la metodología racional, se muestra a continuación:

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

Donde:

C= Coeficiente de escorrentía (C).

A= Área cuenca (km<sup>2</sup>).

Q= Descarga máxima diseño (m<sup>3</sup>/s).

I= Intensidad de precipitación (mm/h).

### 2.3. Marco conceptual

#### **Cauce**

Es una acequia o un conducto descubierto por donde son transportadas las aguas para sus usos y riesgos (RAE, 2014).

#### **Caudal**

Es la cantidad de agua que puede pasar por un punto en un periodo determinado en un sistema hidráulico (Cotrina y Hernández, 2017).

#### **Embalse**

Es un reservorio o depósito que se encarga de almacenar agua que es formado por cierre de cauces de un río mediante una presa o dique (Ríos, 2013).

#### **Erosión**

Es el desgaste que se genera en la parte superior de un cuerpo debido a la acción de agentes como agua, vientos o fricción continua de cuerpos (Chirinos, 2017).

#### **Ríos**

Es una corriente de agua que fluye continuamente, que posee un determinado caudal que puede ser constante a lo largo de un año (Felipe, 2016).

#### **Sedimentación**

Este es un proceso común en los fondos de los mares y ríos, en la cual representa el agua transportada en cantidades significativas con materiales inorgánicos y orgánicos (Aponte, 2018).

#### **2.4. Sistema de Hipótesis**

La sedimentación influye significativamente en su capacidad, ya que, a mayor presencia de sedimentos, se reduce la capacidad de la Represa Gallito Ciego en Jequetepeque Zaña.

#### **2.5. Variables. Operacionalización de variables**

##### **Variable independiente**

Capacidad del embalse.

##### **Variable dependiente**

Sedimentación.

## Operacionalización de variables

**Tabla 6**

*Operacionalización de las variables.*

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida	Instrumento
<b>Variable Independiente:</b> Capacidad del embalse	La capacidad es la cantidad de agua que puede ser almacenada en un lugar en específico (Api y Horna, 2019).	Capacidad con la cuenta el embalse	Volúmenes	Volumen crecidas	MMC	Ficha técnica
				Volumen útil	MMC	Ficha técnica
				Volumen inactivo	MMC	Ficha técnica
		Capacidad del embalse en función a un período de tiempo	Caudales	Caudal de ingreso	m3/s	Ficha técnica
				Caudal de descarga	m3/s	Ficha técnica
				Caudal circulante	m3/s	Ficha técnica
		Punto máximo que puede alcanzar un parámetro en específico	Niveles o cotas	Nivel de crecidas	m.s.n.m	Ficha técnica
				Nivel útil	m.s.n.m	Ficha técnica
				Nivel inactivo	m.s.n.m	Ficha técnica
		Propiedades o características que representan a	Caracterización	Granulometría	MM	Ficha técnica
	Límites de Consistencia	%		Ficha técnica		

<b>Variable Dependiente:</b> Sedimentación	La sedimentación es aquel proceso por el cual se depositan materiales transportados por gravedad, glaciares, vientos o escorrentía, y que son procedentes de la erosión o meteorización de las rocas (Velásquez, 2019).	los sedimentos	Medidas de solución	Contenido de humedad	%	Ficha técnica
		Propuestas que buscan solucionar el problema de la retención de los sedimentos		Gravedad específica	gr/cm <sup>3</sup>	Ficha técnica
				Cantidad de sedimentos a remover	MMC	Ficha técnica
				Costo de la medida	US\$	Ficha técnica

Nota: Elaboración Propia.

### **III. Metodología empleada**

#### **3.1. Tipo y nivel de investigación**

El presente trabajo de investigación es de un enfoque cuantitativo y de tipo aplicada. Es cuantitativa dado que se recopila y analiza toda la información numérica y estadística que se obtiene de la Represa Gallito Ciego, para saber el estado actual en que se encuentra. De igual forma, es aplicada debido a que en base conocimientos teóricos que se han podido recopilar, se plantean medidas de solución a la problemática de la sedimentación de la represa estudiada. En cuanto al nivel, se trata de una investigación descriptiva debido a que se van interpretar todos los resultados que se han obtenido respecto a la situación actual del embalse y la caracterización de los sedimentos obtenidos por el estudio de suelos, es decir brindar de manera sustentada la influencia que presentan estos sedimentos ante la capacidad de la represa, al igual que otros factores que puede influenciar de manera negativa.

#### **3.2. Población y muestra de estudio**

##### **3.2.1. Población**

Esta investigación se considera como población de estudio el embalse Gallito Ciego en Jequetepeque Zaña ubicado en:

Distrito: Yonán  
Provincia: Contumazá  
Región: Cajamarca

##### **3.2.2. Muestra**

Se escogió como muestra de estudio a la sedimentación que se presenta en la represa Gallito Ciego en Jequetepeque Zaña.

#### **3.3. Diseño de investigación**

El diseño de contrastación de esta investigación se considera no experimental del tipo longitudinal.

- Se considera no experimental, ya que, no realiza manipulación alguna de sus variables, no busca determinar algún efecto mediante un análisis probabilístico. Esta investigación tiene como fin realizar un estudio específico para determinar la influencia que tiene la sedimentación en la reducción de su capacidad en la represa Gallito Ciego. Dicho diseño no experimental es del tipo longitudinal, debido que se va a extraer la data de distintos períodos de tiempo y con ello establecer una comparativa de la influencia de los sedimentos en el embalse.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Dentro de las técnicas consideradas de suma importancia, podemos encontrar a las siguientes:

- Recopilación de información: Esta técnica se basa en la recopilación de información confiable como investigaciones, revistas, información gubernamental de la Autoridad Nacional del Agua (ANA), relacionadas específicamente al proyecto de estudio.

Y los instrumentos de importancia para ser utilizadas en la presente propuesta, podemos considera a los siguientes:

- Fichas técnicas: Fue importante la obtención de información existente como planos oficiales de la represa Gallito Ciego, planos de la batimetría, información de organismos públicos que permitan servir de ayuda para el futuro procesamiento de resultados.

### **3.5. Procesamiento y análisis de datos**

El presente informe investigativo consiste en primer lugar llevar a cabo el análisis de la situación actual del embalse por medio de la recopilación de información del último levantamiento batimétrico y topográfico realizado en la represa. Posteriormente, se lleva a cabo el análisis de los sedimentos por medio de ensayos de laboratorio como granulometría,

límites de Atterberg, contenido de humedad y gravedad específica. Para posteriormente, plantear medidas de solución ante la problemática de la sedimentación por medio de una examinación de las guías de análisis de todos los documentos obtenidos de la normativa y toda aquella información relacionada al tema que ayuden a determinar dicho parámetro. Además de ello, se realizó un análisis cuantitativo, al procesar la información para obtener valores mínimos, máximos, promedio por métodos estadísticos como en la determinación de caudales máximos. Este procesamiento de resultados, será necesario utilizar el Microsoft Office Excel.



## IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

### 4.1. Análisis e interpretación de resultados

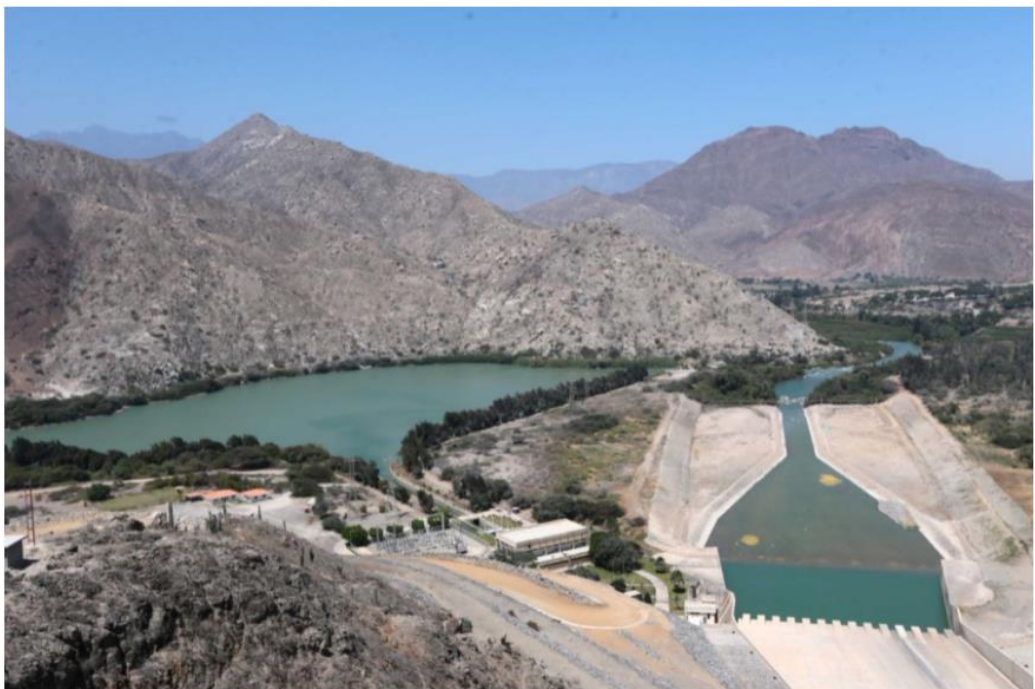
#### 4.1.1. Análisis de la Situación Actual de la Colmatación del Embalse

La Presa de Gallito Ciego ha sido construida sobre el cauce del río Jequetepeque y es la obra principal del valle del mismo nombre, la cual consiste en una presa de tierra zonificada de sección trapezoidal, cuenta con estructuras de servicio para la captación, aducción y salida regulada del agua, así como de un aliviadero para la evacuación de crecidas.

Dicho reservorio se encuentra ubicado en el lecho del río Jequetepeque, entre el kilómetro 36 al 50 de la carretera de penetración a Cajamarca y que se extiende aproximadamente desde el campamento Gallito Ciego hasta la ciudad de Tembladera perteneciente al distrito Yonán, provincia Contumazá, en el Departamento de Cajamarca. Se extiende entre las latitudes 6°48' y 7°30' Sur y las longitudes 78°2' y 79°41' Oeste, con una altitud media de 35 m.s.n.m.

#### **Figura 2.**

Gallito Ciego.



Nota: Autoridad Nacional del Agua-ANA (2017).

Asimismo, cuenta con una serie de estudios batimétricos realizados en el embalse, de los años 1991, 1993, 1999, 2000, 2006, 2007, 2010, 2013 y 2017. No se trabajó con batimetría actualizada ya que el costo de los servicios de levantamiento batimétrico asciende a la suma de S/.60,000.00 soles, sin el IGV incluido, monto que fue ofertado por la empresa denominada AQUA PLAN INGENIEROS S.A.C. Los cálculos de volúmenes batimétricos de los años de 1993, 1999 y 2000 los llevó a cabo la empresa PEJEZA, y los cálculos de los años 2006, 2007, 2010, 2013 y 2017 los desarrolló la empresa H&O INGENIEROS.

**Tabla 7.**

*Principales datos hidrológicos del embalse.*

<b>Datos Hidrológicos</b>		<b>Valores</b>
Área Cuenca		4230 km <sup>2</sup>
Volúmenes	Crecidas	92.4 MM <sup>3</sup>
	Útil	366.08 MM <sup>3</sup>
	Inactivo	68.01 MM <sup>3</sup>
	Total almacenado	526.49 MM <sup>3</sup>
Niveles/cotas (máximos)	Crecidas	410.3 m.s.n.m
	Útil	404.0 m.s.n.m
	Inactivo	361.0 m.s.n.m
Caudales	Ingreso	37.126 m <sup>3</sup> /s
	Descarga	38.544 m <sup>3</sup> /s
	Circulante	38.448 m <sup>3</sup> /s
Área del embalse	Nivel 410.3	15.28 km <sup>2</sup>
	Nivel 404.0	14.20 km <sup>2</sup>
	Nivel 361.0	5.60 km <sup>2</sup>

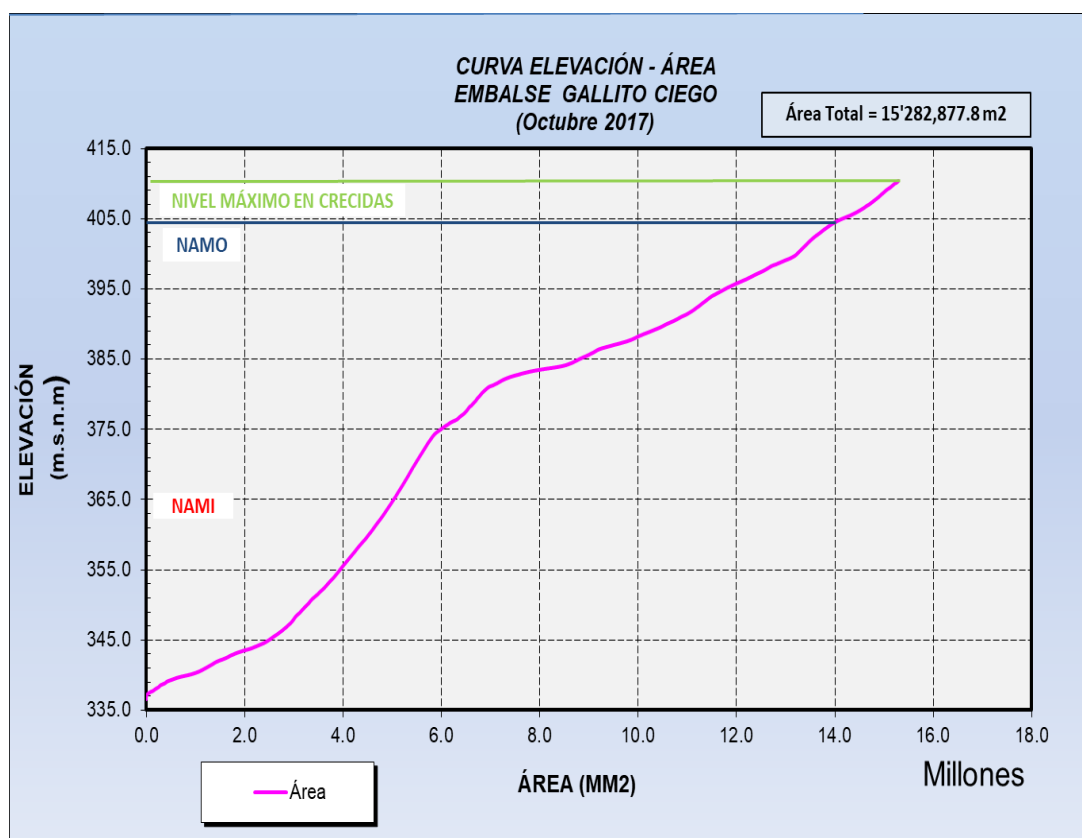
Nota: Elaboración Propia.

### a) Área Total del Embalse

El Área Total en el embalse es de 15'282,877.80 m<sup>2</sup>, para un nivel de 410.30 m.s.n.m. En el siguiente gráfico se muestra la curva de elevación en relación a las áreas. Dicha Información es extraída del informe del levantamiento topográfico y batimétrico del embalse Gallito Ciego 2017.

**Figura 3.**

Curva de Elevación - Área.



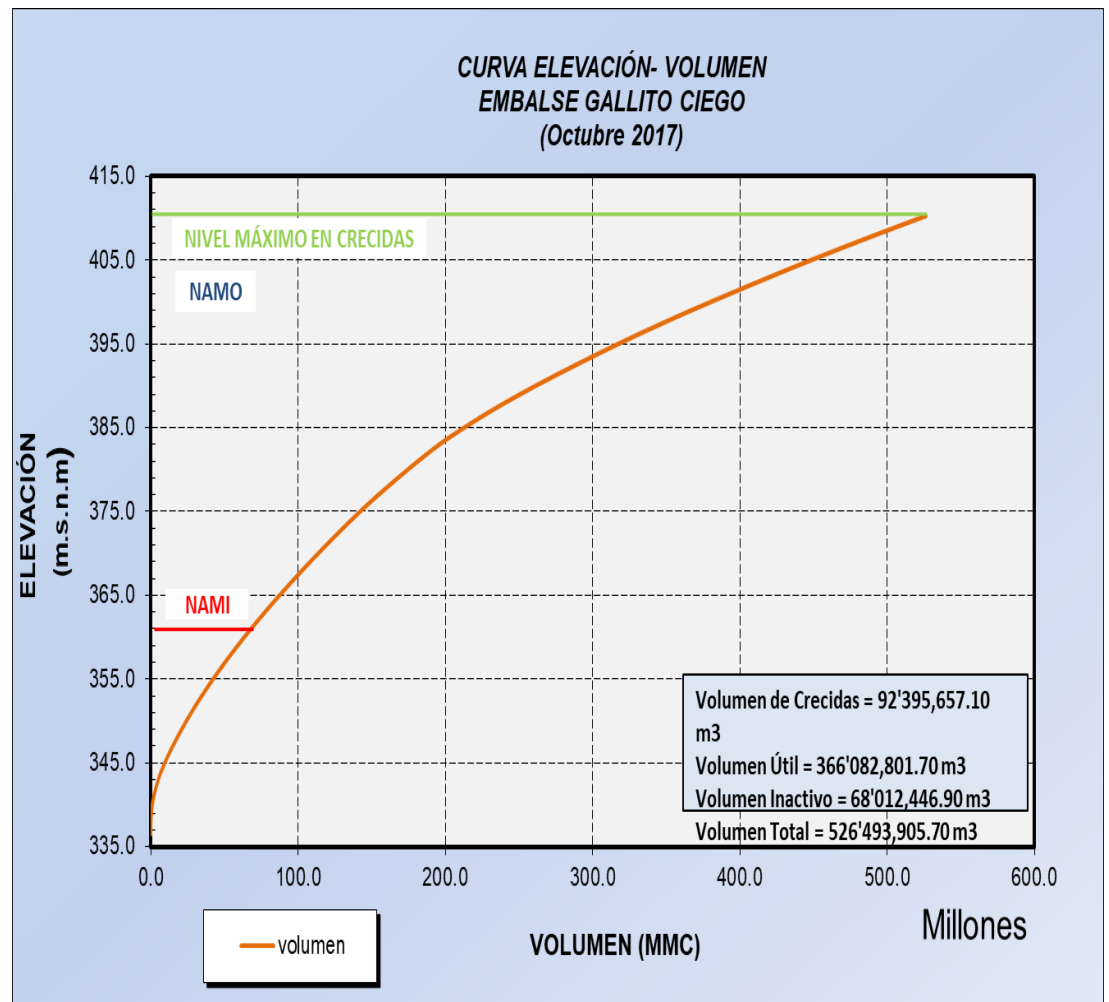
Nota: H&O INGENIEROS (2018).

### b) Volumen Total de la Capacidad del Embalse

El Volumen Total en el embalse es de 526'493,905.70 m<sup>3</sup>, para un nivel de 410.30 m.s.n.m. En la siguiente figura se muestra la curva de elevación en relación a los volúmenes. Dicha Información es extraída del informe del levantamiento topográfico y batimétrico del embalse Gallito Ciego 2017.

**Figura 4.**

Curva de Elevación - Volumen.



Nota: H&O INGENIEROS (2018).

En la siguiente tabla se hace una comparación de volúmenes en los diferentes niveles del embalse Gallito Ciego en millones de metros cúbicos (MMC):

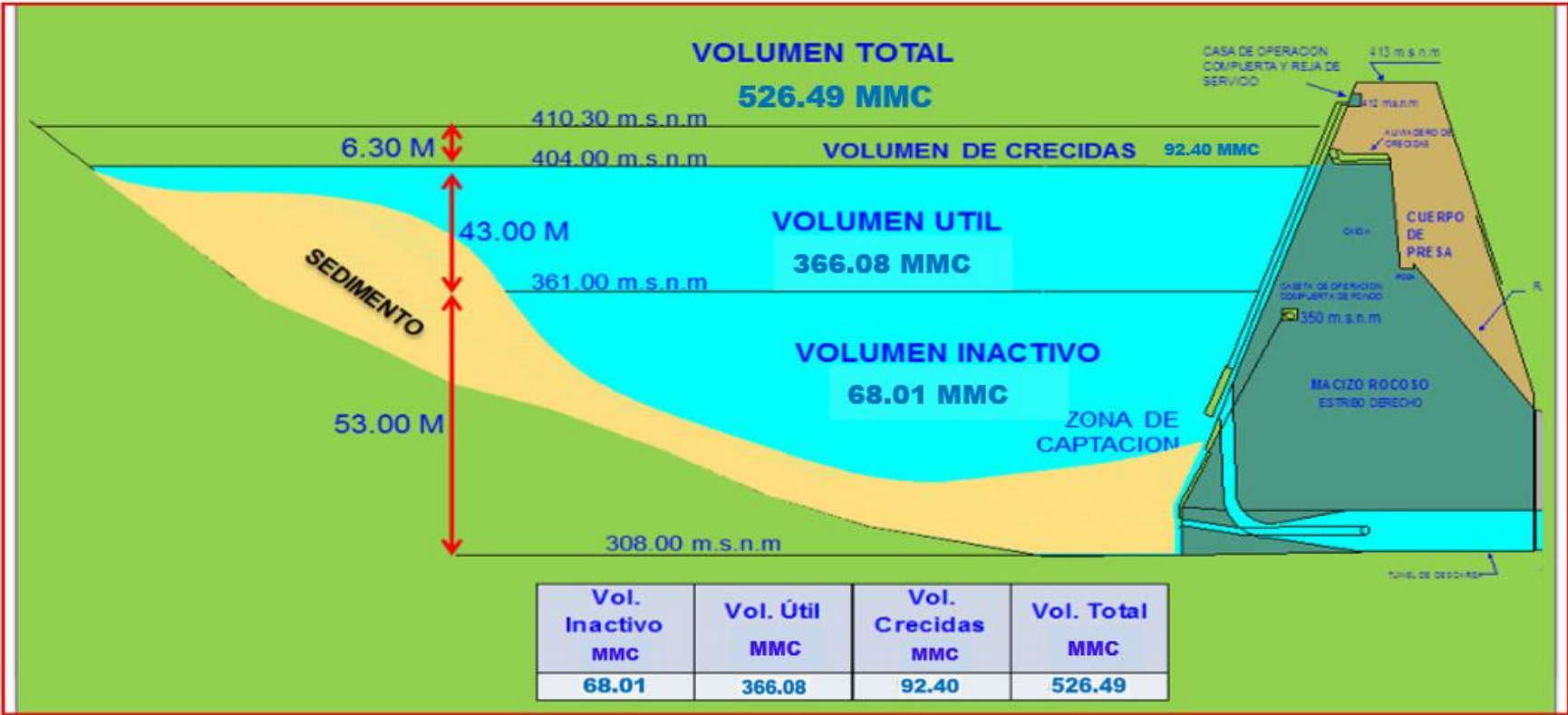
**Tabla 8.***Volumen Total en el embalse.*

DESCRIPCIÓN	Cota (m.s.n.m)	Estudio Salzgitter 1991	Estudio Topográfico Batimétrico PEJEZA				Estudio HyO Ingenieros			
			1993 (*)	1999	2000	2006	2007	2010	2013	2017
<b>Volumen de Crecidas</b>	410.3- 404.0	93.4	-	94.16	94.42	<b>93.67</b>	<b>93.73</b>	<b>93.43</b>	<b>93.15</b>	<b>92.40</b>
<b>Volumen Útil</b>	404.0- 361.0	426.8	419.61	394.75	392.02	<b>375.84</b>	<b>379.90</b>	<b>371.63</b>	<b>366.60</b>	<b>366.08</b>
<b>Volumen Inactivo</b>	Menor a 361.0	117.9	107.87	84.93	87.18	<b>88.38</b>	<b>82.30</b>	<b>80.39</b>	<b>73.79</b>	<b>68.01</b>
<b>VOLUMEN TOTAL MMC</b>	<b>Menor a 410.30</b>	<b>638.1</b>	-	<b>573.84</b>	<b>573.62</b>	<b>557.89</b>	<b>555.93</b>	<b>545.46</b>	<b>533.54</b>	<b>526.49</b>

Nota: Elaboración Propia.

En la siguiente figura se observa gráficamente la distribución de los volúmenes en el embalse en relación a su nivel de elevación correspondiente; ya sea respecto a las crecidas, a la utilidad o a la inactividad.

**Figura 5.**  
Distribución del embalse.



Nota: Elaboración Propia.

### c) Volumen de Sedimentación

En la siguiente tabla, se muestra el volumen de sedimentación encontrado en el último estudio del año 2017 por parte de la empresa H&O INGENIEROS, el cual corresponde a 47.13 millones de metros cúbicos, pudiendo compararlo con todos los valores hallados desde estudio topográfico batimétrico del año 2000.

**Tabla 9.**

*Volumen de sedimentación.*

DESCRIPCIÓN	COTAS (m.s.n.m)	Estudio Topográfico Batimétrico 2000	ESTUDIO H&O Ingenieros								
			Batimetría				Volumen Sedimentado				
			2006	2007	2010	2013	2006	2007	2010	2013	2017
Volumen de Crecidas	410.3- 404.0	94.42	93.67	93.73	93.43	<b>93.15</b>	<b>0.75</b>	<b>0.69</b>	<b>0.99</b>	1.27	2.02
Volumen Útil	404.0- 361.0	392.02	375.8 4	379.90	371.63	<b>366.60</b>	<b>16.18</b>	<b>12.12</b>	<b>20.39</b>	25.42	25.94
Volumen Inactivo	Menor a 361.0	87.18	88.38	82.30	80.39	<b>73.79</b>	<b>-1.20</b>	<b>4.88</b>	<b>6.79</b>	13.39	19.17
<b>VOLUMEN TOTAL (MMC)</b>	<b>Menor a 410.3</b>	<b>573.62</b>	<b>557.8 9</b>	<b>555.93</b>	<b>545.46</b>	<b>533.54</b>	<b>15.73</b>	<b>17.69</b>	<b>28.16</b>	<b>40.08</b>	<b>47.13</b>

Nota: Elaboración Propia.

En la siguiente tabla, se observa el incremento de la sedimentación, comparados con los resultados del estudio ejecutado por Salzgitter en el año 1991 hasta el último realizado en el año 2017 por la empresa H&O INGENIEROS. Se describe los valores para cada tipo de volumen (de crecidas, útil, inactivo) y se determinan los totales.

**Tabla 10.**

*Incremento Sedimentación.*

DESCRIPCIÓN	COTAS (m.s.n.m)	Estudio Salzgitter 1991	Estudio Topográfico							
			Batimétrico			Estudio	Estudio	Estudio	Estudio	Estudio
			1993 (*)	1999	2000	H&O 2006	H&O 2007	H&O 2010	H&O 2013	H&O 2017
<b>Volumen de Crecidas</b>	410.3-404.0	93.4	-	-0.76	-1.02	-0.27	-0.33	<b>-0.03</b>	<b>0.25</b>	<b>1.0</b>
<b>Volumen Útil</b>	404.0-361.0	426.8	7.19	32.05	34.78	50.96	46.90	<b>55.17</b>	<b>60.20</b>	<b>60.72</b>
<b>Volumen Inactivo</b>	Menor a 361.00	117.9	10.03	32.97	30.72	29.52	35.60	<b>37.51</b>	<b>44.11</b>	<b>49.89</b>
<b>VOLUMEN TOTAL (MMC)</b>	<b>Menor a 410.30</b>	<b>638.1</b>	<b>17.22</b>	<b>64.26</b>	<b>64.48</b>	<b>80.21</b>	<b>82.17</b>	<b>92.64</b>	<b>104.56</b>	<b>111.61</b>

Nota: Elaboración Propia.



**Tabla 11.**

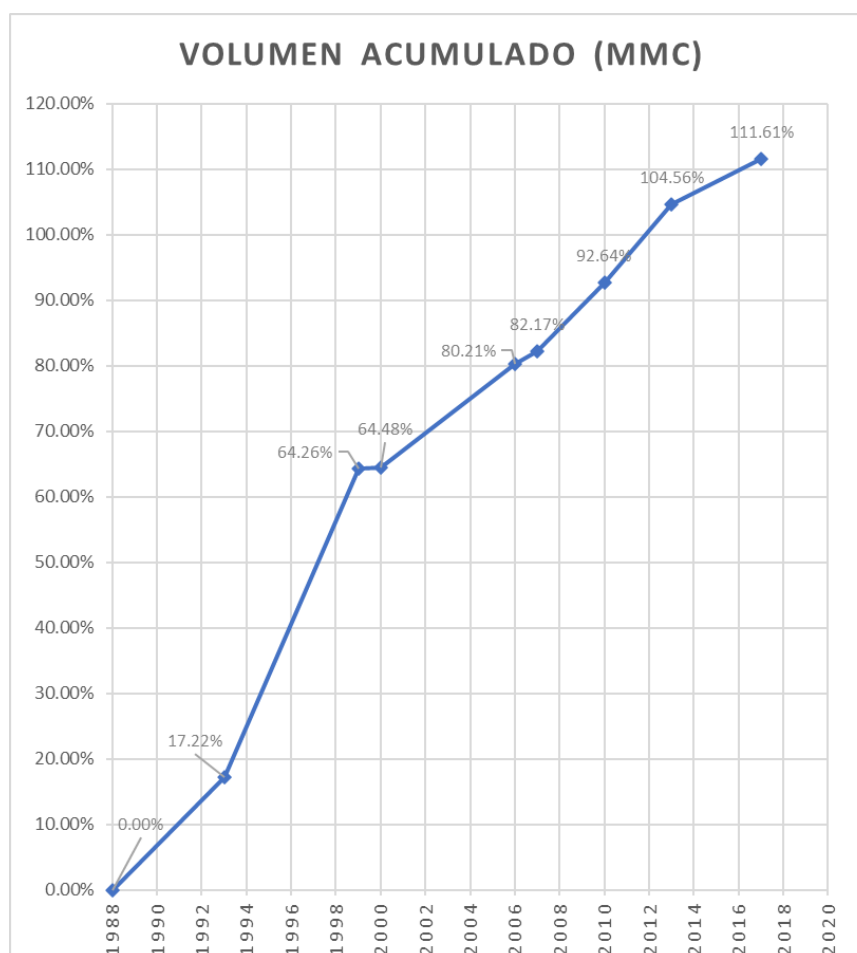
*Volumen Total en el embalse.*

<b>Año de la batimetría</b>	<b>Volumen acumulado (MMC)</b>
1993	17.22
1999	64.26
2000	64.48
2006	80.21
2007	82.17
2010	92.64
2013	104.56
2017	111.61

Nota: Elaboración Propia.

**Figura 6.**

Curva de Volumen Acumulado (MMC).



Nota: Elaboración Propia.

#### d) Estimación del Volumen de Sedimentos para el año 2022

Haciendo un cálculo estadístico, por medio del software Microsoft Excel, de los datos de los estudios batimétricos pasados, se pudo estimar la cantidad de volumen sedimentado acumulado para este año 2022, dándonos como resultado la cantidad de 136.08 MMC.

Año de la batimetría	Volumen acumulado (MMC)
1993	17.22
1999	64.26
2000	64.48
2006	80.21
2007	82.17
2010	92.64
2013	104.56
2017	111.61
2022	136.08

Nota: Elaboración Propia

#### 4.1.2. Análisis de las características de Sedimentación del Embalse por medio de ensayos de laboratorio

En este parámetro se mostrarán los resultados obtenidos de los últimos ensayos de laboratorio llevados a cabo en la Represa Gallito Ciego. Para ello, se tomaron en cuenta 6 muestras entre el centro y cola del embalse.

##### a) Análisis Granulométrico

El análisis granulométrico permitió la clasificación del suelo, en la siguiente tabla se muestra los porcentajes que pasan en cada muestra por los respectivos tamices o mallas.

**Tabla 12.**

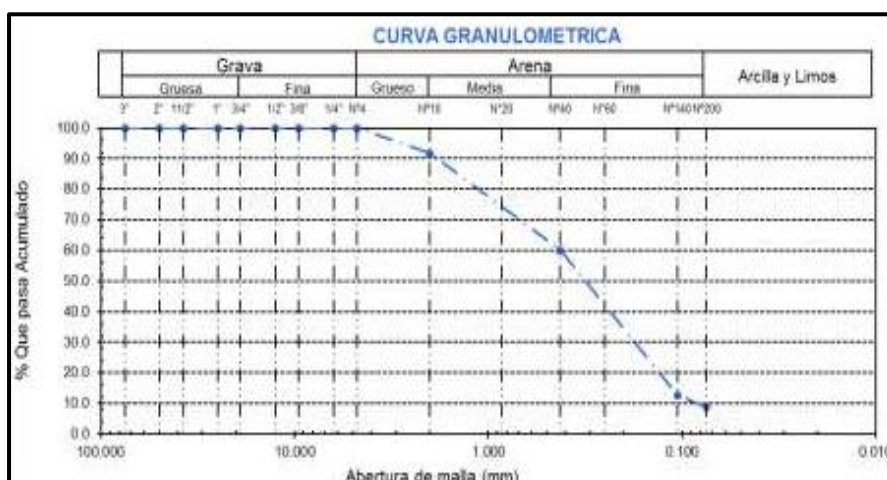
*Distribución Granulométrica de la muestra C-1.*

% Grava	G.G. %	0.00%	0.00%
	G.F %	0.00%	
% Arena	A.G %	8.30%	91.30%
	A.M %	31.70%	
	A.F %	51.30%	
% Arcilla y Limos		8.70%	8.70%
<b>Total</b>			<b>100.00%</b>

Nota: Vásquez (2016).

##### **Figura 7.**

### Curva Granulométrica de la muestra C-1.



Nota: Vásquez (2016).

En la Tabla 12, se manifiesta que no se da la presencia de gravas en las muestras; mientras que, la mayor cantidad corresponde a las arenas con un 91.30% y lo restante a las arcillas y limos con 8.70%.

En la Figura 7, se manifiesta la representación gráfica de la muestra C-1 en función de la distribución granulométrica principalmente de las arenas (finas, medias y gruesas).

**Tabla 13.**

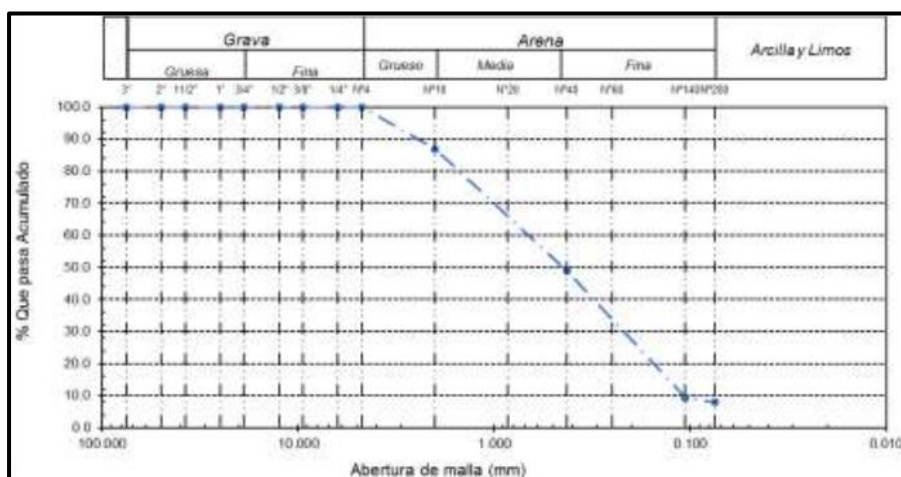
*Distribución Granulométrica de la muestra C-2.*

% Grava	G.G. %	0.00%	0.00%
	G.F. %	0.00%	
% Arena	A.G. %	13.10%	92.10%
	A.M. %	38.10%	
	A.F. %	40.90%	
% Arcilla y Limos		7.90%	7.90%
<b>Total</b>			<b>100.00%</b>

Nota: Vásquez (2016).

**Figura 8.**

Curva Granulométrica de la muestra C-2.



Nota: Vásquez (2016).

En la Tabla 13, se manifiesta que no se da la presencia de gravas en las muestras; mientras que, la mayor cantidad corresponde a las arenas con un 92.10% y lo restante a las arcillas y limos con 7.90%.

En la Figura 8, se manifiesta la representación gráfica de la muestra C-2 en función de la distribución granulométrica principalmente de las arenas (finas, medias y gruesas).

**Tabla 14.**

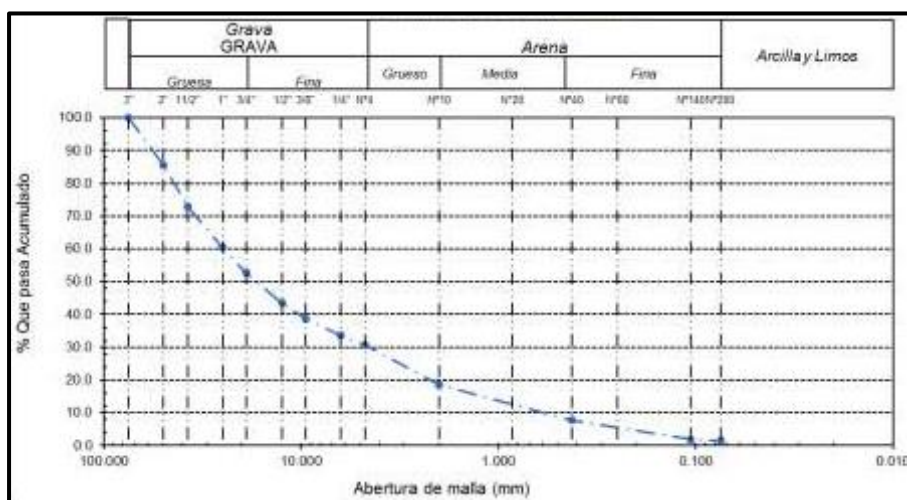
*Distribución Granulométrica de la muestra C-3.*

% Grava	G.G. %	47.30%	69.30%
	G.F %	22.00%	
% Arena	A.G %	12.20%	29.20%
	A.M %	10.80%	
	A.F %	6.20%	
% Arcilla y Limos		1.50%	1.50%
<b>Total</b>			<b>100.00%</b>

Nota: Vásquez (2016).

**Figura 9.**

Curva Granulométrica de la muestra C-3.



Nota: Vásquez (2016).

En la Tabla 14, se manifiesta que se da la presencia de gravas en las muestras con mayor predominancia del 69.30%; mientras que, la arenas tienen un 29.20% y lo restante de arcillas y limos con 1.50%

En la Figura 9, se manifiesta la representación gráfica de la muestra C-3 en función de la distribución granulométrica principalmente de las gravas (gruesas en mayor proporción que las finas).

**Tabla 15.**

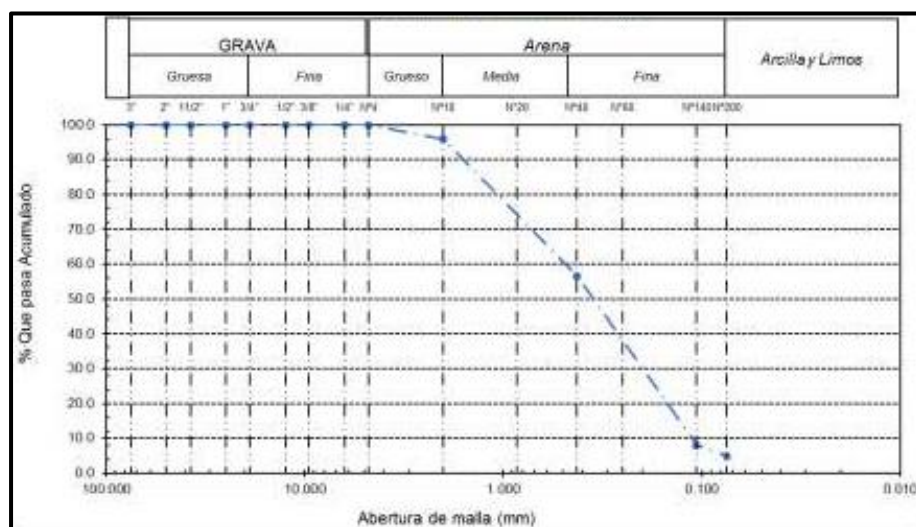
*Distribución Granulométrica de la muestra C-4.*

% Grava	G.G. %	0.00%	0.00%
	G.F %	0.00%	
% Arena	A.G %	4.20%	95.10%
	A.M %	39.20%	
	A.F %	51.70%	
% Arcilla y Limos		4.90%	4.90%
<b>Total</b>		100.00%	

Nota: Vásquez (2016).

**Figura 10.**

Curva Granulométrica de la muestra C-4.



Nota: Vásquez (2016).

En la Tabla 15, se manifiesta que no se da la presencia de gravas en las muestras; mientras que, la mayor cantidad corresponde a las arenas con un 95.10% y lo restante a las arcillas y limos con 4.90%.

En la Figura 10, se manifiesta la representación gráfica de la muestra C-4 en función de la distribución granulométrica principalmente de las arenas (finas, medias y gruesas).

**Tabla 16.**

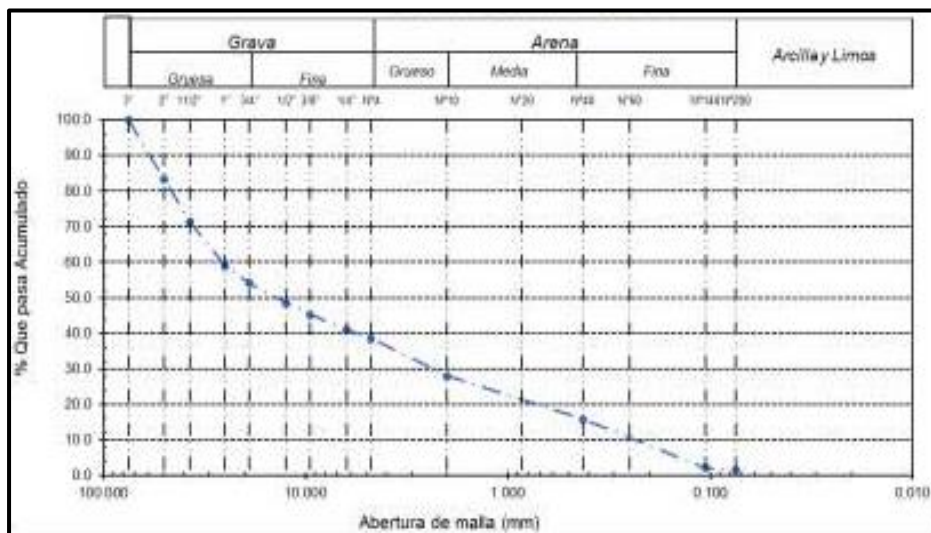
*Distribución Granulométrica de la muestra C-5.*

% Grava	G.G. %	46.00%	61.50%
	G.F %	15.50%	
% Arena	A.G %	10.50%	37.10%
	A.M %	12.30%	
	A.F %	14.30%	
% Arcilla y Limos		1.40%	1.40%
<b>Total</b>		<b>100.00%</b>	

Nota: Vásquez (2016).

**Figura 11.**

Curva Granulométrica de la muestra C-5.



Nota: Vásquez (2016).

En la Tabla 16, se manifiesta que se da la presencia de gravas en las muestras con mayor predominancia del 61.50%; mientras que, la arenas tienen un 37.10% y lo restante de arcillas y limos con 1.40%

En la Figura 11, se manifiesta la representación gráfica de la muestra C-5 en función de la distribución granulométrica principalmente de las gravas (gruesas en mayor proporción que las finas).

**Tabla 17.**

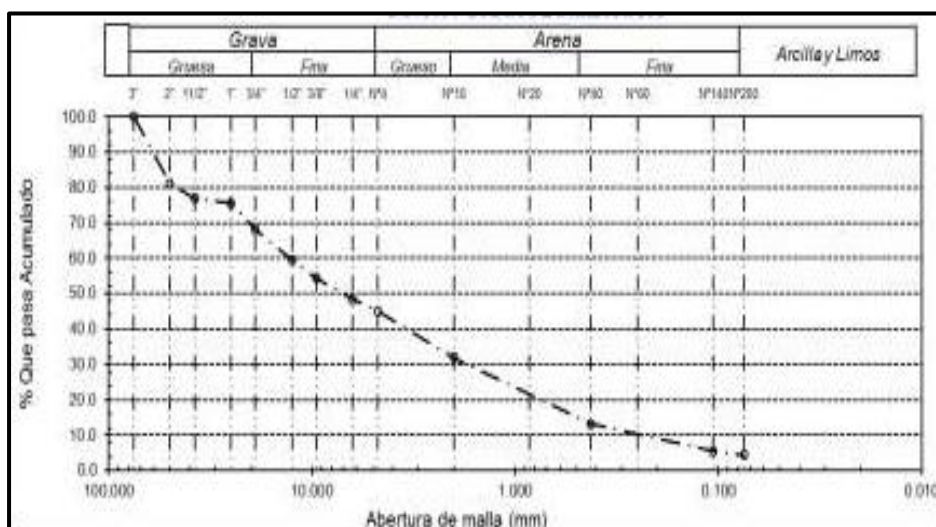
*Distribución Granulométrica de la muestra C-6.*

<b>BUCIÓN GRANULOMÉTRICA</b>			
<b>% Grava</b>	G.G. %	31.80%	54.90%
	G.F %	23.10%	
	A.G %	13.20%	
<b>% Arena</b>	A.M %	18.80%	40.70%
	A.F %	8.70%	
	<b>% Arcilla y Limos</b>	4.40%	
<b>Total</b>		100.00%	

Nota: Vásquez (2016).

**Figura 12.**

Curva Granulométrica de la muestra C-6.



Nota: Vásquez (2016).

En la Tabla 17, se manifiesta que se da la presencia de gravas en las muestras con mayor predominancia del 54.90%; mientras que, la arenas tienen un 40.70% y lo restante de arcillas y limos con 4.40%

En la Figura 12, se manifiesta la representación gráfica de la muestra C-6 en función de la distribución granulométrica principalmente de las gravas (gruesas en mayor proporción que las finas).

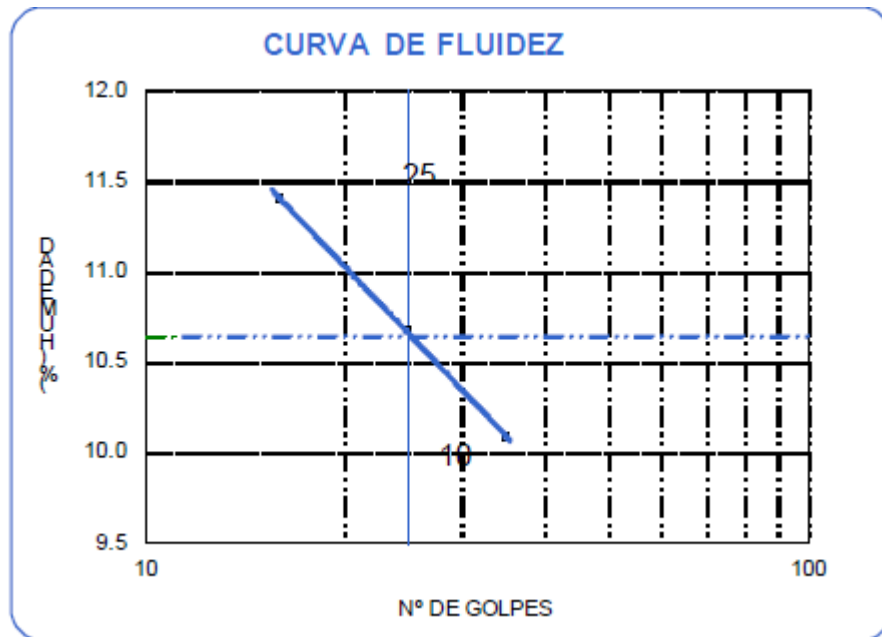
### **b) Límites de Consistencia**

Se realizó este ensayo para identificar que tan cohesiva es la muestra y que tanta humedad tiene.



**Figura 13.**

Diagrama de fluidez entre el % de Humedad y el N° de Golpes de la muestra C-1.

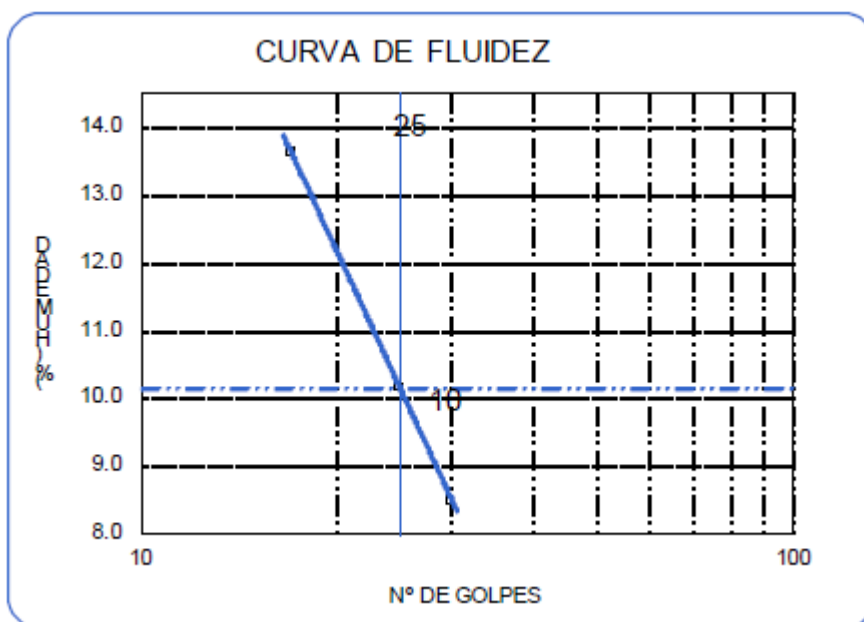


Nota: Vásquez (2016).

En la figura 13, se visualiza los porcentajes de humedad en las distintas submuestras analizadas de la muestra C-1, en relación al número de golpes empleados en cada una. De dicho análisis, se calcula el límite líquido final a los 25 golpes, que para este caso sería 10.65%

**Figura 14.**

Diagrama de fluidez entre el % de Humedad y el N° de Golpes de la muestra C-2.



Nota: Vásquez (2016).

En la figura 14, se visualiza los porcentajes de humedad en las distintas submuestras analizadas de la muestra C-2, en relación al número de golpes empleados en cada una. De dicho análisis, se calcula el límite líquido final a los 25 golpes, que para este caso sería 10.14%.

**Tabla 18.**

*Resultados finales ensayos Límites de Atterberg.*

Ensayos	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6
Límite Líquido	10.65%	10.14%	-	-	-	-
Límite Plástico	4.94%	4.57%	-	-	-	-
Índice de Plasticidad	5.71%	5.57%	-	-	-	-

Nota: Vásquez (2016).

En la tabla 18, se observan todos los resultados de los límites de consistencia para las 6 muestras analizadas. El límite líquido se calculó como ya se mencionó previamente en los diagramas de fluidez por medio de los números de golpes usando la copa de Casagrande, mientras que límites plásticos se calculó del promedio de porcentajes

calculados para cada submuestra; obteniendo valores de 4.94% y 4.57% para las 2 primeras muestras en orden. Finalmente se calculó el índice de plasticidad efectuando la diferencia entre ambos límites; por lo que se obtuvo valores de 5.71% y 5.57% para las muestras C-1 y C-2 respectivamente. Dado que los valores de Índice de Plasticidad determinados son menores a 7%, se certifica que se tratan de suelos arcillosos de baja plasticidad según la clasificación que da el manual del MTC. Asimismo, se puede ver que las otras 4 muestras no presentaron valores respecto a este parámetro.

### **-Clasificación del suelo**

**Tabla 19.**

*Clasificación de las muestras.*

	C-1	C-2
AASHTO	A-2-4 (0)	A-1-b (0)
SUCS	SP-SC	SP-SC
Descripción	Arenas pobremente graduadas con arcilla	Arenas pobremente graduadas con arcilla

Nota: Vásquez (2016).

Las muestras C-1 y C-2, según la clasificación SUCS, pertenecen a un suelo del tipo SP-SC y de acuerdo a AASHTO son del tipo A-2-4 (0) y A-1-b (0) respectivamente, por lo cual, están constituidas de una composición de arenas pobremente graduadas con arcilla.

### **c) Contenido de Humedad**

Este parámetro se emplea para determinar el contenido de humedad natural de las muestras de los suelos:

**Tabla 20.***Contenido de humedad de las muestras.*

Calicata	Profundidad	Coordenadas		Contenido de Humedad
		Este	Norte	
C-1	0.00 m.-0.80 m.	703,113	9'201,404	18.71%
C-2	0.00 m.-0.50 m.	703,136	9'201,412	18.15%
C-3	0.00 m.-0.80 m.	706,738	9'197,814	1.58%
C-4	0.00 m.-2.30 m.	703,152	9'201,422	1.19%
C-5	0.00 m.-1.20 m.	706,738	9'197,814	0.65%
C-6	0.00 m.-0.20 m.	706,738	9'197,814	1.49%

Nota: Vásquez (2016).

En la Tabla 20, se puede observar el contenido de humedad de: la muestra C-1 tiene un 18.71%, la muestra C-2 tiene un 18.15%, la muestra C-3 tiene un 1.58%, la muestra C-4 tiene un 1.19%, la muestra C-5 tiene un 0.65%, la muestra C-6 tiene un 1.49%.

**d) Gravedad Específica**

Este parámetro se emplea para establecer el peso específico de los suelos mediante el uso de un picnómetro.

**Tabla 21.***Gravedad específica de las muestras.*

Calicata	Profundidad	Coordenadas		Gravedad Específica
		Este	Norte	
C-1	0.00 m.-0.80 m.	703,113	9'201,404	2.66 g/cm <sup>3</sup>
C-2	0.00 m.-0.50 m.	703,136	9'201,412	2.63 g/cm <sup>3</sup>
C-3	0.00 m.-0.80 m.	706,738	9'197,814	2.65 g/cm <sup>3</sup>
C-4	0.00 m.-2.30 m.	703,152	9'201,422	2.56 g/cm <sup>3</sup>
C-5	0.00 m.-1.20 m.	706,738	9'197,814	2.68 g/cm <sup>3</sup>
C-6	0.00 m.-0.20 m.	706,738	9'197,814	2.78 g/cm <sup>3</sup>

Nota: Vásquez (2016).

En la Tabla 21, se puede observar la gravedad específica de la muestra C-1 tiene un 2.66 g/cm<sup>3</sup>, la muestra C-2 tiene un 2.63 g/cm<sup>3</sup>, la muestra

C-3 tiene un 2.65 g/cm<sup>3</sup>, la muestra C-4 tiene un 2.56 g/cm<sup>3</sup>, la muestra C-5 tiene un 2.68 g/cm<sup>3</sup> y la muestra C-6 tiene un 2.78 g/cm<sup>3</sup>.

#### 4.1.3. Propuestas de Solución para la reducción de sedimentos en el embalse

##### -PEJEZA:

Según el informe técnico publicado por el PEJEZA en el 2017, luego de la que ocurriera el “Fenómeno El Niño” en el año 1998, se llegó a producir bruscamente un incremento en la sedimentación del embalse, siendo necesario la ejecución de pruebas para alcanzar su descolmatación:

- Se hizo uso de minas marinas con carga controlada para generar una explosión y con ello lograr la remoción del sedimento, para posteriormente ser evacuado por la captación de servicio, no obstante, la velocidad de remoción era demasiado lenta y no se conseguía su evacuación.
- Se empleó una perforadora del tipo vertical gigante constituida con taladro giratorio con puntas diamantadas y bomba para la succión, no obstante, esta alternativa se omitió a razón del elevado costo para el bombeo y la capacidad de succión reducida.

Una vez realizadas dichas pruebas, se llegaron a establecer 4 medidas de solución, en donde sus montos para sus ejecuciones fueron determinados por el PEJEZA:

- **No tomar acción:** Esta medida consiste en dejar las cosas tal como se encuentran para que la colmatación del embalse siga, lo cual conllevaría a que la agricultura y la generación de la energía se vean afectadas en un futuro y trayendo severas pérdidas económicas. Se ha proyectado que los impactos de reducción del suministro de agua se llegarían a sentir en el año 2029, siendo el impacto más grave para el año 2053. Ello manifiesta que la urgencia para la construcción de obras que controlen la colmatación no es tan trascendente. Las pérdidas económicas se proyectan alrededor de US\$5.88 millones. Por ello, cualquier

medida por encima de esa cantidad, no sería viable económicamente.

- **Tratamiento/Protección de zonas críticas de la cuenca:** Esta medida busca la reducción de la erosión del cauce y la aparición y transporte de sedimentos. Para ello, se deben llevar a cabo medidas tanto estructurales como no estructurales estimadas en costos que abarcan los US\$153.50 millones. La proyección hecha para esta medida concluye que se llegaría a reducir únicamente en 1 MMC al año la colmatación.
- **Implementación de un Canal/Túnel by Pass:** Esta medida busca impedir que los componentes que exceden de la descarga del río Jequetepeque, logren ingresar al embalse y se pueda desviarlos en dirección de la quebrada Caracol. Para ello, se debería ejecutar otras medidas como el diseño de un cauce, una presa derivadora, un túnel, entre otros. La proyección para esta medida, conlleva costos de más de US\$52 millones sólo en la obra principal, llegando a reducir la colmatación en 1.70 MMC al año
- **Implementación de una presa:** Esta medida pretende la construcción de embalses, decantación de sólidos suspendidos y la retención de materiales de acarreo. La proyección para esta medida, se estima que sería entre los US\$78 millones y 154 millones, llegando a alcanzar una retención de 1.70 a 2.50 MMC al año.

#### **-UDEP (Universidad de Piura):**

La Universidad de Piura, por medio de un informe investigativo del año 2018, propuso un proceso para llevar a cabo la descolmatación de embalses en general, es decir la reducción de sólidos retenidos por medio de la utilización de la misma energía del agua bajo condiciones de un flujo del tipo supercrítico, en otras palabras, con altas velocidades

y un nivel de operación mínimo mediante el despeje de la compuerta de captación de fondo. Todo ello se establecería partiendo de una recopilación de datos sedimentológicos e hidrológicos del embalse en estudio para conocer a detalle sus características. Para ello manifiesta que se deberían excavar hasta una profundidad de 20m, con un ancho de 10 m., en el primer tramo de 200 m. del embalse; resultando un volumen total excavado de 40000 m<sup>3</sup>. El costo de esta medida sería de aproximadamente US\$1.28 millones (US\$680 mil antes de la implementación y US\$600 mil para la implementación).

**-USS (Universidad Señor de Sipán):**

La Universidad de Sipán, por medio de un informe investigativo del año 2016, propuso 2 medidas para buscar la minimización de la pérdida de volumen útil a raíz de la sedimentación:

- **Dragado:** Esta medida consiste en un sistema que emplea la gravedad a modo de fuerza conductiva y que sobresale por su elevada eficiencia y mínimo consumo de agua. El componente draga para embalses se elabora a la medida para transportes que requieran largas distancias o de diversas capacidades y no necesita electricidad o algún tipo de combustible para llevar a cabo la medida del dragado. La proyección para esta medida, se estima que sería aproximadamente de US\$9.33 millones, para la remoción de 4.9 MMC al año. Es decir, cerca de US\$1.9 /m<sup>3</sup>.
- **Hidrosucción:** Esta medida consiste en un sistema de tuberías que permiten la extracción del sedimento que se deposita en el embalse y lo movilizan aguas abajo empleando la energía obtenida por el desnivel entre aguas arriba y aguas debajo de la presa. La proyección para esta medida, se hace planteando 2 alternativas teniendo en cuenta que la cantidad de sedimentos a retirar se estima de 3 MMC al año. Para la primera, el costo sería de US\$406 mil; es decir, cerca de US\$ 0.014 /m<sup>3</sup> para 10 años.

Respecto a la segunda, el costo sería de US\$368 mil; es decir, cerca de US\$ 0.012 /m<sup>3</sup> para 10 años.

**Tabla 22.**

*Cuadro comparativo medidas de solución.*

ENTIDAD	MEDIDA	COSTO	REDUCCIÓN DE SEDIMENTOS
	No tomar acción	US\$5.88 millones	-
PEJEZA	Tratamiento/Protección de zonas crítica de cuenca	US\$153.50 millones	1 MMC /año
	Implementación Canal/Túnel by Pass	US\$52 millones	1.70 MMC /año
	Implementación presa	US\$78 a 154 millones	1.70 a 2.50 MMC /año
UDEP	Utilización energía del agua bajo condiciones de flujo supercrítico	US\$600 mil	
USS	Dragado	US\$9.33 millones	4.9 MMC/ año
	Hidrosucción	US\$368 a 406 mil	3 MMC/ año

Nota: Elaboración Propia.

#### 4.2. Docimasia de hipótesis

Según la hipótesis planteada inicialmente se dice que la sedimentación influirá significativamente en la capacidad de la Represa Gallito Ciego, ya que, a mayor presencia de sedimentos, se reduciría la capacidad de la Represa ya mencionada ubicada en Jequetepeque Zaña. En base a los resultados obtenidos, se acepta dicha hipótesis ya que si bien es cierto los distintos estudios realizados para determinar la evaluación de la represa han obtenido valores variados, todos determinan que el volumen total del embalse se ha visto reducido o aminorado por la presencia de los sedimentos a lo largo de los años.



## V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La Represa Gallito Ciego, en relación al año 1991 ha reducido su capacidad total en 111.61 MMC, según los reportes oficiales del PEJEZA, por el hecho de la colmatación en el embalse de los sedimentos, localizándose la captación del túnel de descarga a 1.10m por debajo la capa superior del sedimento a razón de la tasa de colmatación por año de 1.7 MMC / año (estimado por Salzgitter), ligada a una vida utilidad de 50 años y una capacidad inactiva cercana a los 85 MMC, que resultó baja en su totalidad debido a que los estudios se realizaron sin tener toda la data histórica del río. Dichos resultados coinciden y guardan relación con lo encontrado por Vásquez M. (2016), dado que determinó que la capacidad total del embalse disminuyó en 104.56 MMC originado por la sedimentación colmatada. No obstante, dicho resultado discrepa con lo encontrado por Vásquez W. (2018), dado que él calculó una la tasa de colmatación de 9.17 MMC / año (7.60 MMC/ año de fondo y 1.57 MMC/ año de suspensión) bajo un adecuado estudio hidrológico y sedimentológico; es decir, obtuvo una tasa aproximada de 5 veces mayor a la obtenida en el estudio de Salzgitter. Esto quiere decir que la vida útil de la presa se ha visto afectada en menos de 1/5, lo cual conlleva un truncamiento brusco respecto al flujo económico de beneficios por las enormes pérdidas económicas. Al igual que lo anterior mencionado, Garcia (2015) discrepa con los resultados obtenidos por el PEJEZA dado que según su estudio la vida útil de la represa se ha visto reducida a menos de 2/5 de lo que inicialmente se había proyectado económicamente (50 años), en donde los sedimentos han aminorado aproximadamente el 17.69% del volumen total del embalse.

Según los resultados que se han obtenido de los ensayos de laboratorio tanto en la cola como en el centro del embalse, se trata de un suelo característico a una arena con arcilla con graduación pobre (SP - SC), cumpliendo con el parámetro de estar en el intervalo de las arcillas, limos y arenas para el diseño del sistema. Dichos resultados coinciden con lo encontrado por Ríos (2013), que determinó que todas las muestras que obtuvo pertenecían al grupo textural de las arenas con limos. Los rangos obtenidos fueron; arcilla (2.7-6.8 %), limo (17.8-67.2 %) y arena (26.0-78.9 %).

Respecto a las medidas de solución, se han planteado diversas alternativas de entidades e instituciones, en donde una de las representativas fue la que propuso el PEJEZA, que manifestó que lo mejor sería no tomar acción o no hacer nada dado que entre todo lo que propuso, eso era lo más rentable dado que las otras requerían de costos demasiado elevados. Dicho resultado fue discrepado por lo que planteó Vásquez W. (2018), quién propuso usar la metodología de la Universidad de Piura (UDEP) para la descolmatación de embalses, manifestando que, en comparación a la medida que representa una mejor economía planteada por el PEJEZA, “no hacer nada”; se cumple con no exceder los montos estimados, por lo que esta propuesta presenta una viabilidad económica. Asimismo, los resultados anteriores discrepan con lo planteado por Vásquez M. (2016), quién en su informe investigativo publicado en la Universidad Señor de Sipán, manifestó como medidas al dragado y al sistema de hidrosucción, siendo el segundo en mención el más económicamente rentable para la descolmatación del embalse.

## 5.1. CONCLUSIONES

Con respecto al análisis de la situación actual de la Represa Gallito Ciego, a partir del año 1991 hasta el último levantamiento batimétrico realizado en el año 2017 por el PEJEZA, ha disminuido su capacidad total en 111.61 MMC, debido a los sedimentos acumulados en el embalse, concentrándose la mayor proporción en la zona próxima a la represa, por lo que, lo más probable es que si la sedimentación no se llega a controlar la captación de servicio podría quedar inoperativa al igual que la situación actual de la captación de fondo. Asimismo, se puede mencionar que el volumen actual del reservorio es de 526'493,905.70 m<sup>3</sup> (526.49 MMC), constituido entre los 336.47 m.s.n.m hasta los 410.30 m.s.n.m. y que el área total en el embalse es de 15'282,877.80 m<sup>2</sup>, para un nivel de 410.30 m.s.n.m.

Según los resultados obtenidos de los ensayos de laboratorio tanto en la cola como en el centro del embalse, se trata de un suelo característico a una arena con arcilla de graduación pobre (SP - SC), cumpliendo con el parámetro de estar en el intervalo de las arcillas, limos y arenas para el diseño del sistema. En los límites de Atterberg, de las 6 muestras analizadas solo las 2 primeras mostraron resultados de índice de plasticidad de 5.71% y 5.57%. En el contenido de humedad se obtuvieron valores muy altos en las 2 primeras muestras de aproximadamente el 18% y en las 4 últimas muy bajos de entre 1.58 y 1.49%. En la gravedad específica se obtuvieron valores entre 2.78 y 2.66 gr/cm<sup>3</sup> entre todas las muestras.

De todas las medidas de solución planteadas, las que más resultan económicamente rentables son las de la metodología UDEP y el sistema de hidrosucción. En donde la primera en cuestión, tendría un costo de aproximadamente US\$600 mil y la segunda un costo entre los US\$368 mil y US\$406 mil (de acuerdo a la alternativa de succión elegida).

## **5.2. RECOMENDACIONES**

La realización de batimetrías en la represa analizada de Gallito Ciego, debe ser un requisito indispensable como parte de las funciones de operación y mantenimiento, no solo por el hecho de dar un monitoreo a la evolución sedimentológica, sino porque deben comprender una fuente trascendente de información para las investigaciones con respecto al transporte de sedimentos de los ríos que llegan a alimentar a dicha infraestructura, ya que con ello, se pueden realizar estudios sedimentológicos más completos.

Considera para el diseño de represas nuevas los sistemas de descolmatación o estructuras que aminoren el ingreso de cantidades de sedimentos en gran proporción.

Traer expertos de índole internacional, y/o consultar a las entidades especializados pertenecientes a la UNESCO (ICCORES), para el uso de estas medidas para un mejor análisis de estudio, y compartir logros / experiencias mundiales en pro de un resultado más idóneo.

Construcción de presas de control en las zonas más erosionables del cauce, para controlar los sedimentos en periodos de avenidas.

Obras básicas de contención de laderas para controlar la descarga de sedimentos. Estas obras consisten en el sembrío de árboles y vegetación, esto con el fin de estabilizar y prevenir la erosión en las laderas.

Construcción de diques en las quebradas para captar los sedimentos.

## VI. Referencias bibliográficas

- Api, J., & Horna, D. (2019). *Análisis y planteamiento de alternativas a la pérdida de volumen de agua por colmatación- Embalse Gallito Ciego*. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Aponte, C. (2018). *Factibilidad de aplicar la metodología de descolmatación UDEP en el Embalse Gallito Ciego*. Piura: Universidad de Piura.
- Calle, S. (2018). *Estudio de las técnicas de descolmatación de embalses*. Piura: Universidad de Piura.
- Chirinos, F. (2017). *Estudio de socavación de la subestructura de puente y análisis de estabilidad – caso puente Nicolás Dueñas de la ciudad de Lima en el 2017*. Universidad César Vallejo. Lima: UCV.
- Felipe, E. (2016). *Socavación producida por el Río Huallaga al puente Colpa Alta en la provincia de Huánuco, utilizando los métodos de Artamanov, Straub y Maza, en el HEC-RAS*. Universidad de Piura. Piura: UDEP.
- Flores, M., Parra, L., Bolaños, S., Gallo, L., Proveda, a., & Agudelo, D. (2018). Tasas de sedimentación y características de sedimentos de fondo en tres embalses de Antioquia, Colombia. *Revista Ingeniería del Agua.*, 22(4), 177-194. doi:<https://doi.org/10.4995/la.2018.8001>
- Fundamentación Aquae. (s.f.). *Aterramiento y Colmatación en los Embalses*.
- García, C. (2006). *Análisis y diseño de puentes de concreto armado*. Método AASHTO y LRFD. Lima: ACI.
- MTC, M. d. (2012). *Manual de hidrología, hidráulica y drenaje*. Ministerio de Transporte y Comunicaciones, Lima. Lima: MTC.
- Ordoñez, J. (2011). *Balance hídrico superficial. Cartilla Técnica, Contribuyendo al Desarrollo de una Cultura del Agua y la Gestión Integral de Recurso Hídrico*. Lima: SENAMHI.
- Polanco, J., Ramírez, F., Montes, L., Botero, B., & Otálvaro, M. (Junio de 2018). Effect of sediment management decision on a hydropower plant value. *DYNA*. doi:<https://doi.org/10.15446/dyna.v87n213.81832>
- Puelles, J. (2015). *Estudio hidráulico e hidrológico de la Cuenca Alto Perú y el Porvenir en el asentamiento humano Las Mercedes Alto Perú, distrito de la Oroya, provincia de Yauli – Junín para la construcción futura de obras de*

- arte ante amenazas de derrumbes*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima: UPC.
- RAE, R. A. (2014). *Diccionario de la lengua española*. Asociación de Academias de la Lengua Española. España: ASALE.
- Ríos, N. (2013). *Estudio químico de sedimentos de la represa de Gallito Ciego como contribución al estudio de calidad ambiental del reservorio*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Rivas, J. (2018). *Cuantificación de los efectos de la erosión y socavación en la estructura de puentes y su aplicación en el Puente del Río Motupe del departamento de Lambayeque*. Universidad Santo Toribio de Mogrovejo, Lambayeque. Chiclayo: USAT.
- Sánchez. (2014). Análisis de métodos para la limpieza hidráulica de sedimentos desde embalses. *Universidad Central del Ecuador*, 250. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2978/1/T-UCE-0011-132.pdf>
- Vásquez, C. (2012). *Estudio hidrológico de la región Cajamarca*. Gobierno Regional de Cajamarca. Cajamarca: GRC.
- Vásquez, M. (2016). *Solución al problema de sedimentación de la represa Gallito Ciego*. Pimentel: Universidad Señor de Sipán.
- Vásquez, W. (2018). *Transporte de sedimentos del río Jequetepeque e impacto en la vida útil de la presa Gallito Ciego*. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca.
- Velásquez, K. (2019). *Análisis de los potenciales problemas de sedimentación y medidas de mitigación en la presa Palo Redondo*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.

## ANEXOS

### Anexo N°01: Panel fotográfico

-Foto 1: Tesistas en la zona de estudio junto con uno de los ingenieros supervisores de la represa



-Foto 2: Tesistas haciendo reconocimiento en la zona de estudio junto con uno de los ingenieros supervisores de la represa.



-Foto 3: Tesistas en la zona de estudio recopilando información acerca de los sedimentos.


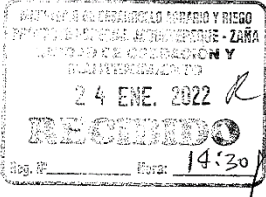





-Foto 4: Vista panorámica de la zona de estudio.





## Anexo N°02: Solicitud para acceso a información de la represa.

<b>CARGO</b>	
 <b>PERÚ</b> Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego	<b>Proyecto Especial Jequetepeque - Zaña</b>
"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres" "Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"	
Yonán, 24 de enero del 2022.	
<b>OFICIO N° 002-2022-MIDAGRI-PEJEZA-DE/REIAP</b>	
<b>SEÑOR:</b>	
<b>ING. CARLOS ALBERTO HERNANDEZ QUIROZ.</b> <b>JEFE DE LA UNIDAD DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</b>	
<u>Presente.</u> -	
<b>ASUNTO:</b>	<b>SOLICITUD DE ACCESO A LA INFORMACION PUBLICA</b>
<b>REFERENCIA :</b>	<b>Formulario P-1 de fecha 20/01/2022.</b>
Nos dirigimos a usted, para manifestarle que el Sr. <b>VELÁSQUEZ VILLANUEVA LEONARDO JOSÉ</b> , ha solicitado la información, según el formulario de la referencia; que se detalla a continuación:	
<ul style="list-style-type: none"><li>- La ultima información referente a la Batimetría.</li><li>- Datos de la sedimentación.</li><li>- Estudios Hidrológicos.</li></ul>	
Al respecto, de ser procedente, solicitamos la información requerida, para ser remitida al solicitante, con un plazo de 04 días.	
Atentamente,	
 <b>ING. NELLY ALIAGA ZEGARRA</b>	 <b>ING. CARLOS A. VENTURA CABANILLAS</b>
Responsables de Entrega de Información de Acceso Público	
C.c. Archivo	CUT:462- 2022
	Carretera a Cajamarca Km 33 5 - Campamento Gallito Ciego - Cajamarca T: (076) 83-7004 www.pejeza.gob.pe www.minagri.gob.pe pág. 1



**JUNTA DE USUARIOS DEL SECTOR HIDRÁULICO  
MENOR JEQUETEPEQUE CLASE A**



**"LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO Y BATIMÉTRICO  
DEL EMBALSE GALLITO CIEGO – AÑO 2017".**

**INFORME TÉCNICO**

Elaborado por:



Noviembre 2017