

# PROCESO DE SEDIMENTACION DEL EMBALSE GALLITO CIEGO Y PLAN DE ACCION PARA LA SEGURIDAD Y EVACUACION DE SEDIMENTOS

## I. GENERALIDADES

La Presa Gallito Ciego por encontrarse construida en el cauce del río, esta propensa al fenómeno de sedimentación que se produce cuando el material de acarreo (en suspensión y de arrastre) que transporta el río se deposita en el reservorio, debido a una reducción de la velocidad de la corriente.

Este proceso se acentúa en las épocas de máximas avenidas, y con mayor proporción se presenta durante el Fenómeno El Niño, tal como ocurrió en el año 1998, donde se produjeron precipitaciones de gran intensidad y de larga duración en la Cuenca Media y Baja, que generalmente es árida y con relieve de escasa cobertura vegetal, lo que incrementa la erosión y el consecuente arrastre de sedimentos.

## II. ESTUDIOS PREVIOS DE EVALUACIÓN DE LA SEDIMENTACIÓN

### Estudio de Factibilidad Año 1973:

Sedimento en Suspensión : 1.25 MMC/año (71 %)  
Sedimento de Arrastre : 0.50 MMC/año (29 %)  
Total Anual : 1.75 MMC/año

Este estudio recomienda un embalse muerto entre 80 y 100 MMC (Millones de Metros Cúbicos)

### Estudio a Nivel de Licitación, Año 1975:

Sedimento en Suspensión : 1.20 MMC/año (71 %)  
Sedimento de Arrastre : 0.50 MMC/año (29 %)  
Total Anua : 1.70 MMC/año

Cálculos que confirman los resultados del Estudio de Factibilidad.  
MMC (Millones de Metros Cúbicos)

**El Estudio determina un volumen muerto de 86 MMC, un volumen útil de 400 MMC y una vida útil del embalse Gallito Ciego de 50 años (86 MMC/1.7 MMC)**

## III. ESTUDIOS DE BATIMETRIA EFECTUADOS AL EMBALSE GALLITO

Desde la puesta en servicio de la Presa (Febrero 1988), hasta la actualidad, se han realizado siete (07) mediciones topográficas/batimétricas en el embalse, con el fin de determinar los volúmenes, cuyo resultado se muestra en el siguiente cuadro:

LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO BATIMÉTRICO	VOLUMEN CRECIDAS MMC	VOLUMEN UTIL MMC	VOLUMEN INACTIVO MMC	VOLUMEN TOTAL MMC
Estudio Inicial año 1991 Salzgitter	93.40	426.80	117.90	638.10
Levantamiento año 1993 PEJEZA	n.d.	419.61	107.87	n.d.
Levantamiento año 1999 PEJEZA	94.16	394.75	34.93	523.84

Levantamiento año 2000 PEJEZA	94.42	392.02	87.78	573.62
Levantamiento año 2006 HyO Ings.	93.67	375.84	88.38	557.89
Levantamiento año 2007 HyO Ings.	93.73	379.90	82.30	555.93
Levantamiento año 2010 HyO Ings.	93.43	371.63	80.39	545.45
Levantamiento año 2013 HyO Ings.	93.15	366.60	73.79	533.54

n.d: no se dispone de datos

Los resultados de los levantamientos se comparan con los del Estudio inicial a fin de determinar el volumen sedimentado y la tasa de crecimiento, cuyos resultados se muestran en el siguiente Cuadro:

**SEDIMENTO TOTAL RETENIDO EN EL EMBALSE GALLITO CIEGO DESDE SU PUESTA EN SERVICIO**

LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO BATIMÉTRICO	VOLUMEN CRECIDAS MMC	VOLUMEN UTIL MMC	VOLUMEN INACTIVO MMC	VOLUMEN TOTAL MMC
Estudio Inicial año 1991 Salzitter	-	-	-	-
Levantamiento año 1993 PEJEZA	n.d.	7.19	10.03	<b>17.22</b>
Levantamiento año 1999 PEJEZA	-0.76	32.05	32.97	<b>64.26</b>
Levantamiento año 2000 PEJEZA	-1.02	34.78	30.72	<b>64.48</b>
Levantamiento año 2006 HyO Ings.	-0.27	50.96	29.52	<b>80.21</b>
Levantamiento año 2007 HyO Ings.	-0.33	46.90	35.60	<b>82.17</b>
Levantamiento año 2010 HyO Ings.	-0.03	55.17	37.51	<b>92.65</b>
Levantamiento año 2010 HyO Ings.	-0.25	60.20	44.11	<b>104.56</b>

n.d: no se dispone de datos

Los resultados de la última Batimetría, indica lo siguiente:

- **Volumen Total Actual** del reservorio, comprendido entre las cotas 335.00 m.s.n.m hasta la 410.30 m.s.n.m., es de **533.54 MMC**
- **Volumen de Crecidas**, comprendido entre las cotas 410.30 m.s.n.m a la 404.00 m.s.n.m es de **93.16 MMC**
- **Volumen Útil**, comprendido entre las cotas 404.0 m.s.n.m a la 361.00 m.s.n.m es de **366.60 MMC**.
- **Volumen Inactivo**, comprendido en los niveles menores a 361.0 m.s.n.m es de **73.79 MMC**.
- **Volumen Total Sedimentado**, con respecto a la medición inicial del año 1991 es de **104.56 MMC**

## IV. ACCIONES EFECTUADAS ANTE LA SEDIMENTACION ACUMULADA

### 4.1. ALTERNATIVAS PLANTEADAS PARA LA EVACUACION DE SEDIMENTOS

#### ➤ PRUEBAS REALIZADAS PARA EVACUAR SEDIMENTOS

Luego de la ocurrencia del Fenómeno El Niño 1998, durante el cual se incrementó bruscamente la sedimentación (30.26 MMC), se plantearon diversas alternativas para evacuar la sedimentación acumulada en el reservorio, así también para controlar la acumulación de sedimentos en el volumen útil del embalse; se realizaron las siguientes pruebas:

- Utilización de minas submarinas con carga controlada para producir explosión, remover el sedimento y evacuarlo por la Captación de Servicio: Las pruebas efectuadas no dieron resultados favorables, debido a que la velocidad del lodo removido era muy lenta y no se conseguía evacuarlo.
- Empleo de una perforadora vertical gigante provista de un taladro giratorio con puntas de diamante y de una bomba de succión, que ingresaba a la zona del sedimento, lo removía y lo succionaba para evacuarlo mediante mangas por el aliviadero: se desechó debido al alto costo del bombeo y a la poca capacidad de succión.
- Extraer el sedimento depositado en la zona de la cola del embalse, mediante dragas eléctricas tipo almeja, accionadas por un sistema tipo teleférico, para ser depositado en una depresión de la Cantera de Cementos Pacasmayo, ubicada en la parte alta de Tembladera: Esta alternativa puede ser viable, pero no se ha llegado a estudiar más al detalle, el inconveniente es que solo remueve una parte del sedimento.

#### ➤ ESTUDIO DE PRE FACTIBILIDAD “PROTECCIÓN DEL EMBALSE GALLITO CIEGO DE LA COLMATACIÓN POR ACARREOS”

Durante el año 2003, se contrataron los servicios de la empresa ATA para elaborar el Estudio de Pre factibilidad “Protección del Embalse Gallito Ciego de la Colmatación por Acarreos”.

Dicho Estudio analiza 03 alternativas y las compara, en términos de costos (beneficios) con la **Alternativa de “No hacer Nada”**.

Si no se hace nada continúa la colmatación del embalse y en un momento determinado se afectará la superficie cultivada y la generación de energía, con las consecuentes pérdidas económicas. Estas pérdidas se compararon con los costos de las obras propuestas para determinar si estas alternativas son viables en términos económicos.

En la Alternativa de “No Hacer Nada” se ha establecido que los efectos de la reducción en el suministro de agua para la segunda campaña de los cultivos recién se sentirán en el año 2029. En tanto que los efectos en la campaña principal (siembra total de la superficie del valle) recién se sentirá en el año 2053. Esto significa que no es urgente la construcción de obras para el control de la colmatación

Las pérdidas económicas que ocurrirían en el escenario de “No Hacer Nada” (y que serían equivalentes a los máximos beneficios de las alternativas), se han establecido en un VAN de US\$ 5,88 millones. Por tanto, cualquier

Alternativa que tenga un costo actualizado mayor a dicho monto no será viable económicamente.

### **Alternativa 1: Protección/tratamiento de Zonas Críticas de la Cuenca para reducir la erosión y transporte de sedimentos.**

Implica ejecutar diversas medidas estructurales y no estructurales, en zonas críticas de la cuenca, a fin de reducir la producción de sólidos, y la consecuente capacidad de la cuenca para alimentar las corrientes de agua con los sólidos; las mismas que comprende:

- ***Medidas de Conservación de Suelos en la Cuenca Media Alta***  
Estas medidas de control de la erosión están orientadas a disminuir la energía o efecto erosivo del cauce en zonas críticas, permitiendo a la vez su infiltración ó su eliminación a zonas de menos riesgo de erosión. Se refieren a andenes, terrazas de formación lenta, surcos en contorno, acequias o zanjas de infiltración, zanjas o acequias de coronación y otras similares. En el caso de erosión por cárcaveo, su control requiere de la construcción de muros pequeños, por ejemplo, de mampostería de piedra o ladrillos, tabla estacado con faja o pequeños gaviones, combinados con siembra de pastos estabilizados o de arborización.
  
- ***Medidas de Retención de Sedimentos y Estabilización de Caudales y Cárcaveo***  
La erosión en taludes de quebradas y de caminos en zonas con cárcavas, deben ser tratadas con estructuras de disminución de la energía de la escorrentía o de su eliminación a cauce hacia más seguros, siendo los principales: diques para control de cárcavas, estabilización de taludes, etc.

Los costos en obras principales para esta Alternativa, se han estimado en **US\$ 153,5 millones y sólo reduce la colmatación en 1,0 MMC/año**

### **Alternativa 2: Construcción de un Canal/Túnel By Pass hacia la Quebrada Caracol**

Considera la construcción de una canal “By pass” para impedir que los excedentes de descarga del río Jequetepeque ingresen al reservorio y desviarlos hacia la quebrada Caracol. Comprende las siguientes obras:

- Construir una presa derivadora y la captación respectiva, aguas arriba de la cola del embalse, a la altura de Tembladera. La presa tendría una longitud aproximada de 400m y alto de 5m.
- Construir un cauce y túnel, que parte del río Jequetepeque (en Tembladera), circunda el reservorio por el límite sur del mismo en dirección a la quebrada Caracol, en donde descarga los excedentes del río Jequetepeque.
- El cauce sería diseñado para derivar los excedentes de caudal conducidos por el río Jequetepeque en los meses de máxima descarga, especialmente en los años extraordinariamente húmedos, que es cuando las aguas tienen mayor contenido de material en suspensión y arrastre.
- El caudal de diseño sería no menor de 70 m<sup>3</sup>/s para que tenga suficiente capacidad de arrastre de sólidos.

- El cauce tendría que ser construido bordeando una ladera que tiene 30% de pendiente, por consiguiente tendría una sección parcialmente en corte y una borda en relleno hacia el lado derecho del cauce. Para evitar excesivos problemas de erosión del cauce, este tendría una pendiente del orden de 0,1 %.
- El cauce tendría una longitud del orden de 10 Km, que incluye un túnel de aproximadamente 8 km.

Esta Alternativa, además de los notables impactos ambientales negativos, es también muy costosa; estimándose un costo de **US\$ 52,0 millones, sólo en la obra principal, y permitiría reducir la colmatación teóricamente en 1,7 MMC/año.**

### **Alternativa 3: Construcción de Presa para Retención de Materiales de Acarreos y Decantación de Sólidos en Suspensión**

Considera la construcción de embalses, para la retención y decantación de sólidos en suspensión, identificando tres posibles lugares para la construcción de presas:

- Presa “Terlan-La Banda” ubicada en un estrechamiento del valle, a la altura de Km 68 de la carretera a Cajamarca. Domina una superficie de 2 690,25 Km<sup>2</sup> (78,45%) de la cuenca total del Jequetepeque, y aporta 2,5 MMC de sedimentos anuales (73,53% del total que en promedio estaría llegando al reservorio Gallito Ciego).
- Presa “La Capilla” ubicada en un estrechamiento del valle, a la altura del Km 77 de la carretera a Cajamarca, dominando 2581,52 Km<sup>2</sup> (75,28%) de la cuenca total del Jequetepeque. Aporta 2,4 MMC de sedimentos anuales (71,08% del total que en promedio estaría llegando al reservorio Gallito Ciego).
- Presa “La Mónica” ubicada en un estrechamiento del valle, a la altura del Km 84,5 de la carretera a Cajamarca, que domina una superficie de 1 314,8 Km<sup>2</sup> (38,34%) de la cuenca total del río Jequetepeque, y que aporta 1,7 MMC de sedimentos al año (49,61% del total que en promedio estaría llegando al reservorio Gallito Ciego)

Esta alternativa, tendría costos entre **US\$ 78 millones y 154 millones, con retención de 1,7 a 2,5 MMC/año.**

Todas las alternativas analizadas para solucionar el problema de la colmatación y proteger el embalse Gallito Ciego son costosas y tienen impacto parcial en el control de la colmatación puesto que la mayoría de sólidos se transporta en suspensión. Por ello no son viables económicamente y se descartaron como soluciones, en el estudio antes indicado.

Según las simulaciones efectuadas, el efecto sobre la reducción en las superficies cultivadas se presentaría después del año 2028; por lo que el PEJEZA continúa con el monitoreo de la sedimentación del embalse y la evaluación de requerimientos de obras para el control de la colmatación; al mismo tiempo que se coordina con otras entidades, públicas y privadas, algunos mecanismos para la protección de la cuenca.

## **V. ACCIONES PARA LA SEGURIDAD DE LA PRESA GALLITO CIEGO, CONTROL Y EVACUACIÓN DE SEDIMENTOS**

El Proyecto a través de la Gerencia de Estudios, viene realizando los trámites respectivos para la Elaboración de Estudios que conlleven al Programa de Gestión de Seguridad de la Presa de Gallito Ciego y Obras de Infraestructura Conexas, entre los cuales permitirá adecuar las Reglas de Operación del Embalse Gallito para el Control y Evacuación de Sedimentos en suspensión; así tenemos:

- Estudio Hidrológico e Hidráulico de las quebradas adyacentes y/o que confluyen al Reservorio Gallito Ciego (y/o cruzan la carretera adyacente al embalse), de las quebradas que confluyen al Río Jequetepeque ubicadas aguas abajo de la Presa Gallito Ciego, de las quebradas adyacentes y/o que cruzan al canal Talambo-Zaña, del Río Chamán y del Sistema de Drenaje Agrícola existente,
- Estudio Hidrológico de los Caudales Máximos Anuales para diferentes Periodos de Retorno del Río Jequetepeque en Gallito Ciego.
- Estudio de Laminación de Avenidas del Río Jequetepeque a su paso por el Embalse Gallito Ciego,
- Reglas de Operación Adicionales de la Presa Gallito Ciego

Se elaborará las nuevas Reglas de Operación para el embalse Gallito Ciego que permita remover el sedimento, aprovechando la energía hidráulica que tiene la corriente de agua durante los grandes avenidas; evacuando el máximo porcentaje de sedimentos por las válvulas Howell Bunger, y a la vez el arrastre de sedimentos de la zona del volumen útil a la zona del volumen inactivo.

En el presente año se tiene programado realizar un estudio de batimetría a fin de poder actualizar los volúmenes de la presa y el sedimento acumulado, ya que el último estudio fue realizado el año 2013.

**Campamento Gallito Ciego  
PROYECTO ESPECIAL JEQUETEPEQUE ZAÑA**