

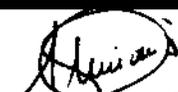
LLENADO Y VACIADO DEL TÚNEL DE ADUCCIÓN	EGESG-I-P-03	Revisión 2	
	Vigente desde: 2004-02-19	Página 1 de 9	
  			

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO	1
1 OBJETIVOS (GENERALES Y ESPECÍFICOS)	2
2 ALCANCES	2
3 DEFINICIONES	2
4 RESPONSABILIDAD	2
5 PROCEDIMIENTO	2
5.1 FRECUENCIA DE REPOSICIÓN	2
5.2 CONDICIONES DE SEGURIDAD	2
6 CONDICIONES GENERALES	3
6.1 CONDICIONES DE SERVICIO REQUERIDOS	3
6.2 CONDICIONES AMBIENTALES	3
6.3 MEDIOS DE COMUNICACIÓN	3
7 RECURSOS REQUERIDOS	3
7.1 PERSONAL REQUERIDO POR BRIGADA	3
8 IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD	3
8.1 IMPLEMENTOS PERSONALES	3
8.2 IMPLEMENTOS PARA CASOS DE EMERGENCIA	3
9 EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	3
9.1 EQUIPOS	3
9.2 HERRAMIENTAS	4
10 REPUESTOS Y ACCESORIOS	4
11 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	4
11.1 CONDICIONES PREVIAS TÉCNICAS	4
11.2 DATOS TÉCNICOS	4
12 SECUENCIA DE EJECUCIÓN DE MANIOBRAS	4
12.1 LLENADO DEL TÚNEL Y DEL POZO INCLINADO	4
12.2 LLENADO DEL CONDUCTO FORZADO (POZO INCLINADO)	4
12.2.1 Llenado del túnel de aducción	6
12.3 VACIADO DEL TÚNEL DE ADUCCIÓN	7
12.4 SEGUNDO LLENADO DEL TÚNEL DE ADUCCIÓN	8
13 ANEXOS	9

LLENADO Y VACIADO DEL TÚNEL DE ADUCCIÓN	EGESG-I-P-03	Revisión 2	
	Vigente desde: 2004-02-19	Página 2 de 9	

1 OBJETIVOS (GENERALES Y ESPECÍFICOS)

Vaciar el túnel de aducción, de manera que no se provoque averías y/o colapso de la misma.

2 ALCANCES

Al túnel de aducción y al pozo inclinado de la Central Hidroeléctrica San Gabán II.

3 DEFINICIONES

- Presión** : Se define como la fuerza ejercida sobre una superficie por unidad de área, en ingeniería se restringe generalmente a la fuerza ejercida por un fluido por unidad de área de la superficie que lo encierra, se puede medir en metros de agua, bares, Pa, Atmósferas, etc.
- Túnel de aducción** : Es de sección de tipo herraje que se encarga de transportar el agua desde la salida del embalse regulador hasta **el conducto forzado** (pozo inclinado **revestido** con concreto)
- Chimenea de Equilibrio** : Es aquel que se encarga de absorber las variaciones de presión, es decir amortiguar el golpe de ariete.
- Pozo Inclinado** : Es de sección circular revestido con concreto armado, que se encarga del transporte del agua desde el túnel de aducción hasta la turbina. Denominado también conducto forzado.
- Compuerta** : Es el mecanismo que se utiliza para abrir o cerrar el paso del agua, según los requerimientos.
- Atagüía** : Es una barrera metálica resistente que se utiliza para impedir el paso del agua.
- Barrera** : Es el mecanismo que impide o desvía el curso del agua.
- Golpe de ariete** : Es la sobrepresión o depresión excesiva que es capaz de dañar **el conducto forzado** revestido de concreto. Ocasionado por las variaciones de carga en el alternador que se transforman, debido a la acción de los reguladores, en variaciones de apertura del inyector, a consecuencia de ello se modifica el caudal en la tubería (pozo inclinado) o sea la velocidad de agua en el ducto.

4 RESPONSABILIDAD

Del personal de operaciones y mantenimiento de la Central Hidroeléctrica San Gabán II.

5 PROCEDIMIENTO

5.1 FRECUENCIA DE REPOSICIÓN

Según requerimientos.

5.2 CONDICIONES DE SEGURIDAD

Siempre considerar las normas legales del Reglamento de Seguridad e Higiene Ocupacional del Sub Sector de Electricidad aprobado con Resolución Ministerial N° 263-2001-EM/VMP.

LLENADO Y VACIADO DEL TÚNEL DE ADUCCIÓN	EGESG-I-P-03	Revisión 2	
	Vigente desde: 2004-02-19	Página 3 de 9	

El personal estará debidamente preparado con las normas de seguridad.
Se realizará reuniones para planificar los trabajos.
Evitar el uso inadecuado de equipos, instrumentos, materiales, herramientas e implementos de seguridad.

Tener buena comunicación, es decir el trabajo se realizará en coordinación entre los trabajadores.

6 CONDICIONES GENERALES

6.1 CONDICIONES DE SERVICIO REQUERIDOS

La Central Hidroeléctrica San Gabán II deberá estar completamente **parada**.

6.2 CONDICIONES AMBIENTALES

Las condiciones climatológicas deberán ser favorables, se deberá realizar el trabajo con mucho cuidado y bastante atención a las indicaciones respecto las condiciones ambientales.

6.3 MEDIOS DE COMUNICACIÓN

Se debe contar con radios portátiles.

7 RECURSOS REQUERIDOS

Para realizar estos trabajos, se debe contar con personal calificado y personal de apoyo.

7.1 PERSONAL REQUERIDO POR BRIGADA

- 01 Supervisor Responsable
- Técnicos necesarios
- Ayudantes necesarios

8 IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD

8.1 IMPLEMENTOS PERSONALES

- Zapatos de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Casco de seguridad con Barbiquejo.
- Cinturón de seguridad.
- Lentes protectores.
- Guantes.
- Y lo que se considere necesario.

8.2 IMPLEMENTOS PARA CASOS DE EMERGENCIA

- 01 Camilla plegable o rígida.
- 01 botiquín de primeros auxilios.

9 EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

9.1 EQUIPOS.

Según sea necesario.

LLENADO Y VACIADO DEL TÚNEL DE ADUCCIÓN	EGESG-I-P-03	Revisión 2	
	Vigente desde: 2004-02-19	Página 4 de 9	

9.2 HERRAMIENTAS

Según sea necesario.

10 REPUESTOS Y ACCESORIOS

No es necesario.

11 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

11.1 CONDICIONES PREVIAS TÉCNICAS

Permiso de trabajo, a solicitud del supervisor encargado.

Al finalizar el trabajo se procederá con la cancelación del permiso de trabajo.

Método de Trabajo.

11.2 DATOS TÉCNICOS

N°	Descripción	Valor	Unidades
1	Salto bruto	678	m
2	Salto neto	644	m
3	Longitud del túnel	7040	m
4	Volumen del embalse regulador	140000	M ³
5	Inclinación del conducto forzado	60	°

12 SECUENCIA DE EJECUCIÓN DE MANIOBRAS

12.1 LLENADO DEL TÚNEL Y DEL POZO INCLINADO

En la zona bajo la chimenea se instalará una ataguía constituida por varias vigas de acero además de sacos de arena, desviando las aguas procedentes del túnel de aducción hacia la ventana de Casahuri.

12.2 LLENADO DEL CONDUCTO FORZADO (POZO INCLINADO)

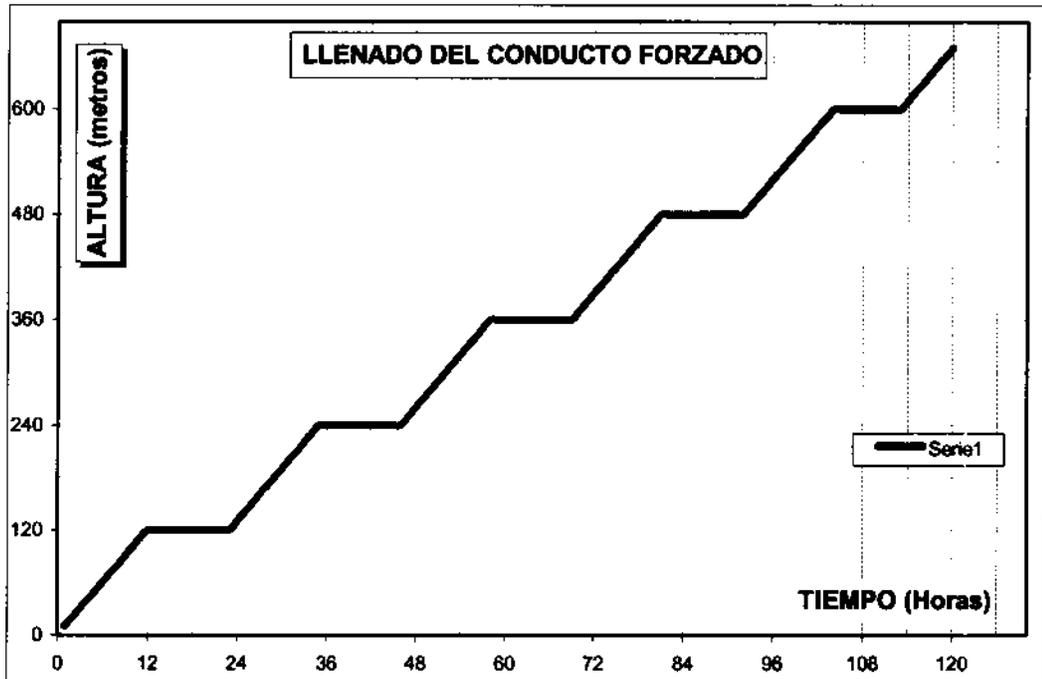
DATOS TÉCNICOS		
Descripción	Valores	Unidades
Cota codo superior	2053	m
Cota eje de inyectores	1416	m
Altura (H)	638.55	m
Volumen del conducto forzado	5000	m ³
Velocidad máxima de llenado	10	m/h
Tiempo mínimo	≅ 64	H
Caudal máximo	≅ 22	l/s

LLENADO Y VACIADO DEL TÚNEL DE ADUCCIÓN	EGESG-I-P-03	Revisión 2	
	Vigente desde: 2004-02-19	Página 5 de 9	

Se debe dejar pasar este caudal levantando la compuerta vertedero de la primera viga de la atagüa en 1 cm. No será posible tener el caudal exacto. Es importante la velocidad de llenado, es decir 10m/hora ó 1 bar/hora que debe ser controlada en el manómetro de la válvula esférica en la casa de máquinas.

Si por un descuido la velocidad del llenado fuese notablemente mas alto que 10m/h, se debe parar temporalmente el llenado reinstalando la viga de la atagüa y esperar a que pase al tiempo que corresponde al nivel alcanzado en el conducto inclinado.

Consideramos por el momento después de cada 120 metros de altura, un alto de intervalo de ½ día.



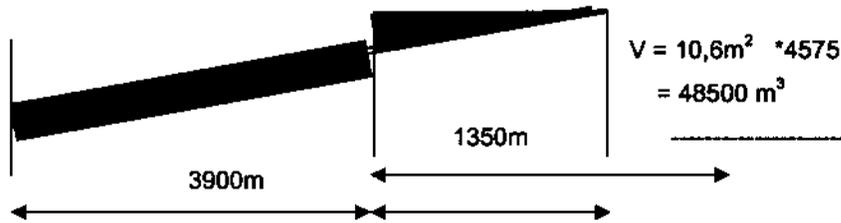
Tiempo total de llenado del conducto forzado: 2 ½ días + 64 horas = 124 h \approx 5 días (120 h)

12.2.1 Llenado del túnel de aducción

- Remover todos los sacos de arena y todas las vigas de la ataguía cerca del tapón de Casahuíri. (al poner dicho material se deberá anotar el número de vigas y de sacos de arena. El mismo número de elementos debe ser removido)
- Verificar cuidadosamente la zona para estar seguro que ningún material se quede dentro del túnel.
- Cerrar la puerta de Casahuíri. A partir de este momento el agua de las filtraciones (aprox. 320 l/s) comienzan a llenar el túnel de aducción.
- Ahora también se puede sacar la barrera de sacos de arena de la ventana de Uruhuasi, dejando el agua de filtraciones del tramo I entrando al tramo II.

Volúmenes:

a) **Hasta la ventana de Uruhuasi:**



Tiempo para llenar con las filtraciones de $320 + 80 = 400$ l/s es:

$$\frac{48500 * m^3}{0.4 * \frac{m^3}{s}} = 121250 * s * \frac{1 * h}{3600 * s} = 33.7 * h$$

Velocidad para llenar con las filtraciones:

$$\frac{14 * m}{33.7 * h} = 0.42 * \frac{m}{h}$$

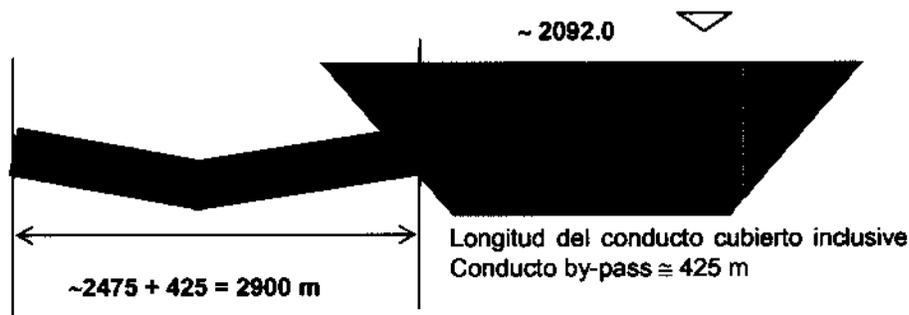
Durante este llenado se deberá anotar la presión del manómetro en la ventana Casahuíri cada cuatro (04) horas aproximadamente.

Cerrar la puerta de Uruhuasi.

Tiempo para llenar el tramo hasta el embalse

Volumen: $10.6m^2 * 2900 m = 30740 m^3$

LLENADO Y VACIADO DEL TÚNEL DE ADUCCIÓN	EGESG-I-P-03	Revisión 2	
	Vigente desde: 2004-02-19	Página 7 de 9	



Tiempo: $30740 : 0.4 \approx 22\text{h}$
25m

Velocidad = $\frac{\text{-----}}{22\text{h}} = 1.13\text{m/h}$

Para reducir esta velocidad al mismo orden como arriba (aprox. 0.5 m/h) se puede abrir parcialmente la válvula de drenaje Uruhuasi 150mm ϕ

Al llegar el nivel del agua del túnel al embalse se realizarán las siguientes maniobras:

1. Abrir la compuerta de entrada al túnel.
2. Nivelar el agua en el embalse a la cota de 2092.00
3. Medir durante 15 días la variación del nivel del embalse. Anotar cada hora el nivel.
4. Medir y anotar precipitaciones pluviales durante estos 15 días
5. Registrar las condiciones ambientales tales como temperatura, soleado o nublado.
6. Si las pérdidas en el túnel no son satisfactorias, se deberá comenzar a vaciar inmediatamente el túnel para la inspección.
7. Si las pérdidas son aceptables se realizará la prueba con la compuerta de entrada para medir las fugas en caso de funcionamiento del by-pass. El procedimiento es el siguiente:
 - Cerrar la compuerta de entrada.
 - Colocar las ataguías en la entrada de embalse.
 - Vaciar el embalse mediante la compuerta de purga del embalse. Aproximadamente 1m/hora.
 - Abriendo ligeramente una compuerta de toma y levantar el nivel de agua en el Desarenador y zona de transición al nivel de 2095.00
 - Medir las filtraciones hacia el embalse a través de la compuerta de entrada túnel de aducción
 - Medir las filtraciones a través de las ataguías en la entrada de embalse.

12.3 VACIADO DEL TÚNEL DE ADUCCIÓN

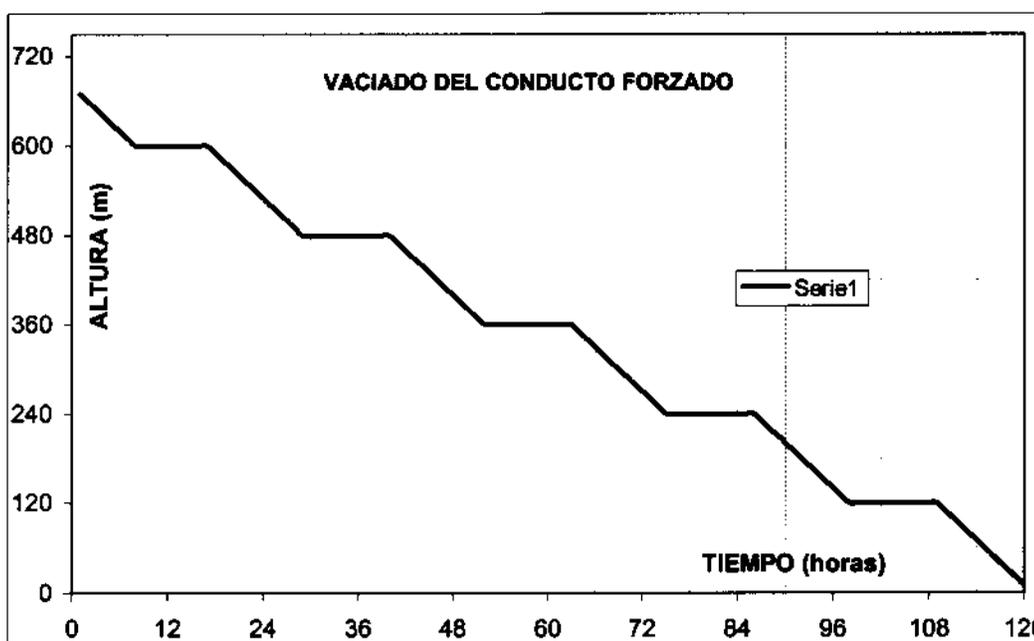
Después de haber terminado las mediciones indicadas en el punto anterior

Se deberá vaciar el túnel para la inspección.

- Cerrar la compuerta de la toma.
- Abrir las válvulas by-pass de las ataguías en la entrada del embalse.

LLENADO Y VACIADO DEL TÚNEL DE ADUCCIÓN	EGESG-I-P-03	Revisión 2	
	Vigente desde: 2004-02-19	Página 8 de 9	

- Abrir la válvula de drenaje en las ventanas Casahuiri y Uruhuasi.
- Arrancar la turbina probando los cojinetes hasta llegar a velocidad nominal.
- Se debe observar y anotar las presiones de los manómetros instalados en las puertas de acceso en las ventanas Uruhuasi y Casahuiri. La velocidad del vaciado no deberá ser mayor que 1m/h.
- Al llegar el nivel de agua a la ventana Casahuiri se deberá abrir la puerta de acceso y cerrar la turbina. Estas dos maniobras deberán ser coordinadas para evitar que se vacíe el pozo inclinado rápidamente. Se debe observar cuidadosamente la indicación de la presión del conducto forzado en la casa de máquinas y cerrar la turbina en caso que la presión en el pozo inclinado descienda más de 10m/h
- Instalar las ataguías en el túnel para desviar el agua hacia la ventana Casahuiri. Se debe anotar el número de ataguías y bolsas de arena que han sido colocados.
- Después de vaciar el pozo inclinado a través de la turbina con una velocidad de 10m/h aproximadamente. **(Este vaciado del pozo inclinado puede ser postergado hasta la instalación de la válvula N°1).**
- Inspeccionar el túnel y limpiar la trampa de rocas.
- Inspeccionar el caracol y los inyectores de la turbina N°2, para controlar si hay material extraño delante de las agujas.



12.4 SEGUNDO LLENADO DEL TÚNEL DE ADUCCIÓN

- Remover las ataguías y bolsas de arenas de arena que fueron instaladas.
- Cerrar la puerta de acceso Casahuiri.
- Abrir las dos válvulas by-pass de la ataguía en el by-pass de las obras de cabecera.
- Controlar y anotar la subida de presión en la ventana Casahuiri, la subida del nivel no deberá ser más de 1m/h.
- Al llegar el nivel de agua a la ventana de Uruhuasi, cerrar la puerta y anotar la hora exacta.
- Observar y anotar la hora de llegada del agua al nivel de embalse
- Abrir la compuerta de entrada al túnel de aducción.

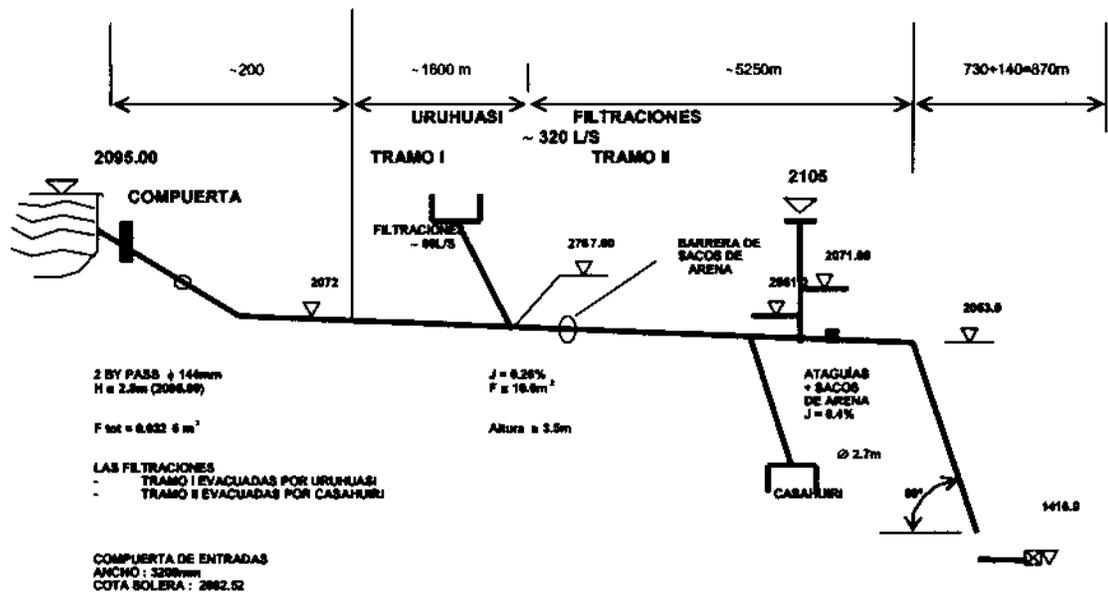
LLENADO Y VACIADO DEL TÚNEL DE ADUCCIÓN	EGESG-I-P-03	Revisión 2	
	Vigente desde: 2004-02-19	Página 9 de 9	

IMPORTANTE

Para realizar todos los trabajos deberá estar disponible suficiente número de personal, equipos, instrumentos, materiales, herramientas e implementos de seguridad (vehículos, lámparas, botas, etc.)

13 ANEXOS

- 03 Croquis



14. REGISTROS

- **Libro de Ocurrencias Casa de Máquinas y Sub Estación**
- **Libro de Ocurrencias de Subestación**
- **Tablas de Datos llenados manualmente. Se adjuntan los modelos de tablas.**

