



## Stakeholder Communication Form (Version 01.0)

*This form shall be used for any CDM-related communication with the UNFCCC secretariat or the CDM Executive Board. All the questions are mandatory unless otherwise indicated.*

*The completed form and any supplemental documents shall be submitted electronically to [cdm-info@unfccc.int](mailto:cdm-info@unfccc.int), or via fax to +49-228-815-1999 or via post to: Sustainable Development Mechanism (SDM) Programme, UNFCCC secretariat, P.O. Box 260124, D-53153 Bonn, Germany.*

### SECTION 1: COMMUNICATION HEADER

*Please provide your contact information.*

**Title:** Mr.                      **First Name:** Luis                      **Last Name:** De Valdivia Castro

**Name of Organization:** Ecoener Ingeniería, Sociedad Anónima                      **E-mail Address:** luisdevaldivia@ecoener.eu

**Postal Address:** Cantón Grande, nº6, 6º. Zip code: 15003. La Coruña                      **Phone Number:** 34981217003  
*Include country code (e.g. +49-228-815-1999)*

**Country:** Spain

**Stakeholder Type:** CDM Coordinating/Managing Entity (CME)                      If other: N/A

*Please indicate from whom you would like to get an answer.*

**This communication is addressed to<sup>1</sup>:** Chair of CDM Executive Board (normal track)

### SECTION 2: PROJECT ACTIVITY OR PROGRAMME OF ACTIVITIES (POA)

*If this communication refers to a specific CDM project activity/PoA, please answer questions in this section (otherwise proceed to Section 3).*

**Project/PoA Ref. Number**                      08655                      If applicable, CPA Ref. Number: 8655-0001  
*5-digit# format 01234*                      *8-digit# format 0123-4567*

**Project Cycle Stage**                      Issuance                      If other: N/A

*If there is no specific CDM Reference Number, please answer the remaining questions in this section (otherwise proceed to Section 3).*

**Host Country(ies)**                      Guatemala

**Project/PoA Title**                      Ecoener Small Hydro Programme of Activities

**Technology Type**                      Renewable electricity                      If other: N/A

### SECTION 3: YOUR COMMUNICATION

**Title/Subject**  
*Maximum 250 characters*                      Technical explanation on monitoring procedure for a project built with a larger capacity than the registered project (both under the small-scale capacity threshold).

**Communication Text**  
*Include background, details, and conclusion (unlimited length)*

Background:  
- On December 14<sup>th</sup>, 2012, Ecoener Ingeniería, Sociedad Anónima (CME) registered the PoA 8655: "Ecoener Small Hydro Programme of Activities", for the period 14 December 2012 to 13 December 2019.

- Along with the documents of this registration, the CME submitted the CPA-DD 8655-P1-0001-CP1 under the title: "CPA001-Las Fuentes II Hydroelectric Project" (v05.0 date: 28/09/2012) with a crediting period from 01 September 2015 to 31 August 2022 (Renewable).

- The CPA-DD: CPA001-Las Fuentes II Hydroelectric Project (v05.0 date 28/09/2012) defined the

<sup>1</sup> In accordance with the "Procedure: Direct communication with stakeholders" (version 02.0), stakeholders may address communications either (a) to the secretariat, in order to seek a fast-track technical or operational explanation regarding the implementation of existing CDM rules, or (b) to the CDM Executive Board, in order to communicate to the Board their views on CDM rules and their implementation, or to seek official clarifications of CDM rules.

	<p>installation of the project as "a small-run-of-river hydro power plant with an installed capacity of 12MW connecting to the national electricity grid of Guatemala."</p> <p>Details:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- The actual development of this project started on September 2014 (two years after the CPA-DD registration), and implied the design, manufacture, testing, transport, installation and startup of an installation with a capacity of 14,17 MW (change to the effective output capacity-increase- from the registered CPA-DD).</li> <li>- The project started operations on April 2016, and has been commercially active since May 22<sup>nd</sup>, 2016, continuously, until date.</li> <li>- The CME is currently developing the first Monitoring Report, for the period 01/09/2015 to 13/12/2019.</li> <li>- The CME did not comply with the correspondent notification of changes of project capacity, as referred in the "CDM Project Cycle Procedure for Programmes of Activities" (CDM-EB93-A09-PROC v. 02.0), as follows: Paragraph 168(b)(v): "168. If there are changes that have occurred or are expected to occur to an included CPA, the coordinating/managing entity shall prepare a revised CPA-DD reflecting the changes and submit it together with supporting documentation to a DOE for validation. The changes shall be within the scope of the following acceptable changes, and meet the associated conditions, as specified in the "CDM project standard of programmes of activities": (b) Permanent changes: (v) Changes to project design."</li> </ul> <p>Within the timeline referred in the aforementioned procedure, as follows: Paragraph 173: "173. For the changes referred to in paragraph 168(b)(v) above, if the change relates to an increase in the capacity or addition of technologies/measures, the DOE shall submit a notification of changes to the secretariat within two years of the commissioning or implementation of the changes, whichever is later. For the changes that occurred before 31 August 2018, the DOE shall submit a notification of changes to the secretariat by 31 August 2020."</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- For a change with the conditions specified in the "CDM project standard of programmes of activities" (CDM-EB93-A07-STAN v. 02.0), as follows: Paragraph 241(a)(ii): "241. Changes to the design of an included CPA shall meet the following conditions: (a) The increase in the capacity specified in the included CPA-DD falls within the capacity range of the corresponding generic CPA. In addition: (ii) If the corresponding generic CPA uses only small-scale methodologies, CERs may be claimed for the full amount calculated based on the increased capacity, provided that the resulting capacity does not exceed the threshold for the corresponding small-scale project type (i.e. Type I, II or III);"</li> <li>- Not compliance with paragraphs 168(b)(v) and 173, of the procedure CDM-EB93-A09-PROC v. 02.0), was not known by the CME until the current preparation of the first monitoring report. The CME did not prepare a Monitoring Report before because the amount of CERs did not justify an earlier CERs issuance request, with its correspondent monitoring, verification and certification processes.</li> <li>- According to the Meeting report CDM-EB99: Paragraph 22(a)(ii): "The Board considered the concept note on changes in CDM project activity, PoAs or CPAs to be allowed as post registration changes, and agreed that: (a) With regard to increase in the capacity: (ii) For small-scale project activities and CPAs, CERs may be claimed for the full amount calculated based on the increased capacity, provided that the resulting capacity does not exceed the small-scale threshold for the corresponding small-scale project type (i.e. Type I, II or III).</li> </ul> <p>Conclusion: In order to proceed with the monitoring, verification and certification process, please inform if it is possible to submit a revised CPA-DD according to paragraph 168(b)(v) of CDM-EB93-A09-PROC v. 02.0 for a change to the design that meets the condition stated in paragraph 241(a) of CDM-EB93-A07-STAN v. 02.0 and claim the amount of CERs as refered in paragraph 241(a)(ii) of CDM-EB93-A07-STAN v. 02.0 and EB99, paragraph 22(a)(ii). If negative, please, inform the way to proceed.</p>
<p><b>Supplemental Documents</b> <i>If applicable, list the title(s) of any</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- "Las Fuentes II Project As Built" Report. Date: August 2016. Page: 4/49</li> <li>- Supply and Installation Contract Las Fuentes II Voith. Date: 25 september 2014</li> </ul>

<i>attached file(s) or link(s)</i>	
<b>This communication may be made public</b>	Yes

-----

### Document information

<i>Version</i>	<i>Date</i>	<i>Description</i>
01.0	02 March 2015	This form supersedes and replaces the following: <ul style="list-style-type: none"> <li>• F-CDM-RtB: <i>Form for submission of Letters to the Board</i> (version 01.2)</li> <li>• F-CDM-RtB-DOE: <i>Form for communication on policy issues initiated by AEs/DOEs</i> (version 01.1)</li> <li>• CDM-RtB-DNA: <i>Form for communication on policy issues initiated by DNAs</i> (version 01.1)</li> </ul>
Decision Class: Regulatory Document Type: Form Business Function: Governance Keywords: communications		

# HIDROÉLECTRICA LAS FUENTES II

PROYECTO AS BUILT  
OBRA CIVIL



**OCOSITO**

Energías del Ocosito

Agosto 2016



Proyecto As Built  
Hidroeléctrica Las Fuentes II

EOSA-FUEII-ABT

Edición 1.0

Agosto 2016

As Built

---

## ÍNDICE

---

### 1. ANTECEDENTES.

### 2. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS.

### 3. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA CIVIL.

3.1. OBRA DE CONEXIÓN Y ALIVIADERO LATERAL.

3.2. CANAL DE DERIVACIÓN.

3.3. Balsa de Regulación.

3.3.1. PROTOCOLO DE EXPLOTACIÓN DE LA Balsa de Regulación.

3.3.2. DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS.

3.4. TUBERÍA FORZADA.

3.4.1. DESCRIPCIÓN DE TUBERÍA.

3.4.2. EQUIPAMIENTO COMPLEMENTARIO.

3.5. CASA DE MÁQUINAS.

3.5.1. UBICACIÓN.

3.5.2. DISTRIBUCIÓN.

3.5.3. MATERIALES.

3.6. Balsa de Desregulación y Descarga al Río.

3.8.1. PROTOCOLO DE EXPLOTACIÓN DE LA Balsa de Desregulación.

3.8.2. DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS.

3.7. ACCESOS.

3.8. SUBESTACIONES.

3.9.1. SUBESTACIÓN DE POTENCIA.

3.9.2. SUBESTACIÓN DE MANIOBRA.

3.9. LÍNEAS ELÉCTRICAS Y DE DATOS.

3.9.1. LÍNEA DE ALIMENTACIÓN Y DATOS A Balsa de Regulación.

3.9.2. LÍNEA DE ALIMENTACIÓN Y DATOS A LA SUBESTACIÓN DE MANIOBRA.

3.9.3. LÍNEA DE EVACUACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

	<b>Proyecto As Built</b> <b>Hidroeléctrica Las Fuentes II</b>		
EOSA-FUEII-ABT	Edición 1.0	Agosto 2016	As Built

---

## FIGURAS

---

FIGURA N° 1: Balsa de regulación. Vista desde el desarenador. Detalle del deflector y obra de llegada del canal.....	14
FIGURA N° 2: Balsa de regulación. Vista del aliviadero de seguridad y desarenador.....	14
FIGURA N° 3: Balsa de regulación. Vista del desarenador y reja. ....	15
FIGURA N° 4: Vista de la fachada suroeste y noroeste de casa de máquinas y edificio de control. ....	26
FIGURA N° 5: Vista de la fachada sureste y noreste de casa de máquinas y edificio de control. ....	27
FIGURA N° 6: Vista de la fachada sureste de casa de máquinas y edificio de control. ....	27
FIGURA N° 7: Vista del foso de la turbina, generador, válvula y equipos. ....	30
FIGURA N° 8: Vista de la escalera se comunica el foso de turbinas y la explanada. ....	30
FIGURA N° 9: Vista de la escalera que comunica la explanada con la sala de control. ....	31
FIGURA N° 10: Vista de la sala de control sobre el foso de las turbinas y acceso peatonal. ....	31
FIGURA N° 11: Vista del puente grúa de 50T para montaje y mantenimiento. ....	32
FIGURA N° 12: Vista de las celdas de A.T. de la planta alta del edificio de control. ....	32
FIGURA N° 13: Vista de las celdas de M.T y B.T y armarios de control. ....	33
FIGURA N° 14: Balsa de desregulación. Vista desde la obra de desfogue y de la obra de aliviadero y desagüe al río Ocosito. ....	39
FIGURA N° 15: Detalle de apartamiento de la sub. elevadora. ....	44
FIGURA N° 16: Detalle de pasarela para cableado de alta tensión y transformador de potencia. ....	45
FIGURA N° 17: Detalle de pasarela para cableado de alta tensión y transformador de potencia. ....	45
FIGURA N° 18: Detalle de pasarela para cableado de alta tensión y transformador de potencia. ....	46
FIGURA N° 19: Vista general de apartamiento de la subestación de maniobra y edificio de control. ....	47



Proyecto As Built  
Hidroeléctrica Las Fuentes II

EOSA-FUEII-ABT

Edición 1.0

Agosto 2016

As Built

---

## TABLAS

---

TABLA N° 1: TABLA DE DATOS TÉCNICOS .....	4
TABLA N° 2: TABLA DE UBICACIÓN DE LAS ARQUETAS DE REGISTRO DE ACCESO AL CANAL.....	8
TABLA N° 3: DATOS DE COTA, ÁREA Y VOLUMEN DE LA Balsa DE REGULACIÓN.....	12
TABLA N° 4: COTAS DE LA Balsa DE REGULACIÓN.....	13
TABLA N° 5: TRAMOS DE TUBERÍA POR DIÁMETRO Y PRESIÓN NOMINAL.....	20
TABLA N° 6: UBICACIÓN DE LOS MACIZOS Y CODOS SIGNIFICATIVOS DE LA TUBERÍA FORZADA.....	21
TABLA N° 7: UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE VENTOSAS Y PURGADORES.....	24
TABLA N° 8: DATOS DE COTA, ÁREA Y VOLUMEN DE LA Balsa DE DESREGULACIÓN.....	35
TABLA N° 9: COTAS DE LA Balsa DE DESREGULACIÓN.....	36

	Proyecto As Built Hidroeléctrica Las Fuentes II		
EOSA-FUEII-ABT	Edición 1.0	Agosto 2016	As Built

## 1. ANTECEDENTES.

La entidad HIDROELÉCTRICA DEL OCOSITO, SOCIEDAD ANÓNIMA, solicitó en el año 2010, ante el Dirección General de Energía del Ministerio de Energía y Minas, la Autorización Definitiva para Utilizar Bienes de Dominio Público para la Instalación del proyecto de generación de energía eléctrica denominado “Hidroeléctrica Las Fuentes II”, el cual se encuentra ubicado en los municipios de El Palmar y San Felipe, departamentos de Quetzaltenango y Retalhuleu respectivamente, de conformidad con lo establecido en la Ley General de Electricidad y el Reglamento que desarrolla la citada ley. El mencionado proyecto se ubicaba entre las cotas 580 m.s.n.m. y 400 m.s.n.m. del cauce del río Ocosito.

Con fecha 4 de octubre de 2011, se publica en el diario La Hora, el Acuerdo Ministerial número 197-2011, de 26 de septiembre de 2011, por medio del cual el Ministerio de Energía y Minas otorga la Autorización Definitiva de Uso de Bienes de Dominio Público para la Instalación del proyecto Hidroeléctrico denominado “Hidroeléctrica las Fuentes II” a la entidad HIDROELÉCTRICA DEL OCOSITO, SOCIEDAD ANÓNIMA, ubicado en los municipios de San Felipe y El Palmar, departamento de Retalhuleu y Quetzaltenango respectivamente, con una capacidad instalada de 12 MW, para la utilización del caudal del río Ocosito dentro de las cotas máxima 580 m.s.n.m. y mínima 400 m.s.n.m., por un plazo de 50 años.

Con fecha 18 de noviembre de 2011, se suscribe el Contrato de Autorización Definitiva para Utilizar Bienes de Dominio Público entre el Ministro de Energía y Minas (MEM) y la entidad HIDROELÉCTRICA DEL OCOSITO, SOCIEDAD ANÓNIMA, el cual se encuentra contenido en la Escritura Pública número 21, autorizada por el notario Roberto Estuardo Ozaeta.

Posteriormente, con fecha 17 de septiembre del año 2012, se solicitó ente el Ministerio de Energía y Minas, la modificación de la Escritura Pública número 21, autorizada en la ciudad de Guatemala por el Notario Roberto Estuardo Ozaeta Barrientos, la cual contiene el Contrato de Autorización Definitiva de Uso de Bienes de Dominio Público para Instalación de una Central Generadora Hidroeléctrica, para el proyecto denominado "Hidroeléctrica Las Fuentes

	Proyecto As Built Hidroeléctrica Las Fuentes II		
EOSA-FUEII-ABT	Edición 1.0	Agosto 2016	As Built

II", celebrado entre el Ministerio de Energía y Minas y la entidad HIDROELÉCTRICA DEL OCOSITO, SOCIEDAD ANÓNIMA, para el sólo efecto de ampliar dicho plazo, el cual se encuentra contenido en la cláusula CUARTA de dicho contrato.

Dicha modificación fue aprobada por medio de la resolución del Ministerio de Energía y Minas número 003600 y autorizada mediante Acuerdo Ministerial número 290-2013 de fecha 03 de septiembre de 2013, el cual fue publicado con fecha 30 de septiembre de 2013 y posteriormente formalizado mediante Escritura Pública número 7 de fecha 11 de noviembre de 2013, autorizado por la notaria María Alejandra Má Villatoro.

Con fecha 30 de septiembre de 2013 la Dirección de Gestión Ambiental y Recursos Naturales emitió Resolución Ambiental número No. 4267-2013/DIGARN/LTCT/arg, en la cual se resuelve aprobar el cambio de ubicación del proyecto Las Fuentes II.

Con fecha 15 de octubre de 2013 la Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE) emitió la Resolución CNEE 227-2013, en la cual aprobó los Estudios Eléctricos del proyecto Las Fuentes II, a favor de ENERGÍAS DEL OCOSITO, SOCIEDAD ANÓNIMA.

Con fecha 30 de octubre de 2013 la Dirección de Gestión Ambiental y Recursos Naturales emitió Resolución Ambiental número No. 4796-2013/DIGARN/LTCT/arg, en la cual se resuelve aprobar a favor de ENERGÍAS DEL OCOSITO, SOCIEDAD ANÓNIMA la Modificación de la Evaluación Ambiental Inicial del proyecto "Hidroeléctrica Las Fuentes II".

Con fecha 26 de agosto de 2014, se suscribe el contrato con el Ministerio de Energía y Minas (MEM) de transferencia de la Autorización Definitiva para utilizar bienes de dominio público a favor de ENERGÍAS DEL OCOSITO, SOCIEDAD ANÓNIMA.

Con fecha 14 de abril de 2015 la Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE) emitió la Resolución CNEE-99-2015, en la cual aprobó los Estudios Eléctricos del proyecto Las Fuentes II, con 14.2 MW de potencia instalada en el generador.

Con fecha 27 de abril de 2015 la Dirección de Gestión Ambiental y Recursos Naturales emitió Resolución Ambiental número No. 01827-2015/DIGARN/FACB/jasp, en la cual se

	Proyecto As Built Hidroeléctrica Las Fuentes II		
EOSA-FUEII-ABT	Edición 1.0	Agosto 2016	As Built

resuelve aprobar ambientalmente una serie de modificaciones constructivas al proyecto “Hidroeléctrica Las Fuentes II”.

Con fecha 16 de noviembre de 2015, por Acuerdo Ministerial se autoriza la Modificación del Contrato de Transferencia de Autorización Definitiva para Uso de Bienes de Dominio Público para la instalación de la “Hidroeléctrica las Fuentes II” , para una capacidad de 14.2 MW.

Con fecha 26 de mayo de 2016, se suscribe la Modificación del Contrato de Autorización Definitiva para Utilizar Bienes de Dominio Público entre el Ministro de Energía y Minas (MEM) y la entidad ENERGÍAS DEL OCOSITO, SOCIEDAD ANÓNIMA, el cual se encuentra contenido en la Escritura Pública número 56, autorizada por el notario Adolfo Brito Gomez.

## 2. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS.

La Hidroeléctrica Las Fuentes II, propiedad de ENERGÍAS DEL OCOSITO, SOCIEDAD ANÓNIMA, aprovecha el caudal turbinado por el Proyecto Hidroeléctrico El Manantial situado aguas arriba, propiedad de ALTERNATIVA DE ENERGÍA RENOVABLE, SOCIEDAD ANÓNIMA.

Las estructuras del proyecto Hidroeléctrica Las Fuentes II, se ubicarán en terrenos de las fincas La Mansión, Finca B (desmembrada de finca La Mansión II), La Faja (desmembrada de la finca El Destierro) y Finca A (desmembrada de finca San Joaquín) en el Municipio de El Palmar, Departamento de Quetzaltenango, y Las Fuentes y San Luis en el Municipio de San Felipe, Departamento de Retalhuleu.

El acceso al proyecto desde la capital se realiza tomando la ruta centroamericana CA-09-S-A, autopista que conduce en dirección sur al pacífico guatemalteco hasta Escuintla, donde se tomará la ruta centroamericana CA-02-W hasta llegar al cruce de esta vía con la ruta nacional RN-09-S-A. A partir de aquí se tomará la ruta Departamental RD-REU-10 hasta la zona del proyecto.

	Proyecto As Built Hidroeléctrica Las Fuentes II		
	EO-SA-FUEII-ABT	Edición 1.0	Agosto 2016

El funcionamiento de la instalación será tal que el caudal turbinado por el proyecto El Manantial se entregará a Las Fuentes II directamente, es decir, la obra de desfogue de la primera quedará unida al canal de derivación de la segunda dando continuidad a la explotación.

Así, el caudal que se turбина en cada momento en la casa de máquinas de El Manantial se vierte al canal de derivación de Las Fuentes II que lo conducirá hasta una balsa, donde se introducirá en la tubería forzada hasta llegar a la casa de máquinas. Allí se turbinará y se verterá en una balsa de desregulación que a su vez lo devuelve íntegramente al cauce original del río Ocosito.

De acuerdo con el Artículo A1.2.2.5.1. de la Normas de Coordinación Comercial No.1, la Hidroeléctrica El Manantial es una instalación de regulación diaria, ya que dispone de las oportunas estructuras de almacenamiento que permiten regular diariamente el caudal derivado de los distintos cauces de toma y transferir agua a distintas horas del transcurso del día.

En consecuencia, la **Hidroeléctrica Las Fuentes II puede considerarse como una central de capacidad diaria** de acuerdo con lo establecido en el Artículo A1.2.2.5.5. de la Normas de Coordinación Comercial No.1 que establecen que *“Las centrales hidráulicas que operen con el caudal vertido o turbinado por una central clasificada como central de capacidad diaria también se clasificarán como centrales de capacidad diaria, siempre que el tiempo de viaje del agua vertida y/o turbinada sea menor a una hora.”*

Tabla n° 1: Tabla de datos técnicos.

CONCEPTO	DATO
Potencia instalada en generador	14.17 MW
Cota máxima dominio público	589.90 m.s.n.m.
Cota mínima dominio público	400.00 m.s.n.m.
Caudal de equipo	10.22 m <sup>3</sup> /s
Número y tipo de turbinas	1 Francis
Nivel máximo en balsa regulación	623.15 m.s.n.m.
Nivel mínimo en balsa de regulación	620.5 m.s.n.m.
Nivel máximo en balsa de desregulación	461.25 m.s.n.m.

	Proyecto As Built Hidroeléctrica Las Fuentes II		
	EOSA-FUEII-ABT	Edición 1.0	Agosto 2016

Nivel mínimo en balsa de desregulación	456.8 m.s.n.m.
Caída Bruta (útil) máxima y mínima (m)	166.35 m y 159.25 m
Caída Neta máxima y mínima (m)	158.5 m y 151.4 m

### 3. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA CIVIL.

La Hidroeléctrica Las Fuentes II se compone de las siguientes estructuras:

- Obra de conexión con Proyecto Hidroeléctrico El Manantial. Aliviadero lateral (Punto de entrega de caudal.)
- Canal de derivación.
- Balsa de compensación.
- Tubería forzada.
- Casa de máquinas.
- Balsa de desregulación y descarga al río.
- Accesos.
- Subestaciones.
- Líneas de transmisión.

#### 3.1. OBRA DE CONEXIÓN Y ALIVIADERO LATERAL.

La obra de conexión y aliviadero tiene una longitud de 52.83 m de los cuales 47.50 m corresponden al aliviadero de emergencia, constituido por 7 vanos de 6.50 m de longitud cada uno, separados por pilas de 0.30 m.

En el plano correspondiente se recoge la definición de estas obras, de las que se presenta planta y el perfil.

La obra de conexión propiamente dicha tiene una longitud de 5.33 m, con una sección inicial de ancho interior 3.50 m y un gálibo de 3.82 m. La cota de solera es la 623.224 m.s.n.m. Estas condiciones se corresponden con el final de la obra construida del Salto de El Manantial.

	Proyecto As Built Hidroeléctrica Las Fuentes II		
EOSA-FUEII-ABT	Edición 1.0	Agosto 2016	As Built

La sección final, que es la correspondiente al aliviadero, tiene un ancho interior de 3.00 m y un gálibo de 2.67 m, con cota de solera a la 622.924 m.s.n.m. El muro de la margen izquierda conforma el vertedero, con labio situado a la cota 624.87 m.s.n.m. y una altura inicial de 1.94 m, de forma que el gálibo de salida es de 0.73 m.

Dicha sección se prolonga a lo largo de la zona de aliviadero, dando a la solera de una pendiente del 0.10 % (constante en el canal hasta la obra de llegada). De esa forma, al final del aliviadero se tiene una cota de solera de 622.875 m.s.n.m., con un gálibo total de 2.72 m, variando la altura del muro de aliviadero desde 1.94 m a 1.99 m.

Tanto en la obra de conexión como en el aliviadero, presentan solera y hastiales con un espesor de 0.25 m y dintel con un espesor de 0.20 m, con cartelas triangulares de 0.10 m de lado en las esquinas superiores, siendo accesible la coronación con un vehículo de peso máximo total de 4 t, con dos ejes de 2 t cada uno.

El caudal evacuado por el aliviadero lateral se vierte a un canal contiguo que dirige las aguas vertidas de forma controlada hacia el cauce del río Ocosito. Dicho canal tiene una longitud de 54.70 m y su sección es variable.

La sección inicial, tiene un ancho interior de 1.76 m y un altura interior de 1.61 m, con cota de solera a la 623.768 m.s.n.m. Dicha sección va ampliando sus dimensiones proporcionalmente al caudal vertido de tal manera que al final del canal la anchura del mismo es de 3.37 m y cota de solera 622.91 m.s.n.m. El canal de alivio se construye con solera y hastiales con un espesor de 0.20 m.

El aliviadero lateral va provisto de un mecanismo a base de chapas que permite regular la altura del vertido. Los detalles constructivos de este dispositivo se definen en el plano correspondiente. En general, dicho mecanismo consiste en la colocación de una chapas en cada aliviadero cuya posición puede variar entre las cotas 624.90 m.s.n.m. y la 625.05 m.s.n.m.

Así, en el caso extremo de bloqueo completo de la derivación de la Hidroeléctrica Las Fuentes II por causas accidentales, manteniendo la situación de compuertas de paso entre instalaciones abiertas y compuertas de alivio cerradas en las instalaciones de El Manantial, el

	Proyecto As Built Hidroeléctrica Las Fuentes II		
EOSA-FUEII-ABT	Edición 1.0	Agosto 2016	As Built

vertido del caudal al río se realizará por el aliviadero de emergencia del canal de Las Fuentes II, sin que esto afecte al normal funcionamiento de la hidroeléctrica de aguas arriba.

### 3.2. CANAL DE DERIVACIÓN.

Su objeto principal es transportar en lámina libre los caudales de desfogue del Salto Hidroeléctrico de El Manantial hasta una balsa de regulación situada a unos 2 km aguas abajo de la sala de máquinas de dicho salto.

El canal transcurrirá a media ladera en la margen derecha de este río y se proyecta mediante una sección cerrada que luego se describe, de forma que los posibles desprendimientos de la ladera excavada no interrumpen su funcionamiento.

Con la construcción de esta obra se pretendieron los siguientes objetivos:

- ✓ Transportar el caudal con la mínima pérdida de energía, de manera que la llegada se produzca con la máxima lámina posible para obtener el mayor salto posible.
- ✓ Garantizar que no se afecta al funcionamiento hidráulico del Salto de El Manantial ni aún en el caso accidental de interrupción del flujo en el canal.
- ✓ Conservar y proteger frente a derrames de la ladera, así como posibilitar de tránsito con vehículos moderadamente pesados.
- ✓ Minimizar el movimiento de tierras, de gran entidad, como consecuencia de las características de la ladera.

El corredor tiene una longitud total de 1,966.84 m hasta la obra de llegada a la balsa de regulación.

La sección típica del canal tiene un ancho interior de 3.00 m y un gálibo de 2.35 m, desde la salida del aliviadero hasta el comienzo de la obra de llegada. A lo largo de toda la obra, el canal tiene una pendiente constante aproximada del 0.10 %.

	Proyecto As Built Hidroeléctrica Las Fuentes II		
EOSA-FUEII-ABT	Edición 1.0	Agosto 2016	As Built

La sección construida permite la circulación del caudal máximo turbinado por la Hidroeléctrica El Manantial. Para un caudal de hasta 14 m<sup>3</sup>/s el calado previsto en régimen uniforme es de 2.22 m.c.a. con un resguardo de 13 cm.

En la sección del canal, tanto solera como hastiales y dintel tienen un espesor de 0.17 m, con cartelas triangulares de 0.10 m de lado en las esquinas superiores, siendo accesible la coronación con un vehículo de peso máximo total de 20 t, con dos ejes de 10 t cada uno

La sección tipo es tal que se construye una plataforma en la que se excava la zanja para construcción del canal en trinchera, quedando enterrado en la plataforma que posteriormente servirá de acceso a las estructuras.

El relleno de material se ejecuta con productos de la excavación, y se corona en la margen derecha con una cuneta.

Para posibilitar las labores de mantenimiento del canal, se han previsto registros en coronación, en los puntos indicados en el plano que coinciden con los PK que a continuación se indican:

*Tabla n° 2: Tabla de ubicación de las arquetas de registro de acceso al canal.*

REGISTRO N°	PK
Registro 1	P.K. 0+078
Registro 2	P.K. 0+237
Registro 3	P.K. 0+341
Registro 4	P.K.0+ 510
Registro 5	P.K.0+ 706
Registro 6	P.K. 0+870
Registro 7	P.K. 0+937
Registro 8	P.K. 1+074
Registro 9	P.K. 1+220
Registro 10	P.K. 1+374
Registro 11	P.K. 1+517

	Proyecto As Built Hidroeléctrica Las Fuentes II		
EOSA-FUEII-ABT	Edición 1.0	Agosto 2016	As Built

Para permitir al acceso rodado al canal de derivación y poder realizar las oportunas operaciones de mantenimiento, se construye en canal de acceso a la altura del PK 1+930.

Con carácter general, la excavación del canal se realizó con taludes no superiores al 1(h):3(v), salvo en zonas puntuales por las condiciones del terreno.

En general, para excavaciones provisionales de cimentación del canal se adoptó un talud 1(h):4(v) con una berma previa en la explanada de 0.50 m.

Con respecto a los terraplenes se adopta en general un talud 1.00 (h): 1.00 (v).

Para salvar el paso del canal sobre el arroyo existente en la finca El Destierro se ejecuta una plataforma sobre un relleno con su obra de drenaje transversal compuesta por dos tubos de 1,500 mm que permiten el paso del caudal de dicho arroyo.

En lo que se refiere a obra de llegada del canal a la balsa de regulación, esta tiene una longitud total de 10.80 m, que se prolonga hasta un total de 20.48 m considerando toda la longitud hasta la estructura del fondo de la balsa.

Así, en el tramo final se modifica la sección interior del canal, de manera que se incrementa el gálibo interior en 0.10 m por razones puramente constructivas, de manera que el dintel de la obra de llegada se mantenga horizontal, con cota inferior a la 623.80.

De esta manera, la sección inicial tiene un ancho interior igual al de la sección típica, de 3.00 m y un gálibo de 2.35 m, con las cartelas superiores habituales.

En una longitud de 6.65 m se realiza una transición desde la sección descrita anteriormente, a una de 4.00 m de ancho y 2.45 m de gálibo, que permite una descarga ampliamente aireada y con garantías respecto del buen funcionamiento hacia aguas arriba. El incremento de gálibo se consigue mediante la rampa proyectada en la solera.

Puesto que la obra discurre bajo el camino de la balsa de regulación, en el dintel a la salida se dispone una imposta para el sostenimiento del talud de la balsa.

	Proyecto As Built Hidroeléctrica Las Fuentes II		
EOSA-FUEII-ABT	Edición 1.0	Agosto 2016	As Built

La obra se prolonga hasta el fondo de la balsa formando un pequeño cuenco, de la forma que se indica en los planos.

### **3.3. Balsa de Regulación.**

Tras el canal de derivación se proyecta la ejecución de una balsa de regulación que sirve de balance de caudales de entrada y salida entre el canal y la tubería forzada, dando continuidad al caudal y dotando de carga a la tubería.

La explotación de la Hidroeléctrica Las Fuentes II viene condicionada por el Proyecto Hidroeléctrico El Manantial, situado aguas arriba. Es última es una instalación de regulación diaria, es decir, a pesar de tener una capacidad de embalse limitada, tiene posibilidad para regular diariamente y transferir el agua a distintas horas en el transcurso del día. *(A1.2.2.5.1 Resolución No. 157-01 AMM-Normas de Coordinación Comercial. No.1).*

Por otra parte, es capaz además de turbinar un caudal de hasta 11.4 m<sup>3</sup>/s, y su caudal mínimo de equipo es inferior al mínimo técnico de la Hidroeléctrica Las Fuentes II.

Indicar que, de acuerdo con el artículo 87 del Reglamento Administrador del Mercado Mayorista, se definen 3 bandas horarias correspondientes a los períodos de máxima, media y mínima demanda, siendo el período punta de 18 a 22 horas (4 horas).

En periodo punta ambas centrales turbinarán, si es posible, a caudal de equipo, puesto que deben garantizar la máxima potencia autorizada en la instalación.

Por tanto, por lo expuesto anteriormente, se hace imprescindible la construcción de una balsa de regulación que permita, por medio de un protocolo de funcionamiento que a continuación se explica, aprovechar al máximo el caudal disponible.

#### **3.3.1. Protocolo de explotación de la balsa de regulación.**

Así, en líneas generales, el funcionamiento de La Hidroeléctrica Las Fuentes será el siguiente:

	Proyecto As Built Hidroeléctrica Las Fuentes II		
EOSA-FUEII-ABT	Edición 1.0	Agosto 2016	As Built

- **Funcionamiento en periodo punta.**

En hora punta debe ponerse la instalación a potencia máxima y por tanto turbinar en la medida de lo posible el caudal de equipo. Sin embargo, esto depende del caudal procedente de El Manantial.

Si el caudal de entrada es superior al caudal de equipo de Las Fuentes II, con el arranque simultáneo de ambas instalaciones, inicialmente el nivel de la balsa descenderá hasta la llegada del caudal de aguas arriba, en el que empezará a subir el nivel, pretendiendo que el vertido sea lo menor posible. Si el caudal de entrada es inferior al caudal de equipo se turbinará el caudal de entrada proveniente de El Manantial.

Para ello se establecen unas cotas de referencia en la balsa que permitan mantener el nivel suficiente para evitar la pérdida de salto. Así, para minimizar el vertido teniendo en cuenta la necesidad de no perder salto para garantizar potencia, se establece de forma teórica la cota 622.65 m.s.n.m. como la cota óptima de arranque en periodo punta.

Por otra lado, se establece una cota de referencia mínima, cuyo valor teórico se fija a la 621.80 m.s.n.m., que indica que el nivel en la balsa descende en lugar de ascender, y de lo que se deduce que la entrada de caudal es inferior a la prevista (inferior al caudal de equipo de Las Fuentes II) y por lo tanto el caudal de salida debe ser el mismo que el caudal de entrada en la balsa, o lo que es lo mismo, debe turbinarse el mismo caudal que llega de El Manantial.

- **Funcionamiento en periodo no punta.**

En este periodo la consigna establecida es el turbinado del caudal procedente de El Manantial intentando aprovechar la máxima aportación posible, pero procurando mantener la cota de referencia óptima de arranque.

Sin embargo, puede ocurrir que el caudal turbinado por El Manantial sea inferior al mínimo técnico de Las Fuentes II, en cuyo caso será necesario almacenar dicho caudal y turbinarlo, es decir, vaciar la balsa de forma óptima, teniendo en cuenta en todo momento que antes de la entrada en periodo punta debe disponerse de la capacidad correspondiente a la cota óptima de arranque.

	Proyecto As Built Hidroeléctrica Las Fuentes II		
	EOA-FUEII-ABT	Edición 1.0	Agosto 2016

### 3.3.2. Descripción de las estructuras.

A continuación se describen con mayor detalle las características de la balsa de regulación:

- **Tipología constructiva.**

La capacidad de almacenamiento es algo superior a 60,000 m<sup>3</sup>. Así, para la cota 623.15 m.s.n.m. a la que se encuentra el umbral de vertido del aliviadero de la balsa, el volumen del vaso es de 60,762 m<sup>3</sup>.

A continuación se adjunta un cuadro con distintos datos de cota, área y volumen en la balsa:

*Tabla n° 3: Datos de cota, área y volumen de la balsa de regulación.*

Cota (m.s.n.m.)	Área (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )
623.15	13,105	60,762
623.00	13,004	60,745
622.50	12,684	58,804
622.00	12,367	57,468
621.50	12,041	53,972
621.00	11,723	48,834
620.50	11,389	43,535
620.00	11,071	38,079
619.50	10,755	32,464
619.00	10,438	26,686
618.50	10,117	20,745
618.00	7,948	8,380
617.50	0	0

	<b>Proyecto As Built</b> <b>Hidroeléctrica Las Fuentes II</b>		
EOSA-FUEII-ABT	Edición 1.0	Agosto 2016	As Built

La construcción se realizó ejecutando el movimiento de tierras necesario en el terreno existente, tomando las medidas de prevención necesarias para garantizar la estabilidad de los taludes. Su forma es irregular, adaptándose a las condiciones topográficas existentes en la parcela original.

Las cotas más significativas son las siguientes:

*Tabla n° 4: Cotas de la balsa de regulación.*

CONCEPTO	Cota (m.s.n.m.)
Cota de coronación en balsa	624.20
Cota mínima de fondo de balsa	617.50
Cota coronación de aliviadero de superficie	623.15
Cota máxima en vertido por aliviadero	623.55
Cota mínima de operación	620.50

Para garantizar la impermeabilidad se dispone de una lámina de PEAD de 2 mm de espesor, sobre geotextil de 300 g/m<sup>2</sup> y elementos de impermeabilización en las obras de fábrica.

El ancho de coronación de la balsa es de al menos 5.00 m y se proyecta una rampa de acceso al fondo de la balsa, mediante un cuchillo de 3.00 m de ancho en el talud interior, con pendiente del 13.5 %. Asimismo, se dispone un drenaje longitudinal en el fondo de la misma.

	Proyecto As Built Hidroeléctrica Las Fuentes II		
EOSA-FUEII-ABT	Edición 1.0	Agosto 2016	As Built



*Figura n° 1: Balsa de regulación. Vista desde el desarenador. Detalle del deflector y obra de llegada del canal.*



*Figura n° 2: Balsa de regulación. Vista del aliviadero de seguridad y desarenador.*



Figura nº 3: Balsa de regulación. Vista del desarenador y reja.

Las secciones tipo de la balsa se indican en el plano correspondiente. En dicho plano se realizan dos secciones por los taludes de la balsa construida.

Para el dique de cierre de la balsa se aprovechan los materiales de la excavación, siendo necesaria la estabilización con cemento (5%) y contención con escollera de la forma que se indica en los planos en las zonas en las que el terreno natural está por debajo de la cota de coronación.

El talud hacia el interior de la balsa se construye con pendientes 1.1 (h):1(v).

En las zonas en donde el terreno está por encima de la cota de coronación, se ejecuta un talud 1 (h):1.4 (v) en un primer tramo, desde la cota de coronación de la balsa 624.15 m.s.n.m. hasta la cota 631.50 m.s.n.m.; a esa cota se practica una berma de al

	Proyecto As Built Hidroeléctrica Las Fuentes II		
EOSA-FUEII-ABT	Edición 1.0	Agosto 2016	As Built

menos 4 m de ancho. A partir del borde interior se vuelve a adoptar un talud 1 (h):1.4 (v) con 7.00 m de altura hasta la cota 638.50 m.s.n.m.

- **Aliviadero de seguridad.**

La balsa de regulación está dotada de un aliviadero de seguridad que evite desbordamientos en casos de avería en la explotación del sistema.

Este aliviadero permite el alivio hacia la vaguada natural que descarga al río Ocosito restituyendo así el caudal al cauce.

El aliviadero se dimensiona para evacuar el caudal nominal en caso de emergencia de parada del turbinado; es de vertedero de labio fijo hasta un cuenco que permite amortiguar y disipar la energía del agua y así evitar erosiones en la vaguada. En cualquier caso esta zona se protegerá con un encachado o manto de escollera.

La obra está constituida por tres vanos de 7.50 m de longitud cada uno, separados por sendas pilas de 0.30 m de ancho. La coronación del vertedero se fija a la cota 623.15 m.s.n.m.

El aliviadero es de fábrica de concreto ciclópeo con bolos lavados y recibidos con concreto de 3.000 psi, envueltos en cualquier paramento o junta por una zona de concreto reforzado de 0.25 m de espesor mínimo de 4.000 psi.

El paramento de aguas arriba es vertical y el de aguas abajo tiene talud 0.90 (h) : 1.00 (v), descargando a un cuenco amortiguador coronado a la cota 622.00 m.s.n.m., de ancho 23.10 m y longitud 5.00 m, que se remata con peto final de 0.45 m de altura para garantizar la formación del resalto hidráulico antes del reintegro al cauce.

La divisoria entre vanos se realiza mediante pilas de 0.30 m de ancho que se extienden desde la embocadura hasta el final del cuenco, para proporcionar apoyos intermedios al paso por coronación de la balsa.

	Proyecto As Built Hidroeléctrica Las Fuentes II		
EOSA-FUEII-ABT	Edición 1.0	Agosto 2016	As Built

Lateralmente, se construyen muros cajeros del aliviadero, con sus correspondientes embocaduras, que sirven también su vez de apoyo al tablero de paso por encima de la obra, prolongación de la coronación de la balsa.

Los cajeros del cuenco tienen un primer tramo horizontal de 0.20 m en coronación para evitar ángulos vivos en la fábrica, descendiendo en paralelo con el talud de la balsa.

El reintegro al cauce se remata con un manto de escollera de 0.30 m de espesor, con bolos de tamaño máximo 0.150 m.

En los planos se definen los detalles constructivos de la obra.

- **Desarenador.**

Pese a que la propia balsa en si misma ya propicia la decantación, para evitar que afluyan partículas minerales en la tubería que puedan dañar la turbina, se construye un desarenador diseñado para la decantación de partículas superiores a 0,3 mm.

Aunque el agua almacenada en la balsa procede del turbinado de El Manantial, se contempla la posibilidad de arrastres que propicien el contenido de partículas minerales. Aquellas que, por el carácter volcánico del entorno, pudieran tener peso específico inferior a la unidad (pumitas), quedarán retenidas en el deflector a la entrada del desarenador.

Se dimensionó el desarenador para garantizar que, a lo largo de toda su longitud, el caudal que circule en cada sección sea tal que no se sobrepase una determinada velocidad de flujo. Esto se consigue con una estructura de 7.00 m de ancho, 21.00 m de longitud de desarenado.

De aguas arriba a aguas abajo, se disponen los siguientes equipos:

- Un deflector de chapa, transversal a toda la sección, para evitar el paso de posibles partículas flotantes de pumita.

	Proyecto As Built Hidroeléctrica Las Fuentes II		
EOSA-FUEII-ABT	Edición 1.0	Agosto 2016	As Built

- Dos compuertas laterales, tipo mural, al final del vertedero, de accionamiento manual de 0.60 x 0.60 m<sup>2</sup> para el vaciado y limpieza del desarenador.
  - Una reja manual apoyada en la solera (tras la zona de desarenado), con paso de 50 mm que evita el paso de sólidos flotantes orgánicos que pudieran haber caído en la obra, tras el deflector.
  - Una compuerta mural motorizada, de 2.10 x 2.10 m<sup>2</sup>, antes del paso a la cámara de carga de la tubería forzada.
- **Desagüe de fondo.**

Se disponen dos conductos de DN300 mm de desagüe de fondo.

Para la operación del desagüe se colocan sendas válvulas de compuerta motorizada y carrete de desmontaje. Para guarda de cada uno de los desagües se dispone de sendas compuertas murales de accionamiento manual en el paramento de toma de la balsa, de 0.60 x 0.60 m<sup>2</sup>.

### 3.4. TUBERÍA FORZADA.

La tubería forzada, diseñada para trasegar el caudal de equipo, discurre enterrada siguiendo el trazado indicado en los planos.

Desde el punto de vista conceptual de la ejecución, la obra se realizó de la siguiente forma:

- Movimiento general de tierras (preexcavación) para la ejecución de la plataforma del corredor por el que ha de discurrir la conducción.

	Proyecto As Built Hidroeléctrica Las Fuentes II		
EOSA-FUEII-ABT	Edición 1.0	Agosto 2016	As Built

- Ejecución de la zanja para alojamiento de la conducción, extensión de la cama de apoyo, de arena o material granular de tamaño limitado exento de arcillas y montaje de la tubería y piezas.
- Ejecución de macizos de anclaje, relleno parcial de la tubería.
- Ejecución de arquetas de alojamiento de equipos y relleno final de la zanja.

La conducción tiene una longitud total de 2,624.50 m, medidos en el eje y según la proyección horizontal, partiendo del desarenador en la margen derecha del río hasta que cambia de margen y cruza el río Ocosito, continuando el trazado por la margen izquierda hasta la ubicación de la casa de máquinas y conexión con válvula de guarda de la turbina.

Para la construcción de la tubería, tras la preexcavación de 7.20 m de ancho mínimo según proyecto, se ejecutó una zanja que se define con un ancho inferior igual al diámetro de la conducción más 1 m y taludes 1(h): 4(v). Sobre la base se entiende una cama de arena o material granular exento de arcilla, con un espesor mínimo de 0.15 m contados desde la rasante de la tubería y que forma un apoyo de 90°.

Instalada la conducción, se ejecutó un relleno con material de la excavación exento de bolos, hasta 0.30 m por encima de la clave del tubo compactado, al menos, al 95% Próctor. Posteriormente, se completó el relleno con material procedente de la excavación, sin clasificar.

La plataforma queda habilitada para acceso a arquetas de piezas especiales y mantenimiento.

### **3.4.1. Descripción de tubería.**

De acuerdo con la ley de presiones máximas se definen los siguientes tramos con distintas presiones nominales y diámetros:

	<b>Proyecto As Built</b> <b>Hidroeléctrica Las Fuentes II</b>		
	EOSA-FUEII-ABT	Edición 1.0	Agosto 2016

*Tabla n° 5: Tramos de tubería por diámetro y presión nominal.*

MATERIAL	DIÁMETRO (mm)	PN	P.K. INICIAL	P.K. FINAL	LONGITUD (m)
PRFV	2,100	PN 6	P.K. 0+0.00	P.K. 0+428.29	428.29
PRFV	2,100	PN 10	P.K. 0+428.29	P.K. 0+857.59	429.30
PRFV	2,000	PN 10	P.K. 0+857.59	P.K. 0+906.27	48.67
PRFV	2,000	PN 16	P.K. 0+906.27	P.K. 1+704.50	798.24
PRFV	1,900	PN 16	P.K. 1+704.50	P.K. 2+121.84	417.34
PRFV	1,900	PN 20	P.K. 2+121.84	P.K. 2+583.96	462.12
ACERO	1,900	e: 24 mm	P.K. 2+583.96	P.K. 2+620.71	36.75

Toda la tubería se proyecta de PRFV, con un último tramo en acero de 24 mm de espesor, con diámetro interior de 1,900 mm.

Posteriormente, se dispone una pieza de transición a diámetro 1,600 mm antes de la válvula de guarda para acometer la turbina y su equipamiento.

Las juntas flexibles con las que se instala la tubería hace necesario disponer macizos de anclaje en los codos horizontales, en los verticales y en los tramos de fuerte pendiente, en los que el rozamiento entre el relleno y la tubería no sea suficiente para compensar el peso de la tubería y el agua. A lo largo de toda tubería se colocan un total de 43 macizos.

Además, en aquellos puntos del trazado en los que se produce el cruce de la tubería con arroyos de cierta entidad, se refuerza el tubo, es decir, se rellena la zanja con concreto en masa, dejando un espesor final que se rellena con material del propio lecho o con bolos de tamaño no superior a 0.25 m.

Por otra parte, se reforzaron de forma posterior al llenado algunos macizos del tramo final de la tubería que se indican en los planos.

A continuación se adjunta un listado de puntos en los que se ubican los codos y macizos significativos de la tubería, sin tener en cuenta las deflexiones angulares de colocación de cada tubo:



Proyecto As Built  
Hidroeléctrica Las Fuentes II

EOSA-FUEII-ABT

Edición 1.0

Agosto 2016

As Built

*Tabla n° 6: Ubicación de los macizos y codos significativos de la tubería forzada.*

Número	P.K.	Coord. X	Coord. Y	Coord. Z	Ángulo y giro
1	P.K. 0+78.38	647,470.52	1,619,067.59	581.68	AV 22,50°
2	P.K. 0+81.94	647,468.35	1,619,064.76	581.71	AH 22,50°
3	P.K. 0+98.81	647,464.02	1,619,048.46	581.82	AH 45° GV 3,39°
4	P.K. 0+152.18	647,490.80	1,619,002.29	585.26	AH 30°
5	P.K. 0+176.67	647,490.85	1,618,977.80	586.84	AH 45° GV 3,89°
6	P.K. 0+182.75	647,486.56	1,618,973.50	586.82	AH 11,25° GV 2,51°
7	P.K. 0+259.26	647,423.04	1,618,930.86	583.20	AH 11,25° GV 1,30°
8	P.K. 0+383.26	647,335.53	1,618,843.00	574.50	AH 15 GV 2,75°
9	P.K. 0+440.62	647,285.90	1,618,814.23	573.00	AH 30°
10	P.K. 0+485.67	647,264.73	1,618,774.47	572.00	AH 15° GV 10,80°
11	P.K. 0+497.34	647,261.73	1,618,763.20	569.50	AH 11,25° GV 5,40°
12	P.K. 0+534.54	647,259.37	1,618,726.07	565.13	AH 11,25° GV 5,54°
13	P.K. 0+568.12	647,250.75	1,618,693.62	564.45	AH 45°
14	P.K. 0+618.66	647,207.03	1,618,668.26	563.43	AH 11,25° GV 1°
15	P.K. 0+639.16	647,191.64	1,618,654.71	562.63	AH 11,25° GV 1,59°
16	P.K. 0+764.31	647,083.38	1,618,591.92	561.24	AH 11,25° GV 3,97°
17	P.K. 0+906.04	646,983.36	1,618,491.50	549.80	AV 15°
18	P.K. 0+965.32	646,941.53	1,618,449.50	528.66	AV 11,25°
19	P.K. 1+067.33	646,869.55	1,618,377.23	513.66	AH 11,25° GV 1,69°
20	P.K. 1+134.04	646,832.60	1,618,321.68	501.83	AH 15° GV 8,79°
21	P.K. 1+186.58	646,815.81	1,618,271.90	500.67	AH 22,50° GV 2,47°
22	P.K. 1+235.09	646,820.10	1,618,223.58	496.52	AH 30 GV 2,55°
23	P.K. 1+236.88	646,821.15	1,618,222.13	496.33	AH 30 GV 1,37°
24	P.K. 1+246.01	646,829.51	1,618,218.46	495.14	AV 11,25°
25	P.K. 1+308.54	646,886.76	1,618,193.30	498.93	GV 4,32°
26	P.K. 1+441.61	647,009.47	1,618,141.71	517.14	AH 15° GV 26,25°
27	P.K. 1+448.69	647,014.91	1,618,137.26	521.89	AH 30° GV 33,44°
28	P.K. 1+500.22	647,033.15	1,618,089.07	522.43	AH 15° GV 1,37°
29	P.K. 1+704.61	647,053.61	1,617,885.71	529.47	AH 45°
30	P.K. 1+808.72	646,988.24	1,617,804.70	527.34	AH 15°
31	P.K. 1+881.41	646,962.90	1,617,736.56	516.07	AH 30°
32	P.K. 1+977.11	646,980.36	1,617,642.48	508.31	AV 15°
33	P.K. 2+012.27	646,987.19	1,617,607.99	497.09	AV 15°
34	P.K. 2+121.95	647,008.17	1,617,500.33	494.79	AH 30°
35	P.K. 2+155.10	646,996.47	1,617,469.32	494.21	AH 11,25°
36	P.K. 2+227.29	646,957.11	1,617,408.81	493.84	AV 11,25°

	Proyecto As Built Hidroeléctrica Las Fuentes II		
	EOSA-FUEII-ABT	Edición 1.0	Agosto 2016

37	P.K. 2+263.17	646,937.28	1,617,378.90	485.59	AV 11,25°
38	P.K. 2+406.12	646,862.32	1,617,257.22	478.85	AH 22,5°
39	P.K. 2+591.50	646,835.92	1,617,073.72	460.51	AH 30°
40	P.K. 2+593.00	646,834.94	1,617,072.59	460.35	AV 11,25°
41	P.K. 2+595.84	646,833.09	1,617,070.45	459.42	AV 11,5°
42	P.K. 2+605.38	646,826.84	1,617,063.23	453.91	AV 15°
43	P.K. 2+607.34	646,825.59	1,617,063.23	453.39	AV 15°

La entrada de la tubería en el foso de la turbina para conexión con el carrete de la válvula de mariposa se realiza con el eje del tubo a la cota 453.30 m.s.n.m.

### 3.4.2. Equipamiento complementario.

Tras el desarenador, no existe más que una compuerta de guarda cuyo objetivo es aislar la conducción, no siendo un elemento de regulación del caudal de turbinado, operación que se realiza mediante la maniobra de álabes de la propia turbina.

La tubería está provista de una serie de accesorios para su funcionamiento y mantenimiento tales como ventosas, purgadores, desagües y bocas de hombre.

- **Equipos de aireación: Ventosas y Purgadores.**

En su recorrido se instalan dos grupos de ventosas trifuncionales principales en los puntos altos de la conducción, dos desagües (más el de la propia Casa de Máquinas) en los puntos bajos entre las ventosas y tres grupos de purgadores, dos de ellos entre la primera ventosa y el segundo desagüe y el tercero tras la segunda ventosa. La instalación de los purgadores tiene como objeto limitar la longitud máxima de aireación en la conducción.

En una conducción de agua, bien por gravedad, bien por impulsión, es fundamental el correcto tratamiento del aire, permitiendo la expulsión del mismo en el llenado, la admisión en el vaciado y la eliminación de la acumulación del aire disuelto en el agua durante la explotación normal; durante esta explotación, el aire disuelto puede agruparse de manera que se produzcan acumulaciones en los puntos altos (pero también en puntos intermedios), que

	Proyecto As Built Hidroeléctrica Las Fuentes II		
EOSA-FUEII-ABT	Edición 1.0	Agosto 2016	As Built

pueden cortar la vena líquida o, al menos, reducir la sección útil de la conducción, mermando la capacidad de la misma e, incluso, llegando a arruinarla si la acumulación da lugar a la aparición de presiones elevadas localizadas, no soportables por la tubería.

La tubería forzada no tiene ningún mecanismo que requiera atención constante y, en ella, los elementos más importantes son los equipos de aireación.

Los equipos de aireación (ventosas trifuncionales y purgadores) están diseñados para funcionar por sí solos dentro de las condiciones previstas en el dimensionamiento de la tubería forzada y aún en condiciones más exigentes.

Tanto las ventosas trifuncionales como los purgadores disponen de una válvula de aislamiento en su derivación. Dichas válvulas han de estar siempre completamente abiertas, salvo que sea necesario desmontar un equipo, como consecuencia de su avería.

Todos los equipos de aireación han sido fabricados en PN-25, mientras que las válvulas de aislamiento sí se han suministrado con PN correspondiente al punto de instalación.

La instalación de las ventosas consta de una derivación en vertical de la tubería principal, con salida DN350 sobre la que se embrida una pieza en candelabro con tres salidas simétricas a 120° DN200. En cada una de estas salidas se embrida, a su vez, una válvula de compuerta de aislamiento y una ventosa trifuncional, ambas DN200.

En el primer punto de equipamiento, las tres ventosas son marca MISTRAL modelo S20S y en cada una de ellas se deriva un purgador con entrada roscada de 2" y orificio de aireación de 1/2".

En el segundo punto de equipamiento, las tres ventosas son marca MISTRAL, una de ellas modelo S20S y las otras dos modelo PL10. En la primera se deriva un purgador con entrada roscada de 2" y orificio de aireación de 7/16" mientras que en la segunda y la tercera se derivan sendos purgadores con entrada roscada de 2" y orificio de aireación de 3/16".

A continuación se adjunta una tabla con la ubicación de las ventosas y aireadores:

	<b>Proyecto As Built</b> <b>Hidroeléctrica Las Fuentes II</b>		
	EOSA-FUEII-ABT	Edición 1.0	Agosto 2016

Tabla n° 7: Ubicación y características de ventosas y purgadores.

ACCESORIO	P.K.	UD	VENTOSAS INSTALADAS	PURGADOR EN DERIVACIÓN	PURGADORES INSTALADOS	DN TUBERÍA PRINCIPAL (mm)	PN
Ventosas trifuncionales	P.K. 0+179	3	3 ud DN 200 mm MISTRAL-S20S	3 ud SILVER S20S, una por cada ventosa. Boca 2", orificio de purga 1/2"		2.100	PN 10
Purgador	P.K. 0+313	2			2 ud SILVER S20S. Boca 2", orificio de purga 1/2"	2.100	PN 10
Purgador	P.K. 1+031	1			1 ud SILVER S20S. Boca 2", orificio de purga 7/16"	2.000	PN 16
Ventosas trifuncionales	P.K. 1+724	3	1 ud DN 200 mm MISTRAL-S20S + 2 ud DN 200 mm MISTRAL-PL10	3 ud SILVER S20S, una por cada ventosa. Boca 2", orificio de purga 7/16" en la primera y 3/16" en las otras dos		1.900	PN 16
Purgador	P.K. 2+061	1			1 ud SILVER S20S. Boca 2", orificio de purga 7/16"	1.900	PN 16

La razón de que las ventosas se equipen con un purgador en derivación está basada en la dimensión de la ventosa y el caudal previsible en cada función. En tal sentido (y aunque hay que concretar que los purgadores son, en realidad, pequeñas ventosas trifuncionales con un montaje diferente adecuado a su tamaño), la ventosa principal tiene asignadas dos funciones: expulsión de aire en el llenado y admisión de aire en el vaciado (ambas correspondientes a los máximos caudales de aire), mientras que el purgador asume la tercera función de evacuación de pequeños volúmenes de aire disuelto acumulado.

Los purgadores son de la marca ROSS, modelo SILVER S20S, especial 2", con diferentes orificios de salida.

Todos ellos se instalan en puntos en los que existe una boca de hombre, derivando de dicha boca, con válvula de aislamiento y rosca de montaje de 2". Su ubicación se corresponde con el criterio de que no deben existir tramos de más de 700 a 800 metros sin aireación, aunque no existan puntos altos en la conducción.

	Proyecto As Built Hidroeléctrica Las Fuentes II		
EOSA-FUEII-ABT	Edición 1.0	Agosto 2016	As Built

Como se ha expuesto, aunque los purgadores son pequeñas ventosas trifuncionales, su misión en la tubería forzada es evacuar acumulaciones de burbujas de aire disuelto, evitando acumulaciones de mayor volumen en los puntos altos y favoreciendo que no existan bolsas de aire intermedias que reduzcan la sección útil de la conducción principal.

El primer grupo purgador es doble, ambos con orificio de salida de 1/2"; los otros dos son simples, con un solo purgador en cada punto de instalación y orificio de salida de 7/16".

- **Bocas de hombre.**

Las bocas de hombre consisten en una pieza en T con derivación embridada a 600 mm cerrada mediante una brida ciega, para que pueda registrarse la tubería desde el interior.

Se instalan 3 bocas en el siguientes puntos: PK 0+313, PK 1+0.31 y PK 2+061.

- **Desagües.**

Los desagües consisten en derivaciones de la tubería mediante una pieza en T excéntrica del diámetro correspondiente de la tubería principal (DN2100 el primero y DN2000 el segundo), con cierre mediante válvulas de compuerta manual DN300 mm alojadas en sendas arquetas y conducción de igual diámetro al cauce del río Ocosito. La primera válvula de compuerta es PN-10 y la segunda PN-16.

Se instalan dos desagües en la tubería; el primero alrededor del P.K. 0+094 y el segundo alrededor del P.K. 1+300.

- **Pieza de anclaje.**

Para el anclaje de la tubería de acero al macizo, antes de la pieza de transición a diámetro 1,600 mm para conexión con la válvula de guarda, se dispone una pieza de anclaje de la tubería al macizo cuyas características se indican en el plano correspondiente.

	Proyecto As Built Hidroeléctrica Las Fuentes II		
EOSA-FUEII-ABT	Edición 1.0	Agosto 2016	As Built

### 3.5. CASA DE MÁQUINAS.

#### 3.5.1. Ubicación.

Ubicada en la margen izquierda del río Ocosito, aloja todos los equipos electromecánicos para la producción de energía eléctrica.

En la ubicación y disposición de la central, se adaptan las dimensiones a las exigencias del fabricante de los equipos electromecánicos de la hidroeléctrica. Se mantiene una única turbina Francis de eje horizontal.

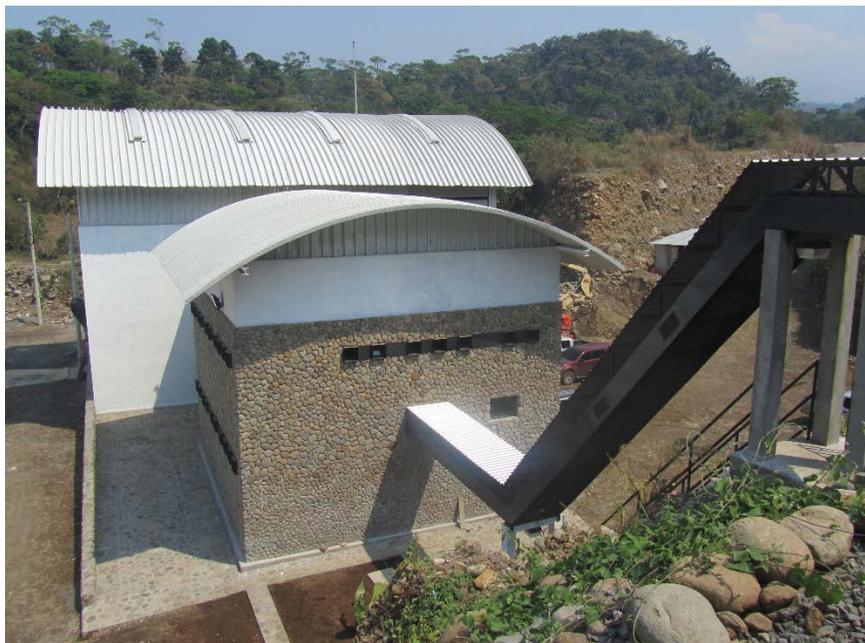
El edificio consta de dos módulos, uno que alberga las turbinas y equipos electromecánicos y otro en el que se ubica el control, los armarios, vestuarios, almacén, etc. tal y como se indica en los planos.



*Figura n° 4: Vista de la fachada suroeste y noroeste de casa de máquinas y edificio de control.*



*Figura n° 5: Vista de la fachada sureste y noreste de casa de máquinas y edificio de control.*



*Figura n° 6: Vista de la fachada sureste de casa de máquinas y edificio de control.*

	Proyecto As Built Hidroeléctrica Las Fuentes II		
EOSA-FUEII-ABT	Edición 1.0	Agosto 2016	As Built

### 3.5.2. Distribución.

Las dimensiones en planta de la casa de máquinas son de 16.50 x 20.55 m<sup>2</sup>, siendo el foso de la turbina y el generador de dimensiones interiores 10.00 x 14.50 m<sup>2</sup>. La cota de la solera de la central se sitúa en la 463.75 m.s.n.m., y la cota superior de la solera de cimentación del edificio se sitúa a la 450.90 m.s.n.m., a excepción del foso de achique de dimensiones interiores 9.00x2.00 m<sup>2</sup> que se ubica a la cota superior de la solera 448.30 m.s.n.m.

El foso de la turbina presenta varios niveles; un primer nivel a la cota 451.20 donde se encuentra el grupo de refrigeración y la plataforma del grupo de lubricación y por donde se accede al foso de achique, y un segundo nivel a la cota 453.60 m.s.n.m. en donde se encuentran el grupo turbina-generador y el grupo de regulación.

La altura de los pilares es de 11.32 m y la altura desde la cota de la explanada hasta el punto más alto de la cubierta de 13,21 m.

El acceso, tanto peatonal como rodado, se realiza por la fachada sureste del edificio de máquinas.

En el extremo suroeste de la casa de máquinas se sitúa el foso de las turbina, generador, válvula de guarda y equipos de regulación, refrigeración y lubricación.

El edificio de control es cuadrado de dos plantas, con dimensiones 9.80x9.80 m<sup>2</sup>. La altura desde la cota de la explanada hasta el punto más alto de la cubierta de 9,10 m. En la planta baja se ubican el grupo electrógeno, trafo auxiliar, aseo y sala para el personal de seguridad. En la planta alta se ubica el archivo, las celdas baja, media y alta tensión, cargador de baterías, armarios de control y comunicaciones. A modo de puente, la sala de control une los dos módulos y sobrevuela sobre la casa de máquinas de la forma que se indica en los planos.

Las dimensiones de los recintos interiores del edificio de control son las siguientes:

Planta baja:

Acceso: 2.10x2.45 m<sup>2</sup>

	Proyecto As Built Hidroeléctrica Las Fuentes II		
EOSA-FUEII-ABT	Edición 1.0	Agosto 2016	As Built

Sala de seguridad: 2.48×3.44 m<sup>2</sup>

Vestuario: 2.40×2.00 m<sup>2</sup>

Aseo: 3.10×2.00 m<sup>2</sup>

Escalera: 2.10×5.75 m<sup>2</sup>

Cuarto del grupo electrógeno: 4.90×4.10 m<sup>2</sup>

Cuarto de baterías: 4.90×1.80 m<sup>2</sup>

Cuarto del trafo auxiliar: 4.90×3.10 m<sup>2</sup>

Planta alta:

Sala de control, celdas de M.T y B.T y armarios: 8.80×4.30 m<sup>2</sup>

Pasillo: 2.09×3.44 m<sup>2</sup>

Entrada archivo: 2.00×3.44 m<sup>2</sup>

Archivo: 2.00×5.76 m<sup>2</sup>

Escalera: 2.10×5.75 m<sup>2</sup>

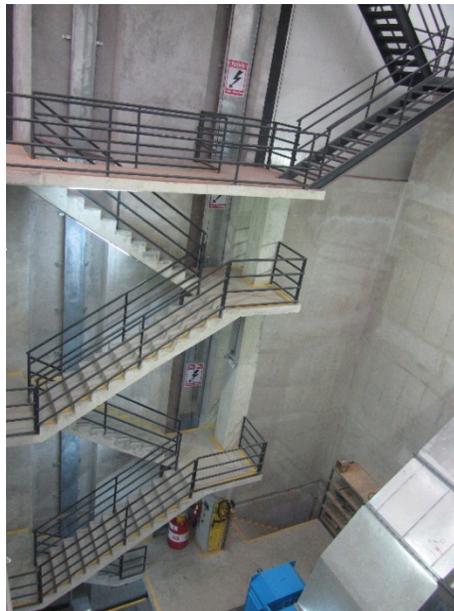
Sala de celdas de A.T, cargador de baterías y contadores. 4.90×9.40 m<sup>2</sup>

Para las tareas de instalación y mantenimiento se ha previsto un puente grúa de 50 Tn, para una luz de 14,42 m.

La explanada para acceso de vehículos se sitúa en la fachada noreste a la cota aproximada 463.75 m.s.n.m. y sirve para realizar las maniobras necesarias para los vehículos durante el mantenimiento de la instalación.



*Figura n° 7: Vista del foso de la turbina, generador, válvula y equipos.*



*Figura n° 8: Vista de la escalera se comunica el foso de turbinas y la explanada.*



*Figura n° 9: Vista de la escalera que comunica la explanada con la sala de control.*



*Figura n° 10: Vista de la sala de control sobre el foso de las turbinas y acceso peatonal.*



Figura n° 11: Vista del puente grúa de 50t para montaje y mantenimiento.



Figura n° 12: Vista de las Celdas de A.T. de la planta alta del edificio de control.



Figura n° 13: Vista de las Celdas de M.T y B.T y armarios de control.

### 3.5.3. Materiales.

La casa de máquinas se construyó sobre una losa de cimentación de concreto armado HA-28 tal y como se indica en los planos. Sobre la losa se elevan muros de 12.85 m de altura formando dos cajones, uno de los cuales conforma el foso de las turbinas.

La estructura de cubierta se configura con pilares de concreto sobre los que se apoya la cubierta de chapa curvada autoportante. El cerramiento vertical se construyó con paneles de la misma chapa de cubierta cubiertos exteriormente de bloque y posterior enfoscado y pintado hasta la altura de 8.30 m sobre la cota de la explanada.

En la parte inferior de la fachada suroeste se dispone una rejilla longitudinal de ventilación de 15.05×0.80 m<sup>2</sup> además de la salida del conducto de aire del generador. De igual forma, en la fachada noreste se dispone de una rejilla de iguales dimensiones.

	Proyecto As Built Hidroeléctrica Las Fuentes II		
EOSA-FUEII-ABT	Edición 1.0	Agosto 2016	As Built

El portón de acceso de vehículos a la casa de máquinas se sitúa en la fachada sureste. Se trata de una puerta enrollable.

El edificio de control se construye también en hormigón armado hasta una altura de 8.30 m sobre la cota de la explanada. Posteriormente se cubre de piedra hasta una altura de 6.65 m sobre la cota de la explanada, con una última franja de 1.65 m pintada en blanco. Finalmente se corona el edificio con una cubierta de chapa curvada autoportante igual que en el edificio de la casa de máquinas, tal y como se indica en los planos.

El edificio de control presenta varios portones de chapa de acero de doble hoja pintada en negro de 4.00×2.50 m<sup>2</sup> para acceso del grupo electrógeno, trafo auxiliar en la planta baja y celdas en la planta superior. Asimismo existe un portón de acceso peatonal 2.00×0.82 m<sup>2</sup>. Además se dispone varios ventanales corridos con orificios cuadrados de 0.4×0.4 m<sup>2</sup> en las fachadas indicadas en los planos y un ventanal de 1.00×1.00 m<sup>2</sup> en la sala del grupo electrógeno.

En la fachada sureste, por la sala del grupo electrógeno se ejecuta un orificio en la fachada de 1.40×0.80 m<sup>2</sup> por donde salen las bandejas de alta tensión hacia la pasarela de la subestación.

### **3.6. Balsa de Desregulación y Descarga al Río.**

El caudal turbinado en la casa de máquinas se vierte íntegramente a una balsa de desregulación que a su vez lo devuelve íntegramente al río Ocosito.

El objetivo de la balsa de desregulación es la restitución del caudal turbinado por ambas hidroeléctricas (El Manantial y Las Fuentes II) de forma paulatina y gradual al río Ocosito. Como es lógico, este objetivo está ligado a la operación de la hidroeléctrica en la época seca en la que, en principio, en la situación más desfavorable está previsto turbinar a caudal de equipo en horas punta. Durante la estación lluviosa en la que el río lleva mucha agua no es necesaria esta demodulación puesto que el funcionamiento es continuo. Por tanto, la premisa de funcionamiento de esta balsa de desregulación es que en la época seca, durante las horas de almacenamiento de caudal por parte de la hidroeléctrica El Manantial, se vierta caudal al río

	Proyecto As Built Hidroeléctrica Las Fuentes II		
EOSA-FUEII-ABT	Edición 1.0	Agosto 2016	As Built

Ocosito de forma paulatina gracias a la balsa de desregulación de la Hidroeléctrica Las Fuentes II.

Esto reducirá el desequilibrio en el discurrir normal del río y el posible impacto sobre los ecosistemas asociados al mismo. Así, gracias a esta balsa, la devolución del caudal al río Ocosito se realiza de forma que se mantiene un flujo aguas abajo de la restitución de la Hidroeléctrica las Fuentes II lo más similar posible al régimen natural del río en la zona.

### 3.8.1. Protocolo de explotación de la balsa de desregulación.

En líneas generales, el funcionamiento de esta balsa será tal que las compuertas de los desagües de fondo, que posteriormente se describen, permanecerán abiertas siempre que la central esté turbinando, y únicamente se cerrarán dichas compuertas, exceptuando la toma ecológica, cuando se den simultáneamente dos condiciones, que no se esté turbinando y que la cota de la lámina baje por debajo de la cota 456 m.s.n.m.

### 3.8.2. Descripción de las estructuras.

A continuación se describen con mayor detalle las características de la balsa de desregulación:

- **Tipología constructiva.**

La capacidad de almacenamiento es algo superior a los 80,000 m<sup>3</sup> de diseño Así, para la cota 461.25 m.s.n.m. a la que se encuentra el umbral de vertido del aliviadero de esta balsa, el volumen del vaso es de 80,302 m<sup>3</sup>.

A continuación se adjunta un cuadro con distintos datos de cota, área y volumen en la balsa:

*Tabla n° 8: Datos de cota, área y volumen de la balsa de desregulación.*

Cota (m.s.n.m.)	Área (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )
462.00	17,756	93,344

	<b>Proyecto As Built</b> <b>Hidroeléctrica Las Fuentes II</b>		
	EOSA-FUEII-ABT	Edición 1.0	Agosto 2016

461.40	17,166	82,867
461.25	17,034	80,302
461.00	16,786	76,074
460.50	16,323	67,797
460.00	15,887	59,744
459.50	15,409	51,920
459.00	14,968	44,326
458.75	14,725	40,614
458.50	14,562	36,953
458.00	14,049	29,800
457.50	13,620	22,883
457.00	13,187	16,181
456.50	12,725	9,703
456.00	12,273	3,453
455.85	8,838	1,870
455.70	4,666	857
455.55	1,988	358
455.40	944	138
455.25	360	40
455.10	102	5
455.00	0	0

Las cotas más significativas son las siguientes:

*Tabla n° 9: Cotas de la balsa de desregulación.*

CONCEPTO	Cota (m.s.n.m.)
Cota de coronación en balsa	462.25
Cota mínima de fondo de balsa	455.00
Cota coronación de aliviadero de superficie	461.25
Cota máxima en vertido por aliviadero	461.86

La mayor parte de la construcción se realizó excavando sobre el terreno existente ya que la obra está en desmonte. En la zona sur, el terreno se encuentra por debajo

	Proyecto As Built Hidroeléctrica Las Fuentes II		
EOSA-FUEII-ABT	Edición 1.0	Agosto 2016	As Built

de la cota de coronación, siendo necesario el cierre mediante un dique zonificado, aprovechando el material procedente de la excavación.

Para la impermeabilización de la balsa se colocó una lámina de PEAD de 2 mm de espesor, sobre un geotextil de 300 g/m<sup>2</sup> que separa la lámina de la capa de arcilla.

El ancho de coronación de la balsa es de al menos 4.50 m y se proyectan dos rampas de acceso al fondo de la misma, mediante cuchillos de 4.00 m de ancho en el talud interior, con pendiente media del 15 %.

En lo que respecta a la formación de la balsa, la excavación se realiza con talud 1.50 (h): 1 (v) hasta el fondo de la misma.

En las zonas en las que el terreno está por encima de la cota de coronación, se proyecta la excavación con talud 1 (h):3 (v) en un primer tramo desde la cota de coronación de la balsa hasta la altura que varía de sur a norte desde los 5 metros hasta una altura máxima de unos 10 m; a partir de aquí se practica una berma de anchura media 7 m, disponiéndose una limahoya para el drenaje longitudinal. A partir del borde interior se vuelve a adoptar en líneas generales un talud 1 (h):3 (v) que se prolonga hasta encontrarse con el terreno natural.

El dique de cierre se zonifica de manera funcional, aprovechando los materiales de la excavación, con una doble misión: apoyo interior para la impermeabilización y sujeción exterior para la estabilidad con la balsa llena, sin que esto obste para que también haya de ser estable el talud interior en caso de balsa vacía. El trasdós del dique de cierre tiene un talud 2 (h): 1 (v).

Del interior al exterior, la zonificación es la siguiente:

- Capa de 0.50 m de ancho horizontal en el talud y de 0.30 m de espesor en el fondo, constituida por una arcilla cohesiva procedente de la excavación, exenta de material granular.

	Proyecto As Built Hidroeléctrica Las Fuentes II		
EOSA-FUEII-ABT	Edición 1.0	Agosto 2016	As Built

- Material todo uno sin clasificar, con talud 1,50 (h): 1 (v) en el interior (sobre el que se apoya la capa anterior) y talud 1,20 (h): 1 (v) sobre el que se apoyará el material posterior. Su misión es la formación del grueso del dique, pero sin responsabilidad ni de impermeabilización ni de estabilidad (que se logra mediante los materiales de las capas exteriores)
- Bolos de pequeño tamaño procedentes de la selección de la excavación, con un espesor de 0.60 m constante sobre el material anterior y espesor adicional de 1.70 m hasta el talud exterior en los 0.90 m superiores. Su misión es varia, puesto que sirve de transición entre el todo uno y la escollera de superficie (de manera que se eviten variaciones bruscas de tamaños), sirve de transición en coronación entre la escollera y la rodadura y confiere estabilidad, gracias a su rozamiento elevado.
- Escollera formada, bien por bolos naturales, bien por piedras procedentes del taqueo de bolos de gran magnitud, cuya misión fundamental es conferir estabilidad y proteger la erosión exterior.
- Detritus de voladuras o cualquier material granular que sirve de coronación para la rodadura de vehículos, con espesor de 0.10 m sobre todas las capas 1, 2 y 3.

Cada uno de los materiales granulares tiene una limitación de tamaño igual a la mitad del espesor de la capa en la que se dispone, de manera que la formación quede siempre trabada.

Para el apoyo del espaldón de escollera se conforma una superficie que, a partir de la cota de encuentro del talud con el terreno natural, profundiza entre 0.50 m y 1.00 m (según altura del dique en cada zona y también según la calidad del cimient), con talud 0,50 (h): 1 (v). Este apoyo se extiende interiormente hasta dotar de apoyo a la capa de bolos y al todo uno, en un ancho mínimo de 0.60 m de este último.

También para saneo del asiento del material todo uno, se realiza la excavación de 0.50 m de media respecto del terreno natural, de manera que quede firme el apoyo.

Todo el apoyo se compacta antes de la extensión de cualquiera de los materiales.

Los contactos entre el cemento y los diferentes materiales (todos, menos el contacto entre bolos y escollera), así como entre ellos, se protegen mediante un geotextil de 300 g/m<sup>2</sup>, de manera que se evite la migración de partículas.

Por otra parte, se dispone el drenaje de taludes mediante una cunetas de guarda con pendiente hacia la zona Sur, en la que es factible la salida al cauce.



*Figura n° 14: Balsa de desregulación. Vista desde la obra de desfogue y de la obra de aliviadero y desagüe al río Ocosito.*

	Proyecto As Built Hidroeléctrica Las Fuentes II		
EOSA-FUEII-ABT	Edición 1.0	Agosto 2016	As Built

- **Aliviadero de seguridad.**

La balsa de desregulación está provista de aliviadero en superficie de emergencia, construido en concreto, que evita desbordamientos en casos de avería en la explotación del sistema.

El aliviadero es de labio fijo y está constituido por dos vanos de 5.00 m de longitud cada uno, separados por una pila de 0.50 m de ancho. La coronación del vertedero se fija a la cota 461.25 m.s.n.m.

El aliviadero es de fábrica de concreto ciclópeo con bolos lavados y recibidos con concreto de 3.000 psi, envueltos en cualquier paramento o junta por una zona de concreto reforzado de 0.30 m de espesor mínimo de 4.000 psi.

El paramento de aguas arriba es vertical y el de aguas abajo tiene talud 0.90 (h) : 1.00 (v), descargando a un cuenco amortiguador de ancho 10.50 m y longitud 10.00 m, que se remata con peto final para garantizar la formación del resalto hidráulico antes del reintegro al cauce. Además, para disipar energía, se ejecutan unos dados de 0.5 m de la lado y 1.00 m de altura tal y como se muestra en los planos.

Lateralmente, se construyen muros cajeros del aliviadero, con sus correspondientes embocaduras, que sirven a su vez de apoyo al tablero de paso por encima de la obra, prolongación de la coronación de la balsa.

La pilastra de separación de ambos vanos se extiende desde el paramento de aguas arriba (más una embocadura de arco de medio punto) hasta 0.20 m más alejado del borde del tablero.

Los cajeros del cuenco tienen un primer tramo horizontal de 0.20 m en coronación para evitar ángulos vivos en la fábrica, descendiendo en paralelo con el talud de la balsa.

Tanto los cajeros del aliviadero como su prolongación en el cuenco tienen un ancho de 0.50 m en coronación, talud vertical interior y talud 1 (h): 10 (v) en el trasdós.

	Proyecto As Built Hidroeléctrica Las Fuentes II		
EOSA-FUEII-ABT	Edición 1.0	Agosto 2016	As Built

Este talud es fundamental para garantizar el apoyo de los materiales del dique y evitar fisuración en la junta con la fábrica.

El reintegro al cauce se remata con un manto de escollera de 0.80 m de espesor, con bolos de tamaño máximo 0.40 m.

- **Desagües de fondo.**

Se construyen varios conductos de desagüe de fondo, de forma que en época seca se reintegre al río el caudal turbinado de forma paulatina.

Para conseguir esos objetivos, se adopta un desagüe con DN700 mm, tres con DN500 y uno con DN300 (toma ecológica.). Por otra parte se ejecutan en el cuerpo del aliviadero dos conductos 1.00 de diámetro.

Los desagües se alojan en dos cámaras situadas a cada lado del aliviadero, que albergan las respectivas válvulas y/o compuertas para trabajar en posición abierta o cerrada y cuyas dimensiones se indican en los planos.

Además, en cada elemento se desagüe se disponen compuertas murales de guarda de accionamiento manual en el paramento de aguas arriba.



*Figura n° 15: Balsa de desregulación. Vista de los desagües al río Ocosito.*

	Proyecto As Built Hidroeléctrica Las Fuentes II		
EOSA-FUEII-ABT	Edición 1.0	Agosto 2016	As Built

### 3.7. ACCESOS.

Existen dos puntos principales de acceso a las estructuras del proyecto.

A partir del camino que parte de la carretera de Cuatro Caminos a Palajunoj (RD-REU-10) y da acceso a la finca La Viña, a la altura de la finca La Faja (Desmembración de la Finca El Destierro), se accede a la traza del canal. Tal y como se comentó anteriormente, el canal y la tubería se construyen enterrados por lo que la plataforma para construcción sirve de acceso a la obra de conexión con El Manantial y a la balsa de regulación y tubería hasta cruce con el río Ocosito por la margen derecha.

El camino de acceso a la casa de máquinas se realizará desde la ruta departamental RD-REU-10 (carretera de Cuatro Caminos a Palajunoj), a través de la Finca las Fuentes. Tal y como se muestra en los planos, se utilizó parcialmente un camino existente que discurría a través de dicha finca debidamente acondicionado y se construyeron tramos de nueva ejecución para salvar pasos de arroyos y edificaciones existentes.

### 3.8. SUBESTACIONES.

El proyecto modificado de la Hidroeléctrica Las Fuentes II dispone de dos subestación de a continuación se definen.

#### 3.9.1. Subestación de Potencia.

La subestación de potencia se ubica en el exterior da la casa de máquinas y en ella se disponen los equipos necesarios para elevar la tensión de generación de 6,600 voltios a 69,000 voltios.

Nombre: Subestación transformadora 6.6/69 kV - Hidroeléctrica las Fuentes II.

Tipo: Subestación de potencia.

Sistema de transporte: Secundario.

	Proyecto As Built Hidroeléctrica Las Fuentes II		
EOSA-FUEII-ABT	Edición 1.0	Agosto 2016	As Built

Esta subestación dispone de una posición de intemperie en 69 kV para el mando, control, medida y protección de la línea eléctrica 69 kV entre la subestación de potencia y la subestación de maniobra y del transformador de potencia que transforma la tensión de 6.6 kV de generación a los 69 kV a la que se entrega la energía en la subestación de conexión a la línea eléctrica existente.

En el lado de 6.6 kV dispone de una posición de interior para el mando, control medida y protección del transformador de potencia y del grupo generador de la central.

Complementariamente dispone de un transformador de servicios auxiliares que alimenta las instalaciones de baja tensión propias de la central y un grupo electrógeno para disponer de autonomía en el caso de ausencia de la tensión de red.

La posición de transformador de 69 kV en la subestación de potencia de la Hidroeléctrica Las Fuentes II cuenta con las siguientes instalaciones:

- Una posición de línea / transformador de 69 kV con los equipos necesarios de protección y medida.
- Un transformador de 15.5 MVA, de tensiones nominales 69 : 6.6 kV.
- Una posición de grupo generador de 6.6 kV .
- Una posición para transformador de servicios auxiliares.
- Un transformador de servicios auxiliares 6.6/0,23 kV de 150 kVA.
- Un grupo electrógeno de 120 kVA, 230 V, 60 Hz.

Asimismo, para realizar las funciones de control, mando y protección de la instalación se montarán los siguientes cuadros:

- Servicios auxiliares.
- Baterías de corriente continua 125 Vcc.
- Protecciones eléctricas.
- Sistema de control y SCADA.



*Figura n° 16: Detalle de aparamenta de la Sub. Elevadora.*



*Figura n° 17: Detalle de pasarela para cableado de Alta Tensión y Transformador de Potencia.*



*Figura n° 18: Detalle de pasarela para cableado de Alta Tensión y Transformador de Potencia.*



*Figura n° 19: Detalle de pasarela para cableado de Alta Tensión y Transformador de Potencia.*

### **3.9.2. Subestación de Maniobra.**

La línea de evacuación de energía del proyecto Hidroeléctrica Las Fuentes II se conecta, por medio de una estación de maniobra, con la línea de 69 kV del Proyecto Hidroeléctrico El Manantial propiedad de la Empresa de Transporte de Energía Alternativa, Sociedad Anónima, que a su vez conecta con el SNI en la Subestación de Los Brillantes propiedad de la ETCEE del INDE.

Nombre: Subestación de maniobra 69 kV - Hidroeléctrica las Fuentes II.

Tipo: Subestación de maniobra.

Sistema de transporte: Secundario.

La subestación de maniobra tiene tres posiciones de línea, de las que una conecta a la línea que viene de la central de las Fuentes II, y las otras dos abren la línea que va da la subestación de los Brillantes o la de la Hidroeléctrica el Manantial.

Cada posición de línea es en 69 kV, tiene un interruptor de protección, un seccionador, sus trafos de intensidad y un transformador de tensión. Las barras tienen en uno de sus extremos 3 transformadores de tensión.

Asimismo, para realizar las funciones de control, mando y protección de la instalación se montarán los siguientes cuadros:

- Servicios auxiliares.
- Baterías de corriente continua 125 Vcc.
- Protecciones eléctricas.
- Sistema de control y SCADA.

Las dimensiones del edificio de control de la subestación de  $12.35 \times 5$  m<sup>2</sup> se indican en los planos.



*Figura n° 20: Vista general de aparamenta de la Subestación de Maniobra y Edificio de Control.*

	Proyecto As Built Hidroeléctrica Las Fuentes II		
EOSA-FUEII-ABT	Edición 1.0	Agosto 2016	As Built

### **3.9. LÍNEAS ELÉCTRICAS Y DE DATOS.**

#### **3.9.1. Línea de alimentación y datos a balsa de regulación.**

Para la alimentación de los equipos de la balsa de regulación (compuertas y válvulas), alumbrado, sistema de vigilancia, etc, se dispone una línea de 13.8 kV que parte del transformador de 6/13.8 kV de la subestación elevadora, cuyo trazado discurre sensiblemente paralelo a la traza de la tubería forzada. Asimismo, sobre este mismo trazado se instala el tendido de la fibra óptica monomodo para envío de señales y comunicaciones entre el autómata de la balsa de regulación y la casa de máquinas.

Nombre de la línea: Línea de 13.8 kV a balsa de regulación.

Tipo de línea: Línea de alimentación.

Longitud: 2,576 km.

Voltaje de operación: 13.8 kV.

#### **3.9.2. Línea de alimentación y datos a la subestación de maniobra.**

Para la alimentación de los equipos de la subestación de maniobra se dispone una línea de 13.8 kV que parte del transformador de 6/13.8 kV de la subestación elevadora y sigue el trazado de la línea de evacuación que se indica en los planos. Asimismo, sobre este mismo trazado se instala el tendido de la fibra óptica monomodo para envío de señales y comunicaciones entre la casa de máquinas y la subestación de maniobra.

Nombre de la línea: Línea de 13.8 kV a subestación de maniobra.

Tipo de línea: Línea de alimentación.

Longitud: 1,670 km.

Voltaje de operación: 13.8 kV.

	Proyecto As Built Hidroeléctrica Las Fuentes II		
EOSA-FUEII-ABT	Edición 1.0	Agosto 2016	As Built

### 3.9.3. Línea de evacuación de energía eléctrica.

La energía eléctrica producida por el proyecto de la Hidroeléctrica Las Fuentes II se transporta por medio de una línea de evacuación de 69 kV, cuyo trazado discurre por la finca Las Fuentes desde la subestación transformadora sita en el lugar de la casa de máquinas hasta la subestación de maniobra. En este punto se llevará a cabo la interconexión con la línea de 69 kV del Proyecto Hidroeléctrico El Manantial propiedad de la Empresa de Transporte de Energía Alternativa, Sociedad Anónima, que a su vez conecta con el SNI (Sistema Nacional Interconectado) en la Subestación de Los Brillantes propiedad de la ETCEE (Empresa de Transporte y Control de Energía Eléctrica) del INDE (Instituto Nacional de Electrificación).

Nombre de la línea: Línea de 69 kV. Hidroeléctrica Las Fuentes II.

Tipo de línea: Línea de evacuación (transmisión).

Sistema de transporte: Secundario.

Longitud: 1,662 km.

Voltaje de operación: 69 kV.

Límite térmico: 574 A.

# VOITH

Voith Hydro

Voith Hydro, S.L., Apartado 54, E-20400 Tolosa, España

Pol. Apatta, s/n  
E-20400 Ibarra / España  
Tel: (+34) 943 673799  
Fax: (+34) 943 672848  
E-Mail: vhto@voith.com

## **Energías del Ocosito S.A.**

Sr. Rubén Soto Nicolás  
Edificio Aristos Reforma oficina 1003  
Avda Reforma 7-62 zona 9  
Ciudad de Guatemala  
GUATEMALA

Su referencia  
Your reference **LAS FUENTES II**

Nuestra referencia  
Our Reference **FBu**

Fecha  
Date **2014-09-25**

**OFERTA**

**Nr. 12.0127.3**

## **1 Turbina Francis Horizontal**

**Turbina, válvula de guarda, grupo oleo  
hidráulico, generador síncrona, sistemas  
auxiliares, equipos eléctricos, transporte,  
montaje y puesta en marcha**



Nº de Identificación Fiscal B-20 51 32 71  
Inscrita en el Registro Mercantil de Gipuzkoa  
Libro de Sociedades 1503, folio 64, hoja SS 10.001  
Inscripción 1ª del 3 de Abril de 1995

## **CONTENIDO DE LA OFERTA**

### **1. ALCANCE DEL SUMINISTRO**

- 1.1. Turbina Francis**
- 1.2. Válvula de guarda**
- 1.3. Grupo óleo hidráulico**
- 1.4. Generador síncrono**
- 1.5. Sistemas de refrigeración**
- 1.6. Sistema de lubricación**
- 1.7. Sistema de vaciado**
- 1.8. Equipos eléctricos**
- 1.9. Repuestos**

### **2. MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA**

### **3. CONDICIONES**

- 3.1. Garantías**
- 3.2. Precio**
- 3.3. Validez**
- 3.4. Forma de pago**
- 3.5. Plazos**
- 3.6. Términos de entrega**
- 3.7. Tasas e impuestos**
- 3.8. Transporte**
- 3.9. Embalaje**
- 3.10. Exclusiones**
- 3.11. Otras condiciones**

### **4. ANEXOS**

Con base en nuestras condiciones generales de suministro, impreso Nr. 2002 sp. que adjuntamos, tenemos el gusto de ofrecerles lo siguiente:

## 1. ALCANCE DEL SUMINISTRO

### 1.1. Turbina Francis

Una (1) turbina Francis horizontal tamaño 11,20 de acuerdo a lo siguiente:

La turbina ofertada es del tipo Francis horizontal con cámara espiral en acero al Carbono y el rodete en acero inoxidable. El fabricante del generador suministrará un cojinete guía y un cojinete combinado para soportar los esfuerzos. El distribuidor de la turbina será actuado a través de un servomotor de doble efecto. Para simplificar el mantenimiento de la turbina se montará todo el mecanismo del distribuidor al exterior de la carcasa espiral. Todos los cojinetes de las paletas directrices serán del tipo auto lubricado. Tanto la tapa de turbina como el anillo distribuidor irán atornillados al anillo de traviesas. Todas las partes de las turbinas estarán diseñadas para soportar los esfuerzos en servicio normal así como en condiciones excepcionales de funcionamiento hasta los límites garantizados. Todas las superficies que requieran protección de pintura se ofrecen con base en las especificaciones de Voith anexas.

#### Datos técnicos

Turbina Francis para las siguientes condiciones de funcionamiento:

Numero de turbinas	1
Salto neto nominal	157,5 m
Caudal nominal	10,22 m <sup>3</sup> /s
Velocidad	720 rpm
Velocidad de embalamiento	1310 rpm (Preliminar)
Sumergencia	- 2,5 m
Diámetro de rodete	1120 mm
Potencia	14,5 MW

#### Descripción detallada de cada componente

- Rodete

El rodete será una construcción fundida o soldada en acero inoxidable. Todas las superficies en contacto con el agua serán lisas y libres de defectos. Una vez terminado el rodete se realizará un equilibrado estático.

- Eje

El rodete será acoplado directamente al eje del generador, previsto fabricarse forjado o laminado en acero al Carbono.



## OFERTA 12.0127.3

- Junta de eje

Junta de eje del tipo de Carbones radiales con lubricación de agua.

- Cámara espiral

La Cámara espiral será de chapa de acero soldado. Todas las virolas son soldadas con el anillo de traviesas en taller y después se realizará un tratamiento para eliminar tensiones internas después de la soldadura. Se preverá conexiones para la medición de presión en acero inoxidable así como pies de apoyo, anclajes etc. para el montaje y la fijación de la carcasa.

- Ante distribuidor

El anillo de traviesas (ante distribuidor) será construido en una sola pieza con traviesas soldadas de chapa de acero.

- Distribuidor

El número de paletas directrices y traviesas del ante distribuidor será seleccionado acorde al número de álabes del rodete para evitar vibraciones debido al flujo. Se fundirá las paletas directrices en una pieza en acero inoxidable.

Las placas de desgaste superior e inferior tendrán un recubrimiento en material inoxidable, en la zona de ajuste con las paletas directrices.

Cojinetes auto-lubricados, montados a la tapa de turbina y al anillo distribuidor, garantizarán la alineación de cada paleta directriz. Cada cojinete tendrá juntas para asegurar la estanqueidad de las paletas directrices. Para garantizar el funcionamiento seguro del distribuidor se preverán bielas de pandeo, las cuales irán montados entre cada segunda palanca de paleta directriz y anillo de regulación.

El anillo de regulación será construido en chapa de acero soldado.

El distribuidor de la turbina será actuado a través de un servomotor de doble efecto montado directamente a la carcasa espiral.

El tiempo de cierre del distribuidor será ajustado para que no se supere una sobre presión máxima del 140% de la presión estática.

- Tapa de turbina

La tapa de turbina será desmontable, fabricada en chapa de acero, de una pieza y con juntas y tornillos. La tapa de turbina tendrá cuatro orificios con tapón, para efectuar la inspección del desgaste de los laberintos. Los laberintos fijos del rodete serán fabricados en Bronce.

- Anillo distribuidor

El anillo de distribuidor será desmontable, de chapa de acero, de una pieza y con juntas y tornillos. Los laberintos fijos del rodete serán fabricados en Bronce.



- Tubo de aspiración

El tubo de aspiración será de chapa de acero soldado fabricado en dos partes, codo y cono.

- Montaje en taller

La turbina será premontada en nuestros talleres formando grupos constructivos. Los grupos permanecerán en lo posible montados durante el transporte, si las condiciones de montaje y transporte lo permiten.

Todos los componentes serán controlados según normas Voith.

### Materiales

Pieza	Material (Preliminar sujeto a cambios)
Rodete	G-X4CrNi13.4
Carcasa espiral	S 235 JRG2 + S 355 J2G3
Ante distribuidor	S 235 JRG2 + S 355 J2G3
Traviesas	S 355 J2G3
Distribuidor:	
Paletas directrices	G-X4CrNi13.4
Bielas	S 235 JRG2
Bieletas (de pando & normal)	S 235 JRG2
Cojinetes auto lubricados	Permaglide
Anillo de regulación	S 235 JRG2
Tapa de turbina	S 275 JRG2 + S 355 J2G3
Anillo distribuidor	S 275 JRG2 + S 355 J2G3
Tubo de aspiración	S 235 JRG2

## 1.2. Válvula de guarda

Una (1) válvula mariposa de acuerdo a lo indicado a continuación.

### Descripción técnica

La válvula ofertada es una válvula de mariposa bi excéntrica. La válvula será de construcción fundida y/o mecano soldada con bridas para su conexión a la cámara espiral y/o la tubería forzada. El accionamiento de la válvula será a través de un servomotor de simple efecto, montado directamente al piso, y un contrapeso. La válvula será diseñada para asegurar su funcionamiento en cualquier condición de servicio. La junta de servicio será de EPDM o similar y consistirá en un aro junta de acero inoxidable y un anillo de sujeción del mismo material. La válvula llevará pies de apoyo para transmitir los esfuerzos a las fundaciones. El tratamiento superficial de la válvula se realizará según norma Voith.

**Datos técnicos**

Diámetro	DN 1300
Caudal nominal	10,22 m <sup>3</sup> /s
Presión normal de trabajo	16 bar

**Descripción de cada componente****- Cuerpo de válvula**

El cuerpo de válvula será fundido o de construcción mecano soldado. Se unirán todos los pies, soportes, bridas, etc. directamente al cuerpo de la válvula.

**- Disco de la válvula y ejes**

El disco de la válvula será de fundición de acero o de chapa de acero soldado con los ejes de acero inoxidable. Los ejes se fijarán al disco mediante tornillos. La junta de servicio se montará mediante un anillo de sujeción al disco.

**- Cojinetes**

El disco de la válvula será soportado y guiado por dos cojinetes auto lubricados montados al cuerpo de la válvula. Será posible su cambio sin desmontar la válvula.

**- Juntas**

La junta de servicio será de EPDM o similar y consistirá en un aro junta de acero inoxidable y un anillo de sujeción del mismo material. Esta junta podrá ser reemplazada sin necesidad de desmontar la válvula, con la tubería vacía. Se empleará juntas tóricas para garantizar la estanqueidad tanto de los cojinetes de la válvula como de las bridas aguas arriba y aguas abajo.

**- Servomotor**

El accionamiento de la válvula será a través de un servomotor de simple efecto, montado directamente al piso. Los tiempos de apertura y cierre de la válvula serán ajustables mediante diafragmas. El vástago será de acero al Carbono con recubrimiento.

**- Contrapeso**

El contrapeso asegurará el cierre de la válvula.

- By-pass

La tubería de by-pass incorporará una válvula automática, así como una válvula manual de compuerta.

- Carretes de desmontaje y aguas arriba

El carrete de desmontaje será del tipo telescópico bridado en ambos extremos para ser colocado aguas abajo de la válvula. Se incluye también el carrete aguas arriba, el cual será bridado a la válvula y soldado a la tubería de carga.

- Grupo óleo hidráulico

Para operar tanto la válvula de guardia de turbina como la válvula de by-pass, será usado el mismo grupo de regulación de la turbina.

### Materiales

Pieza	Material (Preliminar sujeto a cambios)
Cuerpo de válvula	S 355 J2G0 o EN-JS1030
Disco	S 355 J2G0 o EN-JS1030
Ejes	Inoxidable
Junta de servicio	EPDM
Aro junta	Inoxidable
Juntas	NBR
Cojinetes	Bronce auto lubricado

### 1.3. Grupo óleo hidráulico

Un (1) grupo óleo hidráulico de regulación con los siguientes componentes principales, el cual servirá para la regulación del distribuidor y para la operación de la válvula de guarda:

- Depósito de aceite

Depósito de aceite soldado de acero con filtro de llenado y de aireación, indicador del nivel de aceite y grifo de purga. La capacidad del depósito será acorde a las exigencias del sistema. El depósito incorporará todas las bridas, placas u otros elementos necesarios para el montaje de los diferentes aparatos y accesorios. Se incluye una bandeja para recolección de goteos de aceite.

- Bombas

2 Bombas con sus acoplamientos y motores (VCA, 60Hz).

- Acumulador de presión

Acumulador de presión de vejiga con válvula de cierre y seguridad.

- Otros componentes

Un grupo de válvulas controlará los servomotores del distribuidor, la válvula del by-pass y la válvula de guardia. Aparte el equipo de regulación incorporará todas las válvulas proporcionales con electrónica integrada que sean necesarias, un Interruptor de flotador, Interruptores de presión, un manómetro, juegos de mangueras, tuberías con accesorios, etc.

**Notas:**

- Las tuberías de aceite serán de acero al carbono bicromatado.
- La tensión para el control de las válvulas será de 24 VCC.
- La presión de aceite del grupo de regulación se determinará durante el diseño del mismo pero en ningún caso será superior a los 120 bar.

#### 1.4. Generador síncrono

Un (1) generador síncrono trifásico de acuerdo a lo siguiente:

**Datos técnicos**

Normas	IEC-60034
Potencia Aparente	15,1 MVA
Tensión	6,6 kV ( IEC )
Tipo de excitación	Sin escobillas
Frecuencia	60 Hz ( IEC )
Velocidad	720 rpm
Sobre velocidad transitoria	~1500 rpm (< 5 min)
Cos fi	+/- 0.94
Factor de Servicio	S1
Tª Ambiente	40 °C
Altitud	< 1000 m
Aislamiento	Clase F
Calentamiento	Clase B
Modo Refrigeración	IC 21
Grado de Protección	IP 23
Lubricación Apoyo LA	Forzada de aceite
Lubricación Apoyo LO	Forzada de aceite
Extremo Eje	Embridado
Acoplamiento	Rígido
Forma de Trabajo	Conectado a la red
Límite Ruido (en vacío)	IEC 60034-9 (Medido durante la recepción en fábrica)
Vibraciones	IEC 60034-14

**Descripción del suministro**

El alcance de suministro comprende los materiales y servicios que se describen a continuación:

- En Estator:
  - Detección de temperatura en el cobre; 6 del tipo Pt-100 (3W)
  - Resistencias de caldeo
  
- En Rotor:
  - Detector de velocidad acoplado al eje: Inductivo 2 unidades (rueda dentada incluida)
  - Interruptor centrifugo acoplado al eje
  - Bomba mecánica
  
- Refrigeración:

El refrigerante primario es aire, teniendo el generador un método de refrigeración IC21, se instalan los siguientes accesorios:

  - Detección temperatura aire entrada a la máquina (aire frío); 1 del tipo Pt-100 (3W)
  - Detección temp. aire salida de la máquina (aire caliente); 1 del tipo Pt-100 (3W)
  
- Apoyo Lado Acoplamiento
  - Detección de temperatura patín radial; 1 del tipo Pt-100 (3W)
  - Detección de temperatura patín axial; 1 del tipo Pt-100 (3W)
  - Detección de temperatura aceite; 1 del tipo Pt-100 (3W)
  
- Apoyo Lado Opuesto
  - Detección de temperatura patín radial; 1 del tipo Pt-100 (3W)
  - Detección de temperatura aceite; 1 del tipo Pt-100 (3W)
  
- Caja de Bornas
  - Lado línea (IP-44), que contiene 3F terminales
  - Lado neutro (IP-44), que contiene N terminales
  
- Caja de Bornas de Auxiliares (IP-44)
- Material relacionado con la obra civil
  - Bancada.
  - Pernos de anclaje
  - Tornillos de amarre, nivelación y alineación
  - Calces de nivelación entre generador y bancada
  
- Sistema de frenado
  - Se suministrará un sistema de frenado hidráulico

- Volante de inercia  
Se suministrará un volante de inercia montado dentro del alcance de suministro del generador.
- Sistema Regulación de Tensión  
Se suministra suelto un regulador de tensión tipo Basler DECS-250 o similar con función PSS incorporada.  
Así mismo se suministran los siguientes accesorios:
  - CT sensing
  - VT sensing
  - Transformador de excitación con primario de 400V, para alimentar desde SSAA
  - Placa limitadora de corriente
- Pruebas en fábrica. Tras finalizar el proceso de fabricación del generador, se realizarán las pruebas de validación de la máquina en el banco de pruebas de fábrica.
- Todos los materiales especiales requeridos para el transporte.

### 1.5. Sistema de refrigeración

Un (1) sistema de agua de refrigeración para los siguientes propósitos:

- Enfriamiento de la junta de eje
- Enfriamiento del aceite de lubricación de los cojinetes de generador

El sistema está compuesto por los siguientes elementos:

- Filtros principales auto limpiantes
- Intercambiador agua-aceite para enfriamiento del grupo de lubricación
- Válvulas, purgas, presostatos, sonda de temperatura etc. para un correcto funcionamiento del sistema
- Tuberías de agua en acero al Carbono galvanizado

Notas:

- El diseño y configuración del sistema se basa en un circuito abierto, tomando el agua de la tubería de carga, lo cual se confirmará en caso de pedido una vez hecho el diseño del mismo.
- Quedan excluidos de nuestro suministro la refrigeración y/o suministro de agua a cualquier otro equipo o sistema

### 1.6. Sistema de lubricación

Un (1) sistema de lubricación previsto para suministrar aceite a los cojinetes de cada generador.

Cada sistema está conformado por lo siguiente:

- Un grupo de lubricación con una motobomba de VAC/60Hz
- Accesorios como tuberías, válvulas, filtros etc. necesarias

Las tuberías de aceite serán de acero al Carbono bicromatado.

### 1.7. Sistema de vaciado

Suministro de los siguientes elementos para el sistema de vaciado de la turbina:

- Desagüe para la tubería de distribución incluyendo una válvula manual así como los tramos de tubería necesarios para conectar con las tuberías hormigonadas al pozo de achique o al canal de descarga suministradas por otros.
- Todas las tuberías del sistema de vaciado y achique incluidas en el alcance de Voith serán de acero al Carbono galvanizado.
- Los sistemas de desagüe de la tubería forzada así como del canal de desagüe no están incluidos en nuestro suministro. Además excluimos todas las tuberías hormigonadas así como los equipos (bombas, válvulas, interruptores de nivel etc.) necesarios para el pozo de achique.

### 1.8. Equipos eléctricos

Nuestra oferta incluye el diseño, fabricación, pruebas en fábrica, embalaje, transporte, supervisión de montaje y puesta en servicio de los equipos indicados a continuación:

- Subestación 69kV incluido transformador de potencia.
- Celdas de media tensión.
- Transformador de servicios auxiliares.
- Equipos de control, protección y medida de la casa de máquinas, balsa de regulación y balsa de desregulación.
- Puesta a tierra neutro de generador y transformador de excitación.
- Cuadros de servicios auxiliares de corriente alterna para la casa de máquinas, balsa de regulación y balsa de desregulación.
- Equipos de corriente continua a 125Vcc para casa de máquinas.
- Cuadros de corriente continua y baterías de 24VCC para la toma y cámara de carga
- Cables de media, baja y control, canalizaciones, soportes, etc para equipos de casa de máquinas, balsa de regulación y balsa de desregulación,
- Puesta a tierra aérea de equipos en casa de máquinas, balsa de regulación y balsa de desregulación.
- Grupo electrógeno para casa de máquinas.
- SCADA para casa de máquinas, balsa de regulación y balsa de desregulación.

Los suministros se realizarán de acuerdo al diseño y especificaciones de Voith. Se anexan a la oferta la Especificación Técnica para el suministro de la subestación y los