



**ENEL FORTUNA S.A.**  
**CENTRAL HIDROELECTRICA EDWIN FÁBREGA**  
**ADECUACIÓN DEL PLAN DE ACCION DURANTE EMERGENCIAS**  
**PADE**



Preparado por:

Johnny A. Cuevas M.

JACUM Enterprises S.A.

Revisión N°4 diciembre 2018  
2024 Actualización de los Diagramas de Aviso

## CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN .....	1
1.1	Objetivo General .....	1
1.2	Objetivos Específicos .....	1
1.3	Alcance .....	2
1.4	Organigrama .....	2
1.5	Definiciones .....	2
1.6	Siglas .....	4
2	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE LA PRESA DE FORTUNA.....	6
2.1	Localización General de la Presa Fortuna .....	6
2.2	Descripción de la Presa .....	6
2.3	Trasvase de Fortuna .....	8
2.3.1	Generalidades .....	8
2.4	Instrumentación de La Presa Fortuna .....	11
2.5	Franjas de Operación del Embalse Fortuna: .....	14
2.6	Descripción de Sitios poblados y Estructuras Esenciales Aguas abajo del embalse Fortuna.....	15
2.7	Categorización de la Presa Fortuna .....	17
3	IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE ALERTA HIDROLÓGICO.....	19
4	SIMULACROS DE EMERGENCIA Y ACTUALIZACIÓN DEL PADE.....	24
5	PLANIFICACIÓN DE LAS ACCIONES DURANTE EMERGENCIAS (PADE)	25
5.1	Prevención .....	27
5.2	Identificación de las Emergencia.....	28
5.2.1	Detección de la Anomalía .....	28
5.2.2	Tipos de Alerta.....	29
5.3	Entidades a Ser Notificadas .....	32
5.4	Situaciones de Emergencia.....	33
5.4.1	Vertimiento Bajo Condiciones de Crecidas Ordinarias y Extraordinarias	36



5.4.2	Por Colapso Estructural en Condición de Operación Normal .....	40
5.5	Para la activación de alerta por eventos sísmicos:.....	42
5.5.1	Sismo de Operación Normal.....	43
5.5.2	Sismo Máximo de Verificación.....	43
5.5.3	Alerta por Eventos Sísmicos.....	44
5.5.4	Controles de seguridad ante sismos.....	45
a.	Verificar si la presa está en el área de influencia.....	45
b.	Inspeccionar la presa visualmente en la parte expuesta de la pantalla buscando agrietamientos.....	45
c.	Tomar lecturas de las filtraciones de la presa y ponderarlas respecto a lecturas previas con el mismo nivel del reservorio.....	45
d.	En el caso de sismos donde se detecte una rotura constatada, y el incremento importante de las filtraciones:.....	45
5.5.5	Por Colapso Estructural Durante Crecidas Extraordinarias .....	46
5.5.6	Por apertura súbita de compuertas, por falla de operación de las estructuras hidráulicas de descarga y por vaciado controlado o vaciado rápido a causa de un problema en la presa.....	49
6	ESTUDIO DE AFECTACIÓN DE LA RIBERA DE EMBALSE Y VALLE .....	51
6.1	Modelación Hidráulica para tiempo soleado y rompimiento de presa .....	51
6.2	Antecedentes .....	52
6.3	Enfoque general.....	53
6.4	Estructura del Informe.....	53
6.5	Almacenamiento y Características del Embalse .....	53
6.6	Rompimiento de Presa para condiciones de buen tiempo .....	54
6.7	Rompimiento de Presa para Condición de Crecidas Extremas.....	54
6.8	Resultados del Rompimiento de Presa .....	56
6.9	Discusión de Resultados para buen tiempo .....	56
6.10	Discusión de los Resultados para Crecida Extrema .....	58
6.11	Referencias.....	59
7	VINCULACIÓN CON EL SISTEMA DE PROTECCIÓN CIVIL. PLANES DE EVACUACIÓN.....	60

7.1	Responsabilidades del Comité de Emergencia del PADE de ENEL Fortuna	62
7.2	Diseño de Diagramas de Aviso .....	65
7.3	Procedimiento para Declarar la Emergencia .....	74
7.4	Centros de Operación de Emergencias (COE) .....	74
8	PROCEDIMIENTO PARA EL MANEJO DE EMERGENCIA.....	75
8.1.1	Miembros del Centro de Operaciones de Emergencia Provincia de Chiriquí (Decisiones Técnicas Operativas de Respuesta) .....	77
8.1.2	Junta Técnica (Directores Institucionales) y Tomadores de Decisiones Políticas Estratégicas en una Emergencia.....	79
9	SIMULACROS DE EMERGENCIA Y ACTUALIZACION DEL PADE.....	84
	APÉNDICES:.....	102
	APÉNDICE 1: MAPAS DE PLANICIES DE INUNDACIÓN .....	103
A.1.1.	Mapa General de Planicies de Inundación por Crecida de 10 00 años de Periodo de Retorno .....	104
A.1.2.	Mapa General de Planicies de Inundación por Rompimiento de Presa "Tiempo Soleado" .....	105
A.1.3.	Mapa de Planicies de Inundación por Crecida 1:10 000 y Rompimiento de Presa "Tiempo Soleado", Mosaico 1 .....	106
A.1.4.	Mapa de Planicies de Inundación por Crecida 1:10 000 y Rompimiento de Presa "Tiempo Soleado", Mosaico 2 .....	107
A.1.5.	Mapa de Planicies de Inundación por Crecida 1:10 000 y Rompimiento de Presa "Tiempo Soleado", Mosaico 3 .....	108
A.1.6.	Mapa de Planicies de Inundación por Crecida 1:10 000 y Rompimiento de Presa "Tiempo Soleado", Mosaico 4 .....	109
A.1.7.	Mapa de Planicies de Inundación por Crecida 1:10 000 y Rompimiento de Presa "Tiempo Soleado", Mosaico 5 .....	110
A.1.8.	Mapa de Planicies de Inundación por Crecida 1:10 000 y Rompimiento de Presa "Tiempo Soleado", Mosaico 6 .....	111
A.1.9.	Mapa de Planicies de Inundación por Crecida 1:10 000 y Rompimiento de Presa "Tiempo Soleado", Mosaico 7 .....	112
A.1.10.	Mapa de Planicies de Inundación por Crecida 1:10 000 y Rompimiento de Presa "Tiempo Soleado", Mosaico 8 .....	113



APÉNDICE 2: DESARROLLO DE ACTIVACIÓN DE ALERTA POR EVENTOS SÍSMICOS.....	115
A.2. ACTIVACIÓN DE ALERTA POR EVENTOS SÍSMICOS: .....	116
A.2.1. Sismo de Operación Normal.....	116
A.2.2. Sismo Máximo de Verificación.....	116
A.2.3. Alerta por Eventos Sísmicos.....	117
A.2.4. Controles de seguridad ante sismos.....	118
A.2.5. Activación de las alertas por Sismos: .....	119
APÉNDICE 3: CENTRALES HIDROELÉCTRICAS Y ESTRUCTURAS QUE PUEDEN SER AFECTADAS POR LA FALLA DE LA PRESA FORTUNA.....	122

**TABLA DE FIGURAS**

Figura No 1. Organigrama operativo de ENEL Fortuna que se verá involucrado en las actividades del PADE. Fuente: ENEL Fortuna, S.A. .... 1

Figura No 2. Imagen aérea de la Presa de Fortuna. .... 7

Figura No 3. Fotografías de las estructuras de desvío Presa de Derivación y Presa de Contención Zarsiadero. Fuente: ENEL Fortuna, noviembre de 2013. .... 9

Figura No 4. Fotografías de las estructuras de desvío Presa de Derivación y Presa de Contención Las Huacas. Fuente: ENEL Fortuna, noviembre de 2013. .... 9

Figura No 5. Fotografías de las estructuras de desvío Presa de Derivación de Pinola. Fuente: ENEL Fortuna, noviembre de 2013. .... 9

Figura No 6. Fotografía de las estructura de desvío Presa de Derivación de Zumbona. Fuente: ENEL Fortuna, noviembre de 2013. .... 10

Figura No 7. . Registrador y acelerógrafo de la Presa. Fuente: Consultor, mayo 2013. .... 12

Figura No 8. Piezómetro y galvanómetro para medir el nivel freático. Fuente: Consultor, mayo de 2013. .... 12

Figura No 9. Celda hidráulica de carga y ubicación en la Presa. Fuente: Consultor, mayo 2013. .... 13

Figura No 10. Vertedero y equipo de aforo para medir filtraciones de la presa. Fuente: Consultor, mayo de 2013. .... 13

Figura No 11. Esquemático del Sistema de Alerta Tempana de ENEL Fortuna. Fuente: ENEL, mayo de 2013. .... 20

Figura No 12. Antena terrena GOES y Salidas del Software DATASIGTH. Fuente: ENEL, octubre de 2013. .... 20

Figura No 13. Salida del Software DATASIGTH. Fuente: ENEL, octubre de 2013. .... 21

Figura No 14. Localización de las estaciones hidrometeorológicas de la cuenca de Fortuna aguas arriba de la Presa. Fuente: Consultor, septiembre de 2013. .... 23

Figura No 15. Vertedero de Fortuna que muestra que es un vertedero sin compuertas o vertedero no controlado. Fuente: Consultor, mayo 2013. .... 50

Figura No 16. Diagrama de aviso para activación del Comité de Emergencia del PADE de Fortuna. Fuente: Consultor, dic 2013. Modificado diciembre 2018. .... 68

Figura No 17. Centrales Hidroeléctricas Aguas Abajo de la Presa Fortuna. .... 69



Figura No 18. Diagrama de aviso para Alerta Blanca. Fuente: Consultor, dic 2013. Modificado de acuerdo a resolución No. 11761-elec del 9 de noviembre de 2017. .... 70

Figura No 19. Diagrama de Aviso Alerta Verde. Fuente: Consultor, mayo 2013. Consultor, dic 2013. Modificado de acuerdo a resolución No. 11761-elec del 9 de noviembre de 2017..... 71

Figura No 20. Diagrama de Aviso Alerta Amarilla. Fuente: Consultor, diciembre 2013. Consultor, dic 2013. Modificado de acuerdo a resolución No. 11761-elec del 9 de noviembre de 2017..... 72

Figura No 21. Diagrama de Aviso Alerta Roja. Fuente: Consultor, diciembre 2013. Consultor, dic 2013. Modificado de acuerdo a resolución No. 11761-elec del 9 de noviembre de 2017..... 73

## TABLA DE CUADROS

Cuadro No. 1. Franjas de Operación del embalse Fortuna de la Central Hidroeléctrica Edwin Fábrega. ....	14
Cuadro No. 2. Lugares poblados aguas abajo de la Presa Fortuna.....	16
Cuadro No. 3. Centrales Hidroeléctricas y estructuras aguas abajo de la Presa Fortuna.....	17
Cuadro No. 4. Categorización Según el Riesgo Potencial de la presa Fortuna ....	18
Cuadro No. 5. Ubicación de estaciones hidrológicas en Fortuna.....	21
Cuadro No. 6. Resumen de Tipos de Alertas, Identificación de la Emergencia y su desarrollo y el Ente Responsable de Declararlo.....	31
Cuadro No. 7. Definición de Alertas para cada Situación de Emergencia en Fortuna .....	35
Cuadro No. 8. Análisis de Rompimiento de Presa para Hidrograma de entrada de 10 000 años de Periodo de Retorno.....	54
Cuadro No. 9. Resumen de Resultados de la Simulación de Rompimiento de Presa para Tiempo Soleado .....	57
Cuadro No. 10. Resumen de Resultados de la Simulación de Rompimiento de Presa para Crecida de 10 000 años de periodo de retorno.....	59
Cuadro No. 11. Centros de Operación de Emergencias. ....	75



## 1 INTRODUCCIÓN

El presente documento contiene la adecuación del Plan de Acción Durante Emergencias (PADE) 2018 de la empresa de generación ENEL Fortuna S.A., para cumplir con la resolución AN No. 3932-Elec Panamá, 22 de octubre de 2010, "Por la cual se aprueban las Normas para la Seguridad de Presas del Sector Eléctrico", y con la resolución AN No. 11761-Elec Panamá del 9 de noviembre de 2017.

El Plan de Acción Durante Emergencia (PADE) es el documento formal que describe los procedimientos que los colaboradores de la Central de Generación Hidroeléctrica Edwin Fábrega deben seguir durante y después de una situación de emergencia, y su interacción con los diferentes organismos nacionales de atención a emergencias (Cruz Roja, Bomberos, Comisión Nacional de Emergencias etc.) según corresponda.

### 1.1 Objetivo General

Salvaguardar la vida de los colaboradores de la empresa y de los habitantes localizados aguas abajo de la presa de embalse y mitigar los daños de las propiedades y del medio ambiente aguas abajo.

Proteger la vida tanto de colaboradores de la Empresa como la de terceros en el caso de situaciones de emergencia o siniestros que involucren la Presa de Fortuna de la Central de Generación Hidroeléctrica Edwin Fábrega y mitigar los daños que estos puedan ocasionar aguas abajo de la presa, las instalaciones de la Central, poblaciones vecinas y/o al medio ambiente.

### 1.2 Objetivos Específicos

- Identificar y atender de forma efectiva y ordenada las situaciones de emergencia.
- Identificar grupos que puedan verse afectados y las zonas inundables en caso de emergencia hídrica y/o rotura de la presa.
- Establecer las medidas técnicas y de seguridad que se implementarán para prevenir y afrontar situaciones de casos de emergencia que puedan ocurrir en relación con la operación de la presa y el embalse para evitar daños personales, de bienes y del medio ambiente.
- Proveer los procedimientos para actuar en casos de emergencia identificando las situaciones de emergencia para realizar los análisis de seguridad.



- Definir los roles y responsabilidades de cada uno de los integrantes del Comité de Emergencia de la organización para su adecuado funcionamiento.
- Orientar y desarrollar la organización y medios adecuados para difundir una estrategia de acción entre los posibles protagonistas de la emergencia para comunicar la información sobre incidentes.
- Notificar oportunamente las situaciones de emergencia, a los diferentes Organismos de Atención de Emergencias (SINAPROC, Bomberos, Cruz Roja) y entidades pertinentes.
- Establecer una coordinación eficaz con los diferentes grupos y entidades conexas para la atención de situaciones de Emergencia.
- Orientar a los colaboradores de la Central Hidroeléctrica Edwin Fábrega para la identificación, evaluación y clasificación oportuna de una situación de emergencia que se pueda generar dentro de la propiedad del proyecto y sus entornos.

### 1.3 Alcance

Este plan es aplicable a la presa, al embalse Fortuna y sus obras auxiliares, el cual incluye equipo técnico de control y la organización para mitigar cualquier condición o causa que pueda llevar a un deterioro o afectación de la presa o del embalse estableciendo normas de seguridad en cada una de las acciones contempladas en este documento.

Es fundamental que las propias organizaciones y las agencias gubernamentales sean notificadas oportunamente, de manera que su personal adecuadamente capacitado, pueda realizar las funciones para las que están más calificados. Por lo que este documento permite a los organismos de protección civil involucrados establecer sus propios programas o adaptar programas existentes, con el objetivo de lograr una coordinación adecuada de las acciones de respuestas y de forma ordenada, además de optimizar los recursos.

### 1.4 Organigrama

En el diagrama siguiente se presenta de forma sucinta la estructura organizacional de ENEL Fortuna, cuyos miembros a nivel técnico y operativo están involucrados con las actividades que se describirán en el PADE.



Estribos	Son los muros sobre los cuales se apoyan las vigas de un puente, presa u otra estructura.
Emergencia	Como lo establece la Cláusula 18ª, en el Contrato de Concesión para la Generación Hidroeléctrica se entenderá por emergencia cualquier situación presente o próxima con razonable probabilidad de ocurrencia, de anomalía, falla o colapso en las estructuras de la CENTRAL HIDROELECTRICA, producida por cualquier causa (incluyendo fenómenos naturales extraordinarios como terremotos, deslizamiento de laderas, grandes crecidas con riesgo de sobrepaso) susceptible de generar caudales, aguas abajo de tales estructuras, que pongan en peligro la seguridad de personas, recursos naturales o bienes.
Explosión	Liberación brusca de una gran cantidad de energía encerrada en un volumen relativamente pequeño, produciendo un incremento violento y rápido de la presión, con desprendimiento de calor, luz y gases.
Galerías	Estructura de concreto armado construida para conducir el agua desde el canal de aducción hasta la tubería de presión.
Incendio	Fuego grande que abrasa lo que no está destinado a arder.
Periodo de retorno	Número de años al cabo de los cuales un evento puede ser igualado o excedido, por ejemplo, caudal máximo de crecida.
Preparación	Actividades, tareas, programas y sistemas desarrollados e implementados antes de una emergencia y que son utilizados para apoyar la prevención, mitigación, respuesta y recuperación.
Prevención	Actividades para evitar o detener la ocurrencia de un incidente.
Riesgo	Es la probabilidad de ocurrencia de efectos adversos sobre el medio natural y humano en su área de influencia con características negativas.
Sección rectangular	Son las conducciones o canales que tienen la forma de un rectángulo.
Sifón	Canal cerrado o tubo que sirve para hacer pasar el agua por un punto inferior a sus dos extremos



Sismo		Temblor o sacudida de la corteza terrestre, ocasionado por desplazamientos internos, que se transmite a grandes distancias en forma de ondas.
Túnel de Conducción	de	Construcción subterránea excavada artificialmente para conducir las aguas desde un sitio a otro.
Túnel de Descarga	de	Construcción subterránea excavada artificialmente para conducir las aguas turbinadas desde la casa de máquina hasta su cauce original.
Túnel de Presión	de	Construcción subterránea excavada artificialmente para conducir las aguas desde el sitio de toma a la casa de máquina.
Talud		Inclinación de la cara de una excavación o de un relleno.
Zona de Seguridad	de	Área de refugio temporal al aire libre, que debe cumplir con las características de ofrecer seguridad para la vida de quienes lleguen a ese punto, para su designación se debe considerar que no existan elementos que puedan producir daños (árboles, cables eléctricos, estructuras antiguas).

### 1.6 Siglas

AES	Central Hidroeléctrica Estí
ASEP	Autoridad de los Servicios Públicos
CHF	Central Hidroeléctrica Fortuna
CHLV	Central Hidroeléctrica Los Valles
CHM	Central Hidroeléctrica Mendre
CHL	Central Hidroeléctrica Lorena
CHP	Central Hidroeléctrica Prudencia
COE	Centro de Operaciones de Emergencia
ENEL	Responsable Primario de la Central Fortuna
GOES	Nombre de Satélite Geoestacionario usado para la transmisión de datos de estaciones telemétricas



NOAA	Agencia Federal para la Administración de la Atmósfera y el Océano por sus siglas en inglés.
PCD	Plataforma Colectora de Datos.
SINAPROC	Sistema Nacional de Protección Civil
CND	Centro Nacional de Despacho
CSS	Caja de Seguro Social
ETESA	Empresa de Transmisión Eléctrica S.A.
DESEP	Departamento de Seguridad de Presas de la ASEP
UTESEP	Unidad Técnica de Seguridad de Presas de la ASEP
IDAAN	Instituto de Acueducto y Alcantarillados Nacionales
PADE	Plan de Acción Durante Emergencia
MOP	Ministerio de Obras Públicas
msnm	metros sobre el nivel del mar
MW	Mega Watts
GWh	Giga Watts hora
NMCE	Nivel Máximo del embalse para la Condición de Emergencia
NmiON	Nivel Mínimo de Operación Extraordinaria del embalse
NMOE	Nivel Máximo de Operación Extraordinaria del embalse
NMON	Nivel Máximo de Operación Normal del embalse

## 2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE LA PRESA DE FORTUNA

### 2.1 Localización General de la Presa Fortuna

La Central Hidroeléctrica ENEL Fortuna se localiza a aproximadamente 35 km al noreste de la ciudad de David, cabecera de la provincia de Chiriquí, República de Panamá. Consiste en el aprovechamiento hidráulico de las aguas del río Chiriquí para la generación eléctrica de 300 MW.

Las aguas son derivadas por medio de una presa de enrocado de 100 m de altura cuya cresta tiene una elevación de 1 056,00 msnm, hacia el túnel de presión y conducidas a través de túnel y tubería forzada hasta la casa de máquinas localizada cerca de la elevación 242 msnm. Las aguas turbinadas son devueltas otra vez al río Chiriquí por medio de un túnel de descarga de 8 km de longitud a una elevación de 217 msnm. La longitud de las obras subterráneas desde la toma en sitio de Presa hasta la descarga en quebrada Barrigón es de aproximadamente 16 km.

La casa de máquinas es subterránea y está localizada a 440 m de profundidad y aloja a tres unidades generadoras de 100 MW tipo Pelton de eje vertical que producen en conjunto en un año de hidrología promedio 1450 GWh.

### 2.2 Descripción de la Presa

La presa se localiza adyacente a la divisoria continental entre los cerros Pinola y Fortuna a una elevación entre 900 y 1 200 msnm en la provincia de Chiriquí.

La presa tiene una altura de 100 m y es tipo enrocado, con pantalla de concreto impermeable en su cara aguas arriba y tiene una longitud de 600 metros en la cresta.

El objetivo de la presa es de formar un embalse de almacenamiento, incrementar la carga hidráulica y derivar las aguas del río Chiriquí para su aprovechamiento hidráulico. El embalse tiene una capacidad de almacenamiento de 172,3 millones de metros cúbicos, a un nivel máximo operativo de 1 050,00 msnm de elevación.

La presa fue construida en 2 etapas, en cada una de las cuales se ha procurado obtener su máximo aprovechamiento hidráulico.

Periodos de construcción:

- 1 era Etapa: 1978 a febrero de 1982
- 2da Etapa: Diciembre de 1991 a octubre 1993

Como dispositivo de evacuación, cuenta con un vertedero lateral no controlado (sin compuertas) a 1 050 msnm, y la cresta de la presa tiene una altura de 1 056 msnm.



Sobre este nivel hay un muro de protección sobre la cresta de la presa de 1,3 m de altura dando una elevación total de retención de 1 057,3 msnm.

Al vertedero lateral se le ha añadido un vertedero fusible que aumenta su elevación 1,07 m, de 1 050,0 a 1 051,07 msnm incrementando la capacidad de almacenamiento de agua del embalse. El vertedero no posee compuertas, por lo que el vertimiento es gradual. El vertimiento máximo ocurrirá a un nivel del embalse de 1 051,07 msnm.

El embalse es alimentado por los aportes de los ríos Chiriquí, Hornito y otros afluentes menores, que cubre una superficie de 1 000 hectáreas a una elevación de 1 050,0 msnm. Los aportes estimados de los tributarios aguas abajo de la presa, se presentan para cada caso en particular.



Figura No 2. Imagen aérea de la Presa de Fortuna.

## 2.3 Trasvase de Fortuna

El trasvase de Fortuna el cual fue construido entre junio de 2004 a julio de 2007 y entró en operación el 15 de agosto de 2007, permitiendo aumentar la capacidad de producción de la hidroeléctrica de la central, mediante la captación del caudal de las quebradas localizadas aguas abajo de la Presa por medio de estructuras de desvío.

### 2.3.1 Generalidades

Las estructuras de trasvase se encuentran localizadas en la margen derecha del río Chiriquí y se extiende desde aguas abajo de la presa de Fortuna hasta el río Casita de Piedra.

El caudal de entrada de  $1,0 \text{ m}^3/\text{s}$  se obtiene mediante el desvío, por gravedad, de los aportes aprovechables del río Zarsiadero y de las quebradas Las Huacas, Pinola y Zumbona hacia el embalse de Fortuna y la utilización de la capacidad disponible del equipo existente de generación de la central.

Consta de las siguientes estructuras:

- Desvío del río Zarsiadero hacia la quebrada Las Huacas, que incluye dos presas vertedoras de derivación, tomas, canales y un túnel de conducción.
- Desvío de la quebrada Las Huacas hacia la quebrada Pinola, que incluye dos presas vertedoras de derivación, tomas, canales y un túnel de conducción.
- Desvío de la quebrada Pinola hacia la quebrada Zumbona, que incluye una presa vertedora de derivación, toma y tubería de conducción.
- Desvío de la quebrada Zumbona hacia el embalse de Fortuna, que incluye una presa vertedora de derivación, toma, tubería y túnel de conducción.

Desde las Figuras No 3 hasta la 6, se presentan fotografías de las obras de desvío las cuales se encuentran localizadas entre el Corregimiento de Caldera Distrito de Boquete y el Corregimiento de Hornito, Distrito de Gualaca, en la Provincia de Chiriquí.



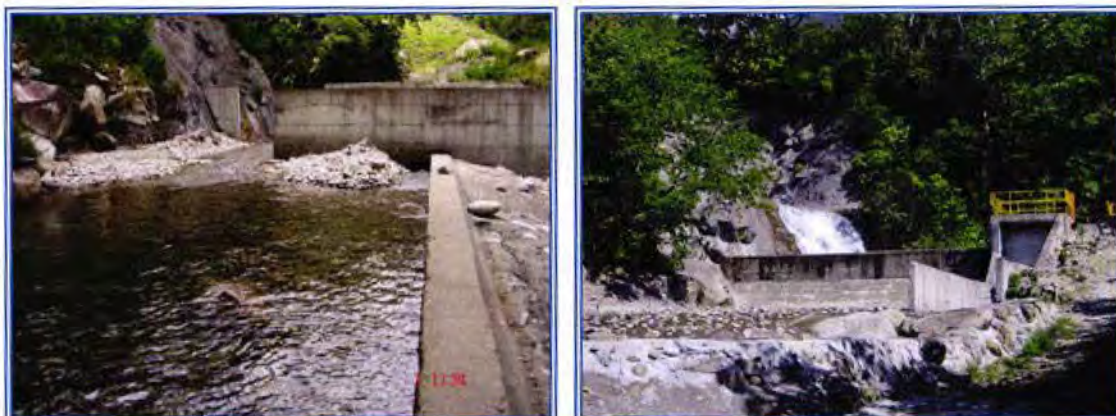


Figura No 3. Fotografías de las estructuras de desvío Presa de Derivación y Presa de Contención Zarsiado. Fuente: ENEL Fortuna, noviembre de 2013.



Figura No 4. Fotografías de las estructuras de desvío Presa de Derivación y Presa de Contención Las Huacas. Fuente: ENEL Fortuna, noviembre de 2013.



Figura No 5. Fotografías de las estructuras de desvío Presa de Derivación de Pinola. Fuente: ENEL Fortuna, noviembre de 2013.





Figura No 6. Fotografía de las estructura de desvío Presa de Derivación de Zumbona.  
Fuente: ENEL Fortuna, noviembre de 2013.

Hay que indicar que las estructuras del Trasvase de Fortuna que consisten básicamente de presas de derivación y no de almacenamiento, son de poca altura según se indica en la descripción y se aprecia en las fotografías, por lo que no presentan riesgo para la propia estructura de la Presa Fortuna y para las comunidades, poblaciones y estructuras vitales localizadas en las riberas del río Chiriquí.

Por esta razón solo se han declarado, pero no se incluyen dentro del PADE por ser estructuras de muy bajo riesgo.

Aguas arriba de la presa y embalse Fortuna, no hay asentamientos humanos ya que es una reserva forestal, pero aguas abajo están localizados los valles y planicies de inundación del río Chiriquí existente cerca de los ríos Estí, Chiriquí y Cochea, los municipios que atraviesa son Gualaca y David, en las márgenes izquierda y derecha del río Chiriquí, a pocos kilómetros de David, capital de la provincia de Chiriquí.

En esta cuenca hidrográfica 108 del río Chiriquí, aguas abajo de la presa de Fortuna, actualmente se han desarrollado y se están explotando otros proyectos hidroeléctricos en cascada, desde la confluencia de los ríos Caldera y Los Valles con el río Chiriquí. Todos estos ríos son aprovechados para la generación de energía eléctrica y desarrollan su recorrido en la vertiente sur en dirección al Océano Pacífico.

Los proyectos identificados desde aguas abajo de la presa de Fortuna hacia la desembocadura, son los siguientes: Los Algarrobos, Los Valles, Mendre 1 y 2, Estí, Gualaca, Prudencia y Lorena. (Apéndice 3).



## 2.4 Instrumentación de La Presa Fortuna

ENEL cuenta con una red de dispositivos y puntos de medición en la presa, para el monitoreo continuo e identificación de eventos que puedan poner en riesgo la estructura.

Estos dispositivos o instrumentación, que incluyen puntos de control hidrológicos y topográficos se instalaron en la presa durante su etapa de construcción, otros al inicio de entrada en operación, otros durante la construcción de la segunda etapa y otros han sido instalados recientemente, con la finalidad de actualizar la instrumentación, mejorar su confiabilidad y de hacer más expedita la recolección de datos utilizando tecnología de punta.

Todos estos dispositivos y puntos de control han registrado por más de treinta años información histórica valiosa, acerca de la situación de las estructuras ya mencionadas. Se cuenta con la interconexión inalámbrica de 6 estaciones ubicadas en sitio de presa, las cuales, se encargan de la recolección de datos del comportamiento de filtraciones, condiciones medioambientales y niveles correspondientes. Comprende el enlace de dichos equipos a un solo punto de convergencia, que transmiten de manera remota en la red de Enel Fortuna y se visualiza por medio de una pantalla de monitoreo toda la información de manera inmediata ante cualquier situación o fenómeno climatológico presente en dicho instante.

Entre los dispositivos instalados para el monitoreo con que cuenta la Presa de Fortuna se tienen los siguientes:

- 3 acelerógrafos. Ver Figura No 7.
- Sensor de presión para medir el nivel de agua del embalse
- Piezómetros para medir el nivel freático. Ver Figura No 8.
- Celdas hidráulicas de asentamiento. Ver Figura No 9.
- Sitios de aforos de filtraciones. Ver Figura No 10.
- grietómetros en la losa de aguas arriba de la Presa

los acelerógrafos se utilizan para comparar el valor de la aceleración de la presa con el valor de diseño y para analizar el comportamiento de la presa evaluando la amplificación del sismo, ya que la presa tiene tres acelerómetros a diferente elevaciones.

Desde las figuras No 7 a 10, se presentan fotos de algunos instrumentos para el monitoreo de datos de la presa Fortuna.



Figura No 7. . Registrador y acelerógrafo de la Presa. Fuente: Consultor, mayo 2013.



Figura No 8. Piezómetro y galvanómetro para medir el nivel freático.  
Fuente: Consultor, mayo de 2013.





Figura No 9. Celda hidráulica de carga y ubicación en la Presa. Fuente: Consultor, mayo 2013.



Figura No 10. Vertedero y equipo de aforo para medir filtraciones de la presa. Fuente: Consultor, mayo de 2013.

## 2.5 Franjas de Operación del Embalse Fortuna:

En el Cuadro No.1 se presentan las franjas de operación del embalse de la Central Hidroeléctrica Edwin Fábrega.

Cuadro No. 1: Franjas de Operación del embalse Fortuna de la Central Hidroeléctrica Edwin Fábrega.

Franjas de normas de operación	Presa Fortuna
	Elevación (msnm)
NmiOE	1 000,00
NmiON	1 007,00
NMON	1 050,00
NMOE	1 051,20
NMCE	1 057,00

Dónde:

NmiOE: Nivel Mínimo de Operación Extraordinaria

NmiON: Nivel Mínimo de Operación Normal

NMON: Nivel Máximo de operación Normal

NMOE: Nivel Máximo de Operación Extraordinario

NMCE: Nivel Máximo de Crecida Extraordinaria



## 2.6 Descripción de Sitios poblados y Estructuras Esenciales Aguas abajo del embalse Fortuna

Con relación a la densidad y actividad de la población, se observa en el Mapa General que, de los casi 49 km del río en estudio, los primeros 34 km tiene asentamiento rurales dispersos en ambas riberas. Mientras que, en los últimos 15 km aguas abajo hasta la desembocadura, se concentran poblaciones urbanas de mayor densidad, estructuras y actividades agrícolas y comerciales de importancia.

De las imágenes de Google Earth y de las giras de campo, se observa que los terrenos en la cuenca de Fortuna son de paisaje agreste y presentan buena cobertura boscosa, y los tributarios presentan cauces con pendientes superiores a 1%. La cobertura del suelo es delgada a moderada sobre lecho de roca volcánica. Con excepción de pequeñas áreas utilizadas para el pastoreo de ganado y la producción de café, la cuenca alta no presenta asentamientos humanos y desarrollos importantes. La forma de la cuenca es aproximadamente circular y el área de la cuenca por encima de la Presa de Fortuna sitio de presa es de 167,9 km<sup>2</sup>.

Aguas abajo del sitio de Presa el Río Chiriquí corre a través de valles bien empinados aproximadamente 16 km hasta que se une con el Río Los Valles. Este tramo se caracteriza por ser un cauce ligeramente sinuoso, encajonado por el valle y las pendientes del río presenta rangos entre 1,7% al 13 %, y el lecho está formado por grandes rocas y cantos rodados.

Después de la confluencia con el Río de Los Valles, el Río Chiriquí forma un canal bien definido con amplias llanuras de inundación a lo largo de las márgenes del río, sin embargo, el río y llanuras de inundación todavía presentan una pendiente descendente bastante empinada, con rangos que varía desde 0,5 % a 1,1 % . La pendiente media de este tramo de 36 km que se extiende desde el río Los Valles hacia abajo hasta Veladero es 0,8 %. Desde Veladero el río Chiriquí recorre otros 22 km hacia el mar con una pendiente media del 0,15 %, con la mitad inferior de este tramo bajo la influencia de los cambios de mareas.

Se desprende que en los primeros 16 km aguas abajo del sitio de presa de Fortuna, se presentan pocos asentamientos rurales dispersos en ambas riberas, mientras que, en 58 km hacia aguas abajo, se concentran poblaciones de mayor densidad, estructuras y actividades agrícolas y comerciales de importancia. Aunque de los mapas topográficos se observa que estas áreas pobladas tienden a estar ubicadas en zonas de mayor elevación local, pero podrían estar sujetas a inundaciones en condiciones extremas.



Los sitios poblados y estructuras esenciales identificadas, que se localizan en las riberas del Río Chiriquí aguas abajo de la Presa Fortuna se presentan en los cuadros No. 2 y 3 son las siguientes:

Cuadro No. 2. Lugares poblados aguas abajo de la Presa Fortuna

Lugar Poblado	Viviendas	Población
Casita De Piedra	7	15
El Barrero	10	36
El Cope	11	63
Quebrada Seca	3	10
Bajo De Las Palmas o Cerrillos Abajo	12	27
Cerrillos	38	151
Finca Rolando Real	2	4
Finca Tommy Sitton	1	1
Chiriquí	687	2,429
Paja Blanca	40	140
Río Chiriquí	2	5
Finca Emparat		
Hato Viejo O El Valle	248	884
La Eloisa	1	9
Las Lomas O Llano Del Medio	3,937	14,599
Mata De Limon	95	408
Río Chiriquí O Rancho Grande	3	20
La Reserva		
El Higuera	163	631
La Esperanza	27	81
Las Colonias O El Palomo	21	100
Las Guaquitas	8	34
Bajo Largo	1	4
Chiriquicito	45	164
Chiriquicito Abajo		
Rincon	183	692
Veladero (P)	15	54

Fuente: Volumen I: Lugares Poblados de la República, INEC, Contraloría General de la Republica. Junio 2011

Nota:

El color en amarillo representa las comunidades en riesgo de inundación parcial en caso de la crecida extrema (1 en 10 000 años)

En rojo las comunidades en riesgo de inundación total en caso de ruptura de presa.

El color verde representa las comunidades en riesgo bajo de inundación en caso de ruptura de presa.



---

**Cuadro No. 3. Centrales Hidroeléctricas y estructuras aguas abajo de la Presa Fortuna**


---

 Canal de descarga de Central Los Valles
 

---

 Sitio de Presa y Toma Planta Mendre I
 

---

 Conducción Planta Mendre I
 

---

 Casa de Máquinas y Sitio de Descarga Planta Mendre I
 

---

 Toma y Conducción Planta Mendre II
 

---

 Tubería de Presión y Casa de Máquinas Planta Mendre II
 

---

 Descarga Planta Mendre II
 

---

 Presa de desvío de Estí (Presa Chiriquí)
 

---

 Casa de Máquinas Planta Gualaca
 

---

 Canal de Conducción Planta Lorena
 

---

 Casa de Máquina Planta Prudencia
 

---

**2.7 Categorización de la Presa Fortuna**

Según la normativa de ASEP aprobada por la Resolución AN No. 3932-Elec del 22 de octubre de 2010, la categorización de la presa se analiza con base en el riesgo de potenciales impactos basados en las pérdidas incrementales que una falla de presa pudiera dar lugar, tal como se indica en el cuadro siguiente.

Se entiende que esta tipificación en categorías, ampliamente adoptada y justificada, es más realista en virtud de representar los potenciales riesgos demográficos de frecuente aparición.

Según el análisis de ruptura por un fallo hipotético de la presa, tanto en condiciones normales o por inundaciones, el cual fue realizado por Acres en 2002 para evaluar el impacto de las inundaciones aguas abajo de la presa y para confirmar/bajar la clasificación inicial de la presa, Fortuna fue clasificada como una estructura de alto riesgo.

Además, las condiciones en que Acres realizó el estudio en 2002 son similares a la actuales, inclusive ha aumentado debido a que aguas abajo se han desarrollado nuevos proyectos hidroeléctricos y estructuras esenciales así como aumento de la población.

**Riesgo potencial alto:** Estas presas son tipificadas como de categoría "A" y son aquellas en las que las fallas o mala operación probablemente causen pérdidas de



vidas humanas. Otros aspectos pueden contemplarse pero no son atendibles para esta categorización.

En el cuadro No. 4 se presenta la Categorización Según el Riesgo Potencial de la presa Fortuna.

Cuadro No. 4. Categorización Según el Riesgo Potencial de la presa Fortuna

Categoría	A		B	C
Riesgo	Alto	Cumple	Significativo	Bajo
Pérdida directa de vidas	Seguro (en uno o más desarrollos residenciales, comerciales o industriales)	√		
Pérdida de servicios esenciales	Interrupción de instalaciones esenciales y de vías de comunicación a niveles críticos	√		
Pérdidas en Propiedades	Extensa sobre instalaciones públicas y privadas	√		
Pérdidas Ambientales	Alto costo de la mitigación o imposible de mitigar	√		

Fuente: *Preliminary Dam Break Flood Study Report prepared and issued by Acres for the Study of Risk-Based Flood Assessment for the EGE-Fortuna, S.A. Generating Station signed on July 5, 2002.*

Es remota la posibilidad de pérdida incremental de vidas, inmediatamente aguas abajo de la Presa Fortuna, ya que los habitantes de esta zona habitan y se desplazan a elevaciones superiores a los que potencialmente se pueden inundar. Sin embargo, abajo de la confluencia del río Los Valles hay casas y poblados con poblaciones pequeñas que están en riesgo debido al incremento del nivel de agua.

Bajo condiciones de inundación y daños por inundación serían significativos. Los resultados sugieren que la prevención de un rebasamiento de presa durante períodos de inundación es muy importante.

Por lo tanto, la Presa Fortuna se le asignó una clasificación de alto riesgo en condiciones de falla por inundación.

Nota: La Categorización de la presa, como un estudio con documentación específica, está en proceso de elaboración, no obstante, es manejada como Categoría A para efectos del PADE hasta que se tenga el estudio completo que se entregará a esta Autoridad posteriormente.



### 3 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE ALERTA HIDROLÓGICO

Cumpliendo con el compromisos de reducir y mitigar las consecuencias que, sobre la explotación del embalse Fortuna, pueden ocasionar las crecidas extraordinarias, ENEL Fortuna actualmente se encuentra en la etapa de fortalecer (está actualizando) el sistema de telemetría vía satélite el cual consiste de tres estaciones hidrométricas, de las cuales dos están instaladas en la parte alta de la cuenca y una está instalada en el eje la presa; un sensor de niveles instalado a la entrada del trasvase al embalse y una estación meteorológica tipo "A" instalada cerca de las oficinas de Medio Ambiente en sitio Presa.

Nuestra red de telemetría está integrado por los siguientes componentes:

- Plataformas colectoras de datos (PCD) con transmisión horaria vía satélite GOES
- Estación Terrena y decodificador
- Estación Maestra
- Software para procesamiento y presentación de datos

Se está integrando también al sistema de información Hidrometeorológico de ENEL, los pronósticos meteorológicos diarios que desarrolla la Gerencia de Hidrometeorología de ETESA y las imágenes satelitales de la NOAA. Adicionalmente, para que los operadores de turno y el personal tomador de decisiones pueda darle seguimiento a las condiciones hidrometeorológicas reinantes en el área, se completará el ciclo con capacitación en la interpretación de la información recibida. Las acciones indicadas permitirán a ENEL tomar medidas preventivas con relación a las poblaciones en riesgo localizadas aguas abajo de la presa, tales como avisos a las autoridades competentes (SINAPROC, autoridades locales, etc.), medios de comunicación y público en general en caso de presentarse vertidos en la presa y en casos de una emergencia de otro índole.

En las figuras 11, 12 y 13 se presentan el esquemático del Sistema de Alerta Temprana, la antena receptora y las salidas del software DATASIGTH respectivamente.

En el cuadro No. 5 y la Figura No 14 se presenta la localización de las estaciones hidrometeorológicas con que cuenta la presa de Fortuna.



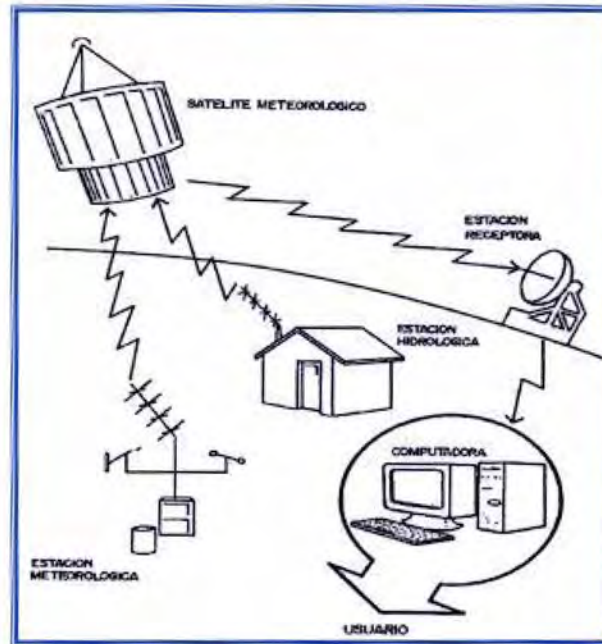


Figura No 11. Esquemático del Sistema de Alerta Temprana de ENEL Fortuna. Fuente: ENEL, mayo de 2013.



Figura No 12. Antena terrena GOES y Salidas del Software DATASIGTH. Fuente: ENEL, octubre de 2013.



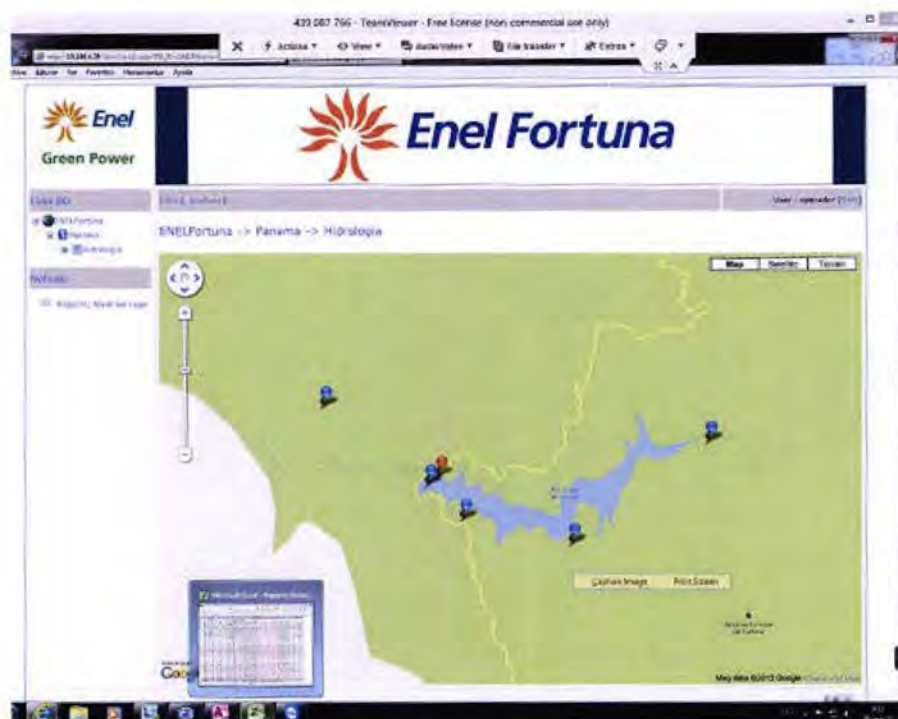


Figura No 13. Salida del Software DATASIGTH. Fuente: ENEL, octubre de 2013.

Cuadro No. 5. Ubicación de estaciones hidrológicas en Fortuna

Nombre	Lugar	Tipo de Estación	Coordenadas UTM (m)		Elev. (m)
			Norte	Este	
Sitio de Presa	Presa Fortuna	Pv, El	966 578	362 555	1 053,00
Bijao	Río Chiriquí	Pv, El	966 643	371 721	1 058,00
Hornito	Río Hornito	Pv, El	964 141	365 013	1 121,00
Casita Rosada	Oficinas Ambiente	A	961 813	364 807	1 271,00
Trasvase	Norte Sitio de Presa	Pv, El	966 768	362 924	1 060,828
Corella	Río Zarziadero	Pv	968 806	359 787	1 096,00

Pv: Pluviómetro

El: Niveles (río o embalse)

A: Meteorológica (Pv, velocidad y dirección de viento, radiación, etc.)

Fuente: ENEL Fortuna

Toda esta data es colectada y enviada mediante el sistema GOES de cada estación, ya que se cuenta con direcciones a los satélites de la NOAA y de allí toda la información colectada baja a una estación terrena propia de ENEL GREEN POWER ubicada en Casa de Control, marca SUTRON usando un software del propio SUTRON, denominado LRGS mas el paquete DCS Tool Kit quien manipula la Base de Datos y luego al llegar toda la data cruda, la misma es visualizada con el nuevo software DataSight ®, el cual está en línea. En las Figuras de 12 a la 13 se presentan las pantallas de Data sigth.

La data adicionalmente, es almacenada en tres servidores dedicados propiedad del Gobierno de Estados Unidos, directamente con la NOAA y la misma sirve de respaldo por si fallara la estación terrena, lo que indica que el sistema es redundante y cuenta con respaldo alternativos para acceder a los datos. También se cuenta con respaldo de información de niveles del embalse Fortuna a través de la Gerencia de Hidrometeorología de ETESA, información que es de dominio público.

En el DataSight se introducirán los límites establecidos en el PADE y se programarán las alertas, de manera que cuando se alcancen o rebasen los límites, se activen automáticamente las alertas respectivas.

A mediano plazo 1 a 2 años, se tiene contemplado el establecimiento de un software que nos permita pronosticar las entradas de aportes al embalse.

A los datos también se pueden acceder remotamente como invitado, utilizando el software Teamviewer.



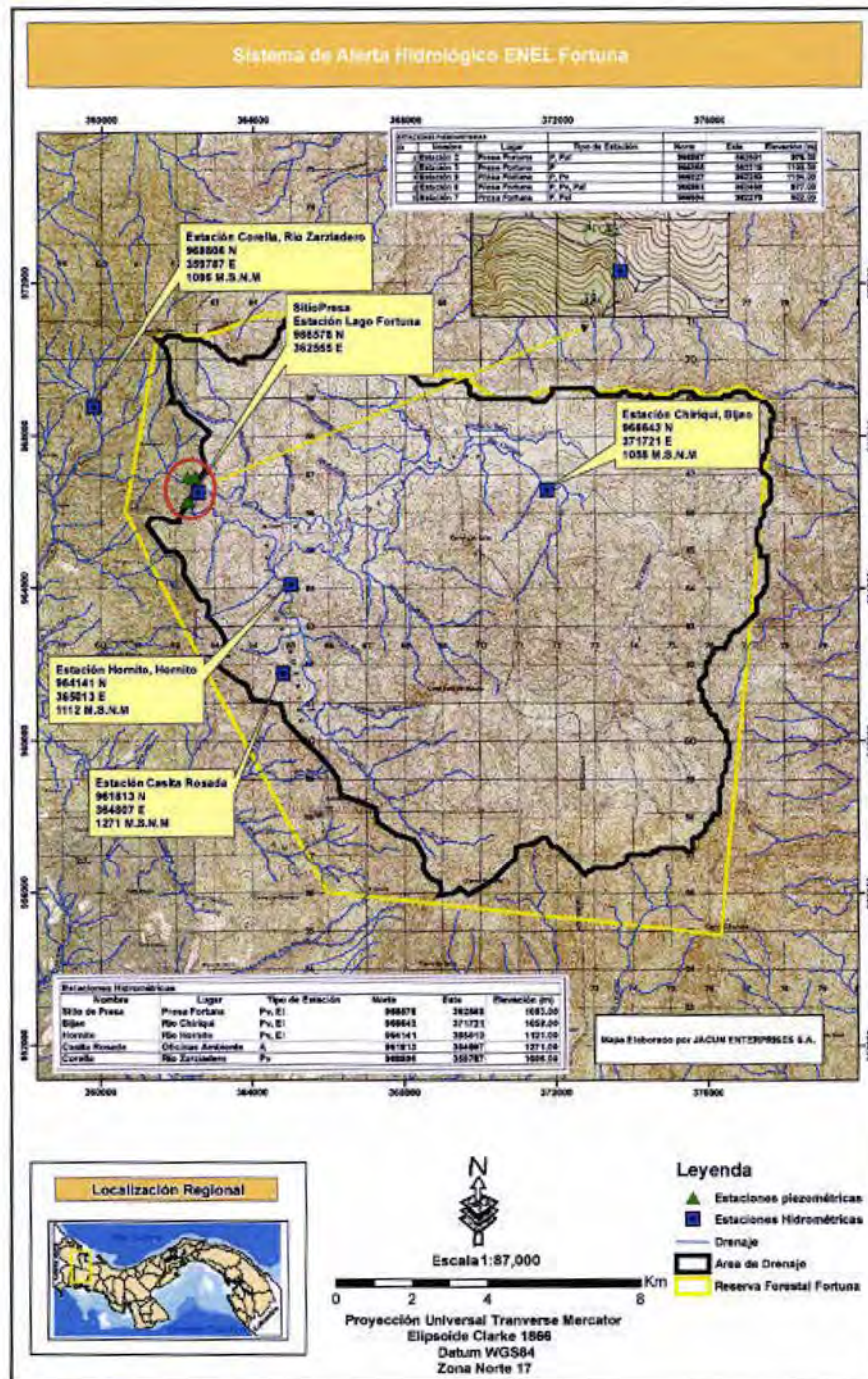


Figura No 14. Localización de las estaciones hidrometeorológicas de la cuenca de Fortuna aguas arriba de la Presa. Fuente: Consultor, septiembre de 2013.



#### 4 SIMULACROS DE EMERGENCIA Y ACTUALIZACIÓN DEL PADE

Una vez al año, ENEL Fortuna se compromete a preparar y a realizar un ejercicio de simulacro de activación del PADE para eventos de crecidas o de sismos.

El Coordinador de Emergencia de ENEL Fortuna es el responsable del simulacro, por lo que es el encargado de preparar, coordinar, divulgar e invitar a participar con antelación a todo el personal responsable de la explotación del embalse, a las autoridades y entes externos involucrados, establecer la fecha de realización del simulacro y el grado de dificultad que se requiere ejercitar.

Para ello ENEL Fortuna simulará la ocurrencia de Situaciones de Emergencia para eventos de crecidas o sismos dentro de los cuales se debe poner a prueba la operatividad de los equipos (instrumentación hidrológica, geotécnica, comunicaciones, descarga del vertedero y otras estructuras hidráulicas de descarga) y del personal responsable de la operación de la Presa.

La finalidad es verificar la operatividad de los equipos y ejercitar al personal responsable de la operación de la Presa, en caso de emergencias, en la aplicación y respuestas al PADE.

Posterior al simulacro se evaluarán las respuestas a las dificultades o escenarios desarrollados y se preparará un informe a fin de detectar oportunidades de mejora en la aplicabilidad del mismo. El Informe Final será presentado a SINAPROC con copia a UTESEP donde se especificará lo siguiente:

- Descripción del ejercicio planteado.
- Desarrollo del ejercicio.
- Objetivos buscados con el ejercicio.
- Grado de preparación individual del personal.
- Nivel de coordinación entre el personal y con terceros.
- Dificultades presentadas.
- Problemas de los sistemas de comunicación.
- Adecuación de los medios materiales disponibles.
- Grado de cumplimiento de los objetivos buscados con el ejercicio.
- Fallas del PADE y modificaciones propuestas para la siguiente actualización.



En el punto 9, se presenta el procedimiento MXCA HSE PE 447 "Plan de Respuesta a Emergencias de la Central Hidroeléctrica Fortuna" y el MXCA ENV PE 447 "Plan de Actuación De Emergencias de la Central Hidroeléctrica Fortuna", el cual desarrolla los procedimientos operativos para la CH Fortuna.

## 5 PLANIFICACIÓN DE LAS ACCIONES DURANTE EMERGENCIAS (PADE)

El Plan de Acción Durante Emergencia (PADE) es un plan formal escrito que identifica los procedimientos y acciones que ENEL Fortuna deberá seguir durante los escenarios de emergencia establecidas en la Resolución 3932 del 2010 y la Resolución 11761-ELEC del 9 de noviembre de 2017, que aplican a la Central Hidroeléctrica Fortuna.

Este plan se centra en las siguientes etapas:

**Prevención:** La mejor manera de manejar una crisis es evitarla. Por lo tanto la capacitación del personal de la Central, y el desarrollo de metodologías destinadas a minimizar los riesgos son parte integral de este PADE.

**Preparación:** El PADE es revisado anualmente, actualizado y aprobado internamente; una vez aprobado es divulgado a todos los colaboradores de la Central Hidroeléctrica Fortuna, especialmente a los grupos de emergencias, a las entidades involucradas y a las comunidades en riesgo de vulnerabilidad.

**Respuesta:** Se refiere a la puesta en práctica de los procedimientos para atender las situaciones de emergencia aplicables y de acuerdo al tipo de alerta indicada por la emergencia.

**Recuperación:** Es parte del PADE las acciones de corrección y restablecimiento de la operación normal de la presa y embalse de la Central Hidroeléctrica Fortuna y sus alrededores hasta su condición original o más cercana a esta. El tiempo de recuperación dependerá del tipo de emergencia o escenario y de cómo se ha desarrollado. Las instrucciones y/o guías de respuesta presentadas en este Plan aplican a todo el personal de la CH Fortuna, a sus contratistas, proveedores, visitantes y cualquier otro personal vinculado con la empresa, mientras se encuentre dentro de las instalaciones de la Central.

Como documento, es un manual que, con mayor o menor rigidez, establece posibles acciones a seguir en caso de emergencias. La importancia de analizar todos los aspectos de una posible emergencia con algún equipo o procedimiento, lleva a adoptar medidas preventivas correctas y preparar a las personas para tomar las



acciones más adecuadas que minimicen los efectos nocivos de dichas emergencias.

De acuerdo a las emergencias que se pueden presentar en la Central Hidroeléctrica Fortuna, y que ponen en riesgo la seguridad de las instalaciones, personas y el ambiente, la más inminente va dirigida hacia la presa de Fortuna.

Estas emergencias se han identificado básicamente de origen natural y de tipo humano, los cuales se agravan en situaciones que se vean involucradas por las actividades humanas; entre estos riesgos se pueden mencionar:

a) Naturales:

- Crecidas
- Niveles de aguas inusuales
- Deslizamientos de tierra o falla de los taludes
- Sismos o terremotos.

b) Humano

- Sabotaje
- Vandalismo
- Operación inadecuada de los equipos de la Casa Máquina y Bocatoma

La presa Fortuna fue diseñada y proyectada con márgenes de seguridad suficientes para las diferentes contingencias que el mismo pueda soportar a lo largo de su vida útil. Las emergencias consideradas en este plan son las siguientes:

- Vertimiento bajo condiciones de crecidas ordinarias y extraordinarias
- Colapso Estructural en Condición de Operación Normal
- Por Colapso Estructural durante Crecidas Extraordinarias

En caso que se dé una emergencia por los puntos antes mencionados o cualquier otra anomalía las acciones inmediatas a tomar son:

- Identificación, evaluación y clasificación de la situación
- Mitigación de la situación
- Notificación del manejo de emergencia (Diagramas)

ENEL cuenta con el Procedimiento Estándar de Operaciones P04, Control del Embalse (Ver Anexo 2).



## 5.1 Prevención

Lo esencial para Enel Fortuna es la prevención de cualquier tipo de emergencias, por lo que la empresa se ha organizado para enfrentar cualquier eventualidad de este tipo, capacitando y preparando al personal de manera regular en la forma de actuar en caso de presentarse cualquier situación de emergencia.

Asociado a la prevención está la previsión y por esta razón ENEL Fortuna cuenta con una red de dispositivos y puntos de medición en la presa, para el monitoreo continuo e identificación de eventos que puedan poner en riesgo la estructura. También cuenta con un sistemas de predicción meteorológica, en etapa de fortalecimiento para el monitoreo y vigilancia de fenómenos meteorológicos. En el punto 2.4 se desarrolló este inciso.

En todo caso, al presentarse una situación de emergencia, el primer anillo para identificar y los más aptos para contrarrestar los efectos negativos de ésta, son los propios trabajadores. Por lo que un plan de emergencia preestablecido haciendo partícipe a los propios colaboradores, el entrenamiento regular y la actualización del plan es el mecanismo más eficaz y eficiente para dar respuesta rápida y de manera coordinada a cualquier situación de emergencia que se presente.

Asociado también está el proceso de Organización de las Comunidades que se ubican en la zona de impacto por la ocurrencia de una emergencia: Organizar a las comunidades por medio de SINAPROC, permitirá que ellas mismas elaboren e implementen sus planes de evacuación; coordinen los albergues temporales y principalmente tomen conciencia del riesgo a que están expuestas y permita a todos los actores locales ser un ente de cambio y desarrollo para sus comunidades.

El establecimiento de planes de gestión de riesgos comunitarios, será complementada con un Sistema de Alerta Temprana, que permite avisarle a las comunidades aguas abajo de la presa, de la existencia de una emergencia y el mismo está vinculada con la red de vigilancia y pronóstico de amenaza hidrometeorológicas. Su objetivo es la prevención o anticipar la incidencia de una amenaza, definiendo cuándo y dónde se concretará la misma; lo que permite comunicar la información a quienes la requieren, con la antelación suficiente para tomar las medidas previstas en un plan de emergencias.

Aunque todos los colaboradores de ENEL Fortuna son responsables de comunicar cualquier anomalía, de manera proactiva ENEL Fortuna también ha organizado un COMITÉ DE EMERGENCIA DEL PADE DE ENEL FORTUNA, cuyas funciones son activarse para responder de manera expedita cuando se ha identificado una anomalía o emergencia.



## 5.2 Identificación de las Emergencia

Para identificar y mitigar posibles fallas producto de la naturaleza se realizan inspecciones y revisiones periódicas por parte del personal de operaciones y los debidos registros y cronogramas de mantenimientos preventivos de los equipamientos. Se ha capacitado al personal de operaciones para operar los equipos adecuadamente, también se cuenta con los Manuales de Operación, Mantenimientos y Normas de seguridad operacionales. Referencia, Procedimiento Estándar de Operaciones P04, Control del Embalse.

Las situaciones de emergencia de carácter antropogénico no se contemplan en este plan debido a que:

- Todo el personal operativo y de mantenimiento se les capacita regularmente para operar los equipos de manera apropiada y así minimizar o eliminar los riesgos de operación inapropiada de los equipos.
- Las instalaciones son monitoreadas mediante un Sistema de Vigilancia instalado en las oficinas. El sistema de vigilancia y control cuenta con cámaras de vídeo entre ellas móviles y fijas, comandadas desde la Sala de Operaciones de la Casa Control de la Central Fortuna, con registro de imágenes. Las imágenes registradas serán archivadas en un servidor de video. Además, se realizan recorridos e inspecciones periódicas por el Personal de Operaciones en las áreas minimizando así la ocurrencia de sabotaje y vandalismo.

### 5.2.1 Detección de la Anomalia

Para la detección de cualquier anomalia, el personal de ENEL Fortuna realiza dos tipos de inspecciones: las inspecciones programadas o rutinarias y las de respuesta a eventos.

Las inspecciones rutinarias se realizan con la siguiente periodicidad y son responsabilidad el Equipo de Instrumentación Geotécnica.

- Toma de lecturas de los piezómetros mensualmente.
- Filtraciones de la presa mensualmente.
- Puntos Topográficos de Control Vertical y Horizontal en la Pantalla, trimestralmente.
- Celdas Hidráulicas de Asentamiento mensualmente.
- Puntos de Convergencia en el Eje de Presa mensualmente.
- Monitoreo de Eventos Sísmicos (Acelerógrafos), mensualmente.



- Batimetrías, cada dos (2) años.

Las inspecciones como respuesta a eventos se realizan cuando se ha registrado un sismo fuerte (monitoreo sísmico) cercano al área de influencia o ha ocurrido un vertido por el vertedero lateral de la Presa, con la finalidad de verificar sus condiciones.

Después de las inspecciones realizadas por el personal de Operaciones y Mantenimiento y de las recomendaciones de su informe, de ser necesario se aplican inmediatamente medidas correctivas para evitar peligros de avería grave o daños a la Presa y sus instalaciones.

Si existe el peligro de daños aguas abajo por vertimiento o se identifican averías graves de la Presa y/o sus instalaciones y no se puede asegurar con certeza que pueda ser controlado mediante la aplicación de las medidas correctivas y medios disponibles, el Operador de planta o en su defecto el Coordinador del PADE, activará inmediatamente el Plan de Acción Durante Emergencias (PADE) y de acuerdo al tipo de alerta, se pondrá en práctica el diagrama de notificación que se describe en la sección 7.2.

Por lo general, la activación de las alertas en ENEL Fortuna depende de las situaciones o eventos que se presenten y se activa dependiendo de la elevación que alcance el embalse y de las condiciones hidrometeorológicas imperantes que se esperan en las próximas horas.

Para el caso de sismos depende de la distancia del epicentro al eje de la presa.

### **5.2.2 Tipos de Alerta**

La definición de la alerta es el punto de inicio del desarrollo de operaciones para afrontar la emergencia y para su manejo apropiado. Según la resolución de ASEP AN No. 11761-Elec Panamá, 9 de Noviembre de 2017, los tipos de alerta son los siguientes:

Los tipos de alerta son:

- Alerta Blanca
- Alerta Verde
- Alerta Amarilla
- Alerta Roja.

ENEL Fortuna procederá a comunicar mediante llamada y correo escrito a: Centro de Operaciones de Emergencias (COE) de SINAPROC primeramente, luego a la Unidad Técnica de Seguridad de Presas (UTESEP) de ASEP, al Centro Nacional de Despacho y la Gerencia de Hidrometeorología de ETESA, Autoridades Locales



y pobladores ubicados en áreas cercanas, que se han alcanzado los 1 049,00 msnm y que activa la alerta blanca.

Se procederá también a comunicar a los Generadores de las Hidroeléctricas localizados aguas abajo, que estén en riesgo en caso falla de la presa, en todos los tipos de alertas declaradas.

*“Notificación: El Alerta Blanca es declarada por ENEL, quien tiene la responsabilidad de notificar la magnitud y evolución de los caudales que transportará el río aguas abajo de la presa a notificará de la situación a los pobladores ubicados en el área de influencia y a las autoridades locales para que inicien las operaciones previstas de acuerdo a la magnitud.”*

Para el caso de la Alerta Verde, ENEL como Responsable Primario, procederá a notificar la magnitud y evolución de los caudales que transportará el río aguas abajo de la presa tanto a los pobladores ubicados en el área de influencia establecida en el Plan de Acción durante Emergencias (PADE). Además ENEL como Responsable Primario notificará a: Centro de Operaciones de Emergencias (COE) de SINAPROC primeramente, luego a la Unidad Técnica de Seguridad de Presas (UTESEP) de ASEP, al Centro Nacional de Despacho y Gerencia de Hidrometeorología de ETESA, Autoridades Locales y pobladores ubicados en áreas cercanas. ENEL como responsable primario, dará aviso a las autoridades involucradas para poner en marcha las acciones estipuladas en sus correspondientes planes locales.

Para el caso de la Alerta Amarilla, ENEL como Responsable Primario declara la alerta a: Centro de Operaciones de Emergencias (COE) de SINAPROC primeramente, luego a la Unidad Técnica de Seguridad de Presas (UTESEP) de ASEP, al Centro Nacional de Despacho, Gerencia de Hidrometeorología de ETESA, Autoridades Locales y pobladores ubicados en áreas cercanas. ENEL dará aviso a las autoridades involucradas para poner en marcha las acciones estipuladas en sus correspondientes planes locales.

Para el caso de la Alerta Roja, ENEL como el Responsable Primario, declara la alerta al Centro de Operaciones de Emergencias (COE) de SINAPROC primeramente, luego a la Unidad Técnica de Seguridad de Presas (UTESEP) de ASEP, al Centro Nacional de Despacho, Gerencia de Hidrometeorología de ETESA, Autoridades Locales y pobladores ubicados en áreas cercanas. ENEL dará aviso a las autoridades involucradas para poner en marcha las acciones estipuladas en sus correspondientes planes locales.

ENEL Fortuna como responsable primario se encargará de notificar las alertas a las autoridades, a la población y público en general.



En el cuadro No. 6 se presenta el resumen de los tipos de alertas, la identificación de la emergencia, la característica de la emergencia y su desarrollo y la entidad responsable de darle seguimiento y de declararla.

Cuadro No. 6. Resumen de Tipos de Alertas, Identificación de la Emergencia y su desarrollo y el Ente Responsable de Declararlo.

Alertas	Identificación de la emergencia	Características	Declarado por:
<b>Blanca</b>	Vigilancia reforzada	<p>Se está desarrollando una situación potencialmente peligrosa que implica la necesidad de un manejo controlado del embalse para la evacuación de caudales.</p> <p>En caso de movimiento sísmicos alejados de la zona de las presas o cuando se detectaron anomalía susceptibles de comprometer la integridad de las obras en un plazo relativamente corto.</p>	ENEL como Responsable Primario
<b>Verde</b>	Preocupaciones serias	<p>Se está desarrollando un comportamiento anormal o una situación de contingencia en la(s) presa(s). En esta situación se presenta una erogación imprevista de caudales que puede ser provocado por el comportamiento anormal de una presa o estructura componente de la misma.</p> <p>Esta alerta involucra procedimientos y actividades a desarrollar por personal con responsabilidades asignadas en el PADE. No está en peligro la presa al momento de la observación.</p>	ENEL como Responsable Primario
<b>Amarilla</b>	Peligro Inminente	<p>Existen condiciones que hacen que la estructura sea inestable creando una situación potencialmente peligrosa de una presa con posibilidad de falla. O las condiciones de operación sean tales que pueden amenazar vidas. No se presume que haya tiempo de retardo para la falla o tiempo para evaluar y controlar la situación.</p> <p>Son situaciones que pueden conducir a este peligro: sismos; potencial deslizamiento de laderas en el embalse; principio de desarrollo de falla; anomalías detectada por los instrumentos de auscultación internos o externos; actos de vandalismos o sabotaje</p>	ENEL como Responsable Primario



Roja	Rotura constatada	La falla, el colapso parcial o total es inminente o ha ocurrido, con pérdida incontrolable de agua del embalse. Se tiene que la crecida catastrófica afectará a la población de aguas abajo de la presa, la situación es extremadamente seria y debe iniciarse la evacuación. Es un hecho incontrolable que conduce a la falla. No hay tiempo para evaluar ni controlar la situación. Se interrumpe la operación, han ocurrido grandes daños estructurales en la presa y sus condiciones físicas se han deteriorado de modo tal que su reparación no es posible.	ENEL como Responsable Primario
------	-------------------	--	--------------------------------

### 5.3 Entidades a Ser Notificadas

El Plan de Acción Durante Emergencia (PADE) es una guía que permite al personal de la Central Hidroeléctrica Fortuna tomar decisiones durante una emergencia y la coordinación con entidades gubernamentales especializadas en protección a la vida y autorizadas para una acción inmediata y eficiente de acuerdo al tipo de alerta que se genere, sin perder las responsabilidades como operador de la CH Fortuna.

Debido a la posibilidad de algunos tipos de emergencias antes mencionadas describimos una serie de entidades que deben ser notificadas en casos de emergencias:

- **AES:** Operador de la Planta Hidroeléctrica Estí.
- **Alcalde del Distrito de Boquete:** Autoridad Máxima del distrito de Boquete.
- **Alcalde del Distrito de David:** Autoridad Máxima del distrito de David.
- **Alcalde del Distrito de Gualaca:** Autoridad Máxima del distrito de Gualaca.
- **ASEP:** Autoridad de los Servicios Públicos.
- **Central Hidroeléctrica Los Valles:** Operador de la Central Hidroeléctrica Los Valles.
- **Central Hidroeléctrica Mendre:** Operador de la Central Hidroeléctrica Mendre I y II
- **CH Dos Mares:** Operador de la Central Hidroeléctrica Gualaca, Lorena y Prudencia.
- **CND:** Centro Nacional de Despacho.
- **Cruz Roja:** Cuenta con paramédicos, Doctores, enfermeras y ambulancias.



- **Cuerpo de Bomberos:** Apoyo con paramédicos, grupo de rescate y ambulancias y equipo contra incendios.
- **DESEP:** Departamento de Seguridad de Presas (ASEP)
- **ETESA:** Empresa de Transmisión Eléctrica S.A.
- **Gerencia de Hidrometeorología de ETESA:**
- **Gobernador de la Provincia:** Autoridad Máxima de la Provincia de Chiriquí.
- **Hospital Regional Rafael Hernández:** Integrado por doctores, enfermeras, auxiliares, paramédicos.
- **Policía Nacional:** Apoyo con unidades de seguridad, para evitar que los delincuentes se aprovechen de la situación y cometan robos en las áreas que han sido desalojadas.
- **Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC):** Ente Regulador especialista responsable del manejo de emergencias y de la protección de la población y como tal será el coordinador de las acciones a tomar en un desastre.
- **UTESEP:** Unidad Técnica de Seguridad de Presas de la ASEP.

De existir la posibilidad de involucrar otras instituciones que no aparecen en los diagramas de notificación, su llamado es opcional, según sea el caso y las necesidades que puedan desarrollarse por una emergencia.

#### 5.4 Situaciones de Emergencia

Para todas las emergencias puntualizadas anteriormente, se analizará y evaluará la incidencia de los caudales evacuados por el embalse y su laminación respectiva. Para el caso de ENEL Fortuna, se estimó el hidrograma de la onda de crecida y los efectos de su propagación aguas abajo, tanto en niveles como en daño incluyendo los daños que pudieran ocasionar en, canal de descarga de la Central Los Valles, Mendre I y II, la presa Chiriquí (AES Panamá) y la Central Dos Mares que incluye a Gualaca, Lorena y Prudencia. Referencia *Preliminary Dam Break Flood Study Report prepared and issued by Acres 2002.*

La detección precoz y evaluación de la situación o hecho determinante que inicia o requiere una acción de urgencia, son cruciales para las siguientes situaciones de emergencia:

- Condiciones de Crecidas Ordinarias y Extraordinarias



- Por Colapso Estructural en Condición de Operación Normal
- Por Colapso Estructural durante Crecidas Extraordinarias
- Por Apertura Súbita de Compuertas (No aplica)
- Por Falla de Operación de las Estructuras Hidráulicas de Descarga (No aplica)
- Por Vaciado Controlado o Vaciado Rápido a causa de un problema en la presa (No aplica).

Para cada una de las tres situaciones de emergencia que aplica para la Presa de Fortuna, se presentan los Diagramas de Avisos respectivos, de acuerdo al tipo de alerta declarado.

Los diagramas de aviso sintetizan de forma clara y sucinta los esquemas de comunicación para cada condición de emergencia, además de indicar el orden o jerarquía prevista, las personas a notificar, los cargos jerárquicos que ocupan, sus alternos y los medios de comunicación principales y alternativos.

En el cuadro No. 7, se presenta la definición de alertas para cada situación de emergencia identificada y que aplica a la Presa Fortuna



**Cuadro No. 7. Definición de Alertas para cada Situación de Emergencia en Fortuna**

<b>Situaciones de emergencias "Norma para la seguridad de Presas"</b>	<b>Tipo de Alerta</b>	<b>Punto de la Resolución</b>
Bajo Condiciones de crecidas Ordinarias y Extraordinarias	Blanca Verde Amarilla	9.3.1
Por Colapso Estructural en Condiciones de Operación Normal	Roja	9.3.2
Por colapso Estructural durante Crecidas Extraordinarias	Amarilla Roja	9.3.3
Por Apertura Súbita de Compuertas	No aplica / No hay compuertas	9.3.4
Por Falla de Operación de las Estructuras Hidráulicas de Descarga	No aplica	9.3.5
Por Vaciado Controlado o Vaciado Rápido a causa de un problema en la presa	No aplica / No hay estructura para vaciado controlado	9.3.6



**5.4.1 Vertimiento Bajo Condiciones de Crecidas Ordinarias y Extraordinarias**

Si el operador de la planta y/o el Coordinador del PADE detectan que el nivel del embalse ha alcanzado o sobrepasado el nivel indicado en los cuadros de alerta que se presentarán a continuación, inicia a realizar las llamadas para notificar del evento a los diferentes involucrados en el PADE según los diagramas de aviso que corresponda.

Alerta	Nivel del embalse Fortuna (msnm)
Blanca	Embalse alcanza los 1 049,00 m

**ACTIVACIÓN DEL COMITÉ DE EMERGENCIA DEL PADE DE ENEL FORTUNA**

- El Operador y/o el Coordinador del PADE<sup>1</sup> informará a las Autoridades Locales, SINAPROC, Bomberos, Fuerza Pública y la Cruz Roja.
- El Coordinador del PADE declara el nivel de alerta e informa a los miembros del Comité de Emergencia.
- El Gerente General será el responsable por las declaraciones a los medios de comunicación. En su defecto, delegará estas funciones en la persona que él designe.
- De forma preventiva, se procede a informar a la población a través de los medios de comunicación que el embalse está alcanzando su nivel de operación máximo y está próximo a descargar agua libremente.
- El Coordinador del PADE coordina con el CND y con la Dirección de Comercialización para que la planta genere a su máxima capacidad, para liberar parte del agua del embalse (300 MW – 45 m<sup>3</sup>/s de agua)
- El Coordinador de Medio Ambiente, Seguridad y Calidad se preparará para alertar a las comunidades aguas abajo de la presa. Verificará el uso de los equipos de seguridad personal y colectiva de requerirse.

<sup>1</sup> ENEL Fortuna como responsable primario se encargará de notificar las alertas a las autoridades y a la población y público en general.



- El Coordinador de Ingeniería verificará que se realicen las lecturas de la instrumentación de la Presa e inspección de filtración de agua.
- **El Coordinador de Mantenimiento Eléctrico-Electrónico:**
  - Verificará que la medición remota del nivel del lago concuerde con la dictada vía radio.
  - Revisará los mecanismos de descarga de fondo y su alumbrado.
  - Revisará la operación de la compuerta de toma.
  - Revisará la iluminación del vertedero.
- **El Coordinador de Mantenimiento Mecánico-Civil:**
  - Verificará el estado de las tablas del vertedero.
  - Verificará la colocación de la lona de protección sobre las tablas del vertedero.
  - Revisará los mecanismos (poleas, cables) de la obra de toma.
- **El Coordinador de Apoyo Logístico:**
  - Verificará el uso de equipos de comunicación (vehículos, radios, etc.)
  - Coordinará que las comunicaciones se mantengan confiables.
  - Adquirirá o alquilará cualquier equipo o material que se requiera.

Alerta	Nivel del embalse Fortuna (msnm)
Verde	Embalse alcanza los 1 050,00 m

Si los pronósticos meteorológicos de Hidrometeorología de ETESA indican que las condiciones hidrometeorológicas de mal tiempo prevalecerán en el área y la tasa de ascenso de la instrumentación hidrológica del embalse indica que se alcanzará o rebasará los 1 050,00 msnm, ENEL Fortuna ejecutará las siguientes acciones:

- El Operador de la Planta y/o Coordinador del PADE declarará la alerta verde, informará a sus miembros y notificará al Comité de Emergencia del PADE que se mantenga listos para desplazarse a los COE de ENEL Fortuna.
- El Operador de la Planta y/o Coordinador del PADE, según el listado de notificaciones informará al COE de SINAPROC y a todos los involucrados,



que se ha iniciado el vertimiento por el vertedero. Mantendrá informado de manera continua al COE del SINAPROC, que es el organismo coordinador en casos de desastres y de ser necesario, solicitará la presencia de los organismos civiles y de control policial. Ver listado de Notificaciones 8.1 y 8.2.

- El **Gerente General** o la persona que previamente se designe, será la única responsable y aprobará los comunicados del avance de la situación a los medios de comunicación. En su defecto, delegará o coordinará esta función con los oficiales de comunicación de ENEL.
- El **Coordinador de Medio Ambiente, calidad y seguridad** mantendrá informada a las autoridades locales periódicamente del estado del nivel embalse, y del desarrollo del evento.
  - Revisará visualmente el estado de las tablas del parapeto del vertedero y realizará el informe periódico de su estado.
  - De prevalecer las condiciones meteorológicas de mal tiempo que provocan altas precipitaciones en la cuenca y generan aportes altos al embalse (> de 45 m<sup>3</sup>/s), coordinará con las autoridades locales la preparación para la posible ejecución de acciones preventivas en las comunidades localizadas aguas abajo de la Presa. (Ver Anexo 3).
  - Verificará el uso de los equipos de seguridad personal y colectiva de requerirse. Verificará el desenvolvimiento peatonal y vehicular a través de la cresta de la presa.
- El **Coordinador de Ingeniería**, verificará que se realicen las lecturas de la instrumentación de la Presa, Inspección de filtración de agua.
- El **Coordinador de Mantenimiento Eléctrico-Electrónico**:
  - Verificará que la medición remota del nivel del lago concuerde con la dictada vía radio.
  - Revisará la operación de la compuerta de toma.
  - Revisará la iluminación del vertedero.
  - Verificará que la planta de emergencia esté operativa.
- El **Coordinador de Mantenimiento Mecánico-Civil**:
  - Revisará los mecanismos (poleas, cables) de la obra de toma.



- El **Coordinador de Apoyo Logístico**:
  - Suple las necesidades del PADE en coordinación con el Coordinador General de Emergencia.

Alerta	Elevación (msnm)
<b>Amarillo</b>	Embalse alcanza o rebasa los 1 054,00

Si los pronósticos meteorológicos de Hidrometeorología de ETESA indican que las condiciones hidrometeorológicas de mal tiempo prevalecerán en el área y la tasa de ascenso de la instrumentación hidrológica del embalse indica que se alcanzará o rebasará los 1 054,00 msnm, ENEL Fortuna ejecutará las siguientes acciones:

- El Operador de Turno y/o el Coordinador del PADE de ENEL Fortuna declara el Alerta Amarilla y notifica la magnitud y evolución de los caudales que transportará el río aguas abajo de la presa a todos los organismos competentes en la protección pública quienes pondrán en marcha las acciones estipuladas en sus correspondientes planes locales.
- El Operador de Turno y/o el Coordinador del PADE, informará a sus miembros y notificará al Comité de Emergencia del PADE que se desplacen y ocupen sus posiciones y desempeñen sus funciones estipuladas en el PADE.
- El personal de Casa Control, según el listado de notificaciones informará a todos los involucrados o personas que puedan verse afectadas, que ha aumentado la descarga de agua por el vertedero. Mantendrá informado de manera continua al COE del SINAPROC y solicitará la presencia de los organismos civiles y de control policial. Ver listado de Notificaciones de los puntos 8.1 y 8.2.
- El Gerente General o la persona que previamente se designe, será la única responsable de aprobar y enviar a los medios de comunicación los comunicados del desarrollo de la situación. En su defecto, delegará o coordinará esta función con los oficiales de comunicación de ENEL.
- Coordinador del PADE coordinará con el SINAPROC y la Policía Nacional la necesidad de cerrar el tránsito de la carretera sobre la presa.



- El Coordinador de Medio Ambiente, calidad y seguridad mantendrá informada a las autoridades y comunidades periódicamente del estatus del nivel embalse y del desarrollo del plan.
- El Coordinador de Seguridad Ambiente, calidad y seguridad verificará el uso de los equipos de seguridad personal y colectiva de requerirse y dará seguimiento al desenvolvimiento vehicular a través de la cresta de la presa.
- El Coordinador de Ingeniería verificará que se realicen las lecturas de la instrumentación de la Presa, Inspección de filtración de agua.
- El Coordinador de Mantenimiento Eléctrico:
  - Verificará que la medición remota del nivel del lago funcione continuamente y con datos correctos.
  - Revisará la iluminación del vertedero.
  - Verificará que la planta de emergencia esté operativa.
- El Coordinador de Apoyo Logístico:
  - Se asegurará que las comunicaciones se mantengan fiables.
  - Suministrará todos los equipos, vehículos, materiales y todo lo necesario, en coordinación con el Coordinador General de Emergencia, para desarrollo de las acciones de este Plan de Emergencia.

#### 5.4.2 Por Colapso Estructural en Condición de Operación Normal

Para la falla de presa con condiciones de buen tiempo, se asumió que la presa falla bajo el nivel máximo de operación normal (1 050 m) y con condiciones de caudal promedio anual (30 m<sup>3</sup>/s) en el sitio de presa.

Los resultados del análisis de la rotura de presa se presentan en las figuras de Mapas de Inundación. Los datos se dividen en dos grupos: en el Apéndice B, los mapas de inundación para rotura de presa con buen tiempo. Para la rotura de presas en condiciones de buen tiempo, los mapas muestran la extensión estimada de la inundación como líneas rojas a lo largo de la margen izquierda y derecha del río Chiriquí.

Las conclusiones del análisis de rotura de presa indican, que la onda de crecida resultante provocará erosión significativa del cauce, inundaciones importantes de áreas aguas abajo, causar daños a la propiedad y crear un riesgo importante de pérdida de vidas. Los resultados también indican que la falla de la presa Fortuna dará lugar al rebasamiento de la presa Chiriquí y la posible falla de esta estructura.



Por lo tanto, a la presa de Fortuna se le debe asignar una clasificación de alto riesgo en condiciones de falla para buen tiempo.

Como se muestra en el cuadro No. 9 del punto 6, la rotura de la presa para condiciones de buen tiempo daría lugar a caudales máximos y volúmenes de las inundaciones a lo largo del tramo bajo estudio. El caudal máximo inmediatamente aguas abajo se estima en aproximadamente 36 410 m<sup>3</sup>/s, y el nivel de inundación a una distancia de 50 m aguas abajo de la presa, podría alcanzar una altura de 1001,81m, 0,8 h después de que la presa empieza a romperse. El agua liberada fluye rápidamente por las fuertes pendientes del río Chiriquí.

Alerta	Elevación (msnm)
<b>Rojo</b>	<p>Embalse alcanza y rebasa los 1 056,00 msnm.</p> <p>La falla, el colapso parcial o total es inminente o ha ocurrido, con pérdida incontrolable de agua del embalse. Es un hecho incontrolable que conduce a la falla. No hay tiempo para evaluar ni controlar la situación.</p>

- El Operador de la Planta y/o el Coordinador del PADE declara la Alerta Roja y notifica a los organismos competentes en la protección pública quienes avisarán a las autoridades locales y pondrán en marcha las acciones estipuladas en sus correspondientes planes locales.
- El Coordinador de Medio Ambiente, Calidad y Seguridad notificará de la situación a los pobladores ubicados en el área de influencia definida en el PADE, mantendrá informada a las autoridades y comunidades periódicamente del estatus del nivel embalse, y del desarrollo del plan.
- El Operador de la Planta y/o el Coordinador del PADE informará a sus miembros y notificará al Comité de Emergencia que se mantengan en sus posiciones o funciones establecidas en el PADE como coordinadores de la emergencia por parte de ENEL Fortuna. En caso de más de 12 horas continuas de trabajo, procederá a realizar la rotación del personal.
- El Operador de la Planta y/o el Coordinador del PADE informará a los organismos civiles y de control policial que se ha iniciado la alerta máxima, y establece una comunicación continua con SINAPROC, como organismo coordinador en casos de desastres y solicitará la presencia en sitio de los todos los organismos involucrados. Ver listado de Notificaciones de los puntos 8.1 y 8.2.



- El Gerente General o la persona que previamente se designe, será la única responsable de coordinar con las autoridades y entes de Emergencia la divulgación de la situación o nivel de emergencia a los medios de comunicación.
- Coordinará con SINAPROC y la Policía Nacional el cierre temporal de la carretera que pasa sobre la presa.
- Coordinará con SINAPROC y la Policía Nacional la posible evacuación a sitios seguros de las comunidades y poblaciones que han sido previamente identificadas dentro del PADE, las cuales podrían ser afectadas por las inundaciones causadas por el rebasamiento o falla de la presa.
- Una vez finalizada la emergencia, el Comité de Emergencia del PADE de ENEL de manera inmediata procederá a hacer una evaluación del evento para identificar y determinar el grado de afectación de la presa y sus obras conexas.
- El Coordinador del PADE de ENEL, es responsable que se llenen las formas de los Registros de Vertimientos y demás formatos del PADE correspondientes con fines de retroalimentación y control, además preparará el informe respectivo a las autoridades competentes.
- El coordinador del PADE de ENEL informará vía telefónica a la ASEP (UTESEP) del incidente o situación que se está desarrollando y posteriormente al evento, si se han registrado daños evidentes que comprometieron la seguridad de la presa y obras auxiliares.

#### **5.5 Para la activación de alerta por eventos sísmicos:**

La presa de Fortuna se encuentra en un área de Panamá que es sísmicamente activa. Debido a esto, el diseño original de la presa consideró este factor a través de un análisis determinístico de un evento de M7,5 a una distancia de 21 km desde el sitio de presa. Este análisis resultó en una aceleración pico de 0,40g, el cual se tomó como el valor referente para su diseño.

De acuerdo a las normas para la seguridad de presas de la Autoridad Nacional de los Servicios Públicos de Panamá, todas las presas deben ser diseñadas o evaluadas para dos sismos:

- a) Sismo de operación Normal (SON), el cual tiene una probabilidad del 50% de ocurrir, al menos una vez durante la vida útil de la presa; y



- b) Sismo Máximo de Verificación (SMV), el cual es el evento máximo aceptado que la presa debe resistir.

### 5.5.1 Sismo de Operación Normal

Este sismo tiene una probabilidad del 50% de ocurrencia durante la vida útil de la presa. Para la presa de Fortuna se asumió que la vida útil es de 100 años, lo cual indicaría que el SON debe ser aquel cuyas aceleraciones tengan un periodo de retorno igual a 200 años.

En 2002, la empresa Acres International realizó una evaluación sísmica del área donde está construida la represa Fortuna (EGEF- Risk-Based Earthquake Assessment Volume I. Final Report- Seismicity Assessment, Chapter 2). En dicho estudio se logró identificar a través de un análisis probabilístico, que para periodos de retorno entre 75 y 200 años, el sitio de presa podría estar sometido a aceleraciones de hasta 0,15g. Estas aceleraciones corresponden a lo que se conoce en las normas para la seguridad de presas de la ASEP como el SON. Está claro que el valor de aceleración correspondiente al SON es mucho menor al valor original adoptado para el diseño de la presa Fortuna por lo que se debe concluir que el diseño original de la presa cumple con la norma.

### 5.5.2 Sismo Máximo de Verificación

Este sismo se conoce como el máximo sismo posible al que la presa pudiera ser sometida. Normalmente, las aceleraciones para este sismo se obtienen a través de un análisis determinístico y se puede correlacionar con un periodo de retorno dado, siempre y cuando para el sitio también se hubiese realizado un análisis probabilístico.

Para el caso de la presa Fortuna, la empresa Acres International realizó, en adición al análisis probabilístico descrito anteriormente, un análisis determinístico para obtener el Máximo Sismo Posible (MCE) que corresponde a lo que la norma de la ASEP describe como el SMV.

Este análisis determinístico se basó en un evento con magnitud  $M_{7,3} + 0,3$  que pudiera ocurrir a lo largo de la falla conocida como la Zona de Falla Ballena-Celmira (BCFZ), la cual se localiza al norte de la ciudad de David, a unos 21 km del sitio de presa de Fortuna. El análisis determinó que para el sitio de presa el Máximo Sismo Posible (MCE) es capaz de producir aceleraciones de hasta 0,30g.

Nuevamente se aprecia que esta aceleración es inferior al valor de aceleración original adoptado para el diseño de la presa Fortuna por lo que se debe concluir que el diseño original de la presa también cumple con esta norma.



### 5.5.3 Alerta por Eventos Sísmicos

Aunque los valores de aceleración correspondientes a los sismos SON y SMV son menores a los valores originales de diseño, es muy probable que durante el tiempo que la presa tiene en funcionamiento, la misma haya sido sometida a aceleraciones pico de hasta 0,10g. Por esta razón, para la alerta por eventos sísmicos, el personal de ingeniería da seguimiento continuo a los sismos que ocurren en el área que puedan afectar la presa de Fortuna.

La presa de Fortuna es una presa de enrocado con pantalla de concreto dividida en bloques de 15 metros de longitud. Esto la convierte en una presa muy segura para el caso de sismos ya que el enrocado y la pantalla no sufrirán los esfuerzos que tienen los otros tipos de presa. Como parte integral de supervisión de los equipos de la planta la empresa tiene un programa de monitoreo de las condiciones operativas del embalse, la infraestructura de la presa y vigilancia de la cuenca.

Los controles de seguridad de la presa incluyen el monitoreo de las filtraciones de la presa, su asentamiento, niveles freáticos en sitios clave, medición de desplazamiento a través de equipo de topografía de presión, medición del nivel del reservorio y medición de la aceleración en casos de eventos sísmicos.

Se cuenta con tres acelerómetros instalados en la cresta de la presa, en un nivel intermedio y en la base de la presa. Sus datos se obtienen mensualmente y cuando ocurre un evento significativo.

Cuando ocurre un sismo anunciado por el Instituto de Geociencias de la Universidad de Panamá, se verifica la magnitud y ubicación del mismo y se calcula si la presa está dentro del área de influencia aplicando el criterio del Departamento de Recursos Hídricos de California con la ecuación:

$$D = 57,94 (M-3,722)$$

Donde:

M: Magnitud del sismo en la escala Richter

D: Distancia radial del área de influencia en kilómetros

En el caso que la presa esté en el área de influencia del sismo, se procede a realizar una inspección visual buscando fisuras en la pantalla y también se toman lecturas de las filtraciones para compararla con lecturas anteriores y de esta manera poder evaluar la influencia que tuvo el sismo en el sector de la presa que está sumergido.



Adicionalmente, los registros sísmicos recopilados en el año, son entregados a dos consultores independientes autorizados por la ASEP para que analicen la condición de la presa y sugieran mejoras sobre la operación de la misma.

#### 5.5.4 Controles de seguridad ante sismos.

- a. Verificar si la presa está en el área de influencia.
- b. Inspeccionar la presa visualmente en la parte expuesta de la pantalla buscando agrietamientos.
- c. Tomar lecturas de las filtraciones de la presa y ponderarlas respecto a lecturas previas con el mismo nivel del reservorio.
- d. En el caso de sismos donde se detecte una rotura constatada, y el incremento importante de las filtraciones:
  - Se continuará el monitoreo con más frecuencia de las filtraciones.
  - Se tomarán lecturas de asentamiento de la presa para compararlas con la rata de asentamiento de los últimos años.
  - Se hará una inspección más exhaustiva de la pantalla buscando grietas o separaciones de juntas.
  - De ser necesario se tomará lecturas de movimiento de la pantalla.
  - Si el nivel de filtraciones se mantiene en el tiempo sin incrementarse y se comporta de una forma regular con el nivel del reservorio, se esperará que el nivel del reservorio baje por la operación natural de la planta con el CND para continuar con la inspección de la pantalla.
- e. En el caso de haber cumplido todo lo indicado en el punto “d” y observar que el incremento de las filtraciones es cada vez mayor se debe proceder a coordinar con el CND para que baje lo más posible el nivel del reservorio (a un nivel de 1 009,00 msnm) y así poder inspeccionar la pantalla que queda expuesta y reparar el daño encontrado.
- f. Si después de cumplir con el punto “e” no se encuentra el daño se debe llevar el nivel del reservorio a 1 000,00 msnm y la empresa realizará las evaluaciones para sacar las unidades en línea y proceder con las reparaciones correspondientes.
- g. Si las filtraciones son muy altas y no se pueden medir, hay que proceder a notificar a las comunidades e hidroeléctricas aguas abajo de la presa que existen filtraciones elevadas. Posteriormente a esto esperar y



analizar su comportamiento notificándole al CND sobre el caso para que ellos generen lo más posible con Fortuna y el agua se desaloje a través de las turbinas, hasta llegar al nivel 1 000,00 msnm buscando el sitio donde se dañó la pantalla de la presa. Si aún no se encuentra la grieta, la empresa realizará las evaluaciones para sacar las unidades en línea para después proceder a repararla.

Después de reparada la pantalla y que se encuentra operativa el nivel del lago subirá por los aportes normales hasta el nivel 1 000,00 msnm, donde se le entregará las unidades de generaceleración al CND para su despacho.

Nota aclaratoria: Próximamente se entregará a esta autoridad un procedimiento sobre sismos de afectación a la Presa Fortuna

### 5.5.5 Por Colapso Estructural Durante Crecidas Extraordinarias

El embalse Fortuna se ha elevado por encima del nivel máximo de operación extraordinaria (NMOE), 1 050,00 msnm. Este escenario se conoce como rotura de presa durante la operación de una crecida tanto ordinaria como extraordinaria, es decir se produce el colapso con el embalse en niveles altos y sin que la presa sea sobrepasada.

Alerta	Elevación (msnm)
Amarilla	Embalse alcanza o rebasa los 1 054,00

Si los pronósticos meteorológicos de Hidrometeorología de ETESA indican que las condiciones hidrometeorológicas de mal tiempo prevalecerán en el área y la tasa de ascenso de la instrumentación hidrológica del embalse indica que se alcanzará o rebasará los 1 054,00 msnm, ENEL Fortuna ejecutará las siguientes acciones:

- El Operador de Turno y/o el Coordinador del PADE de ENEL Fortuna declara la Alerta Amarilla y notifica la magnitud y evolución de los caudales que transportará el río aguas abajo de la presa a los organismos competentes en la protección pública quienes pondrán en marcha las acciones estipuladas en sus correspondientes planes locales.
- El Operador de Turno y/o el Coordinador del PADE, informará a sus miembros y notificará al Comité de Emergencia que se desplacen y ocupen sus posiciones y desempeñen sus funciones estipuladas por el PADE.



- El personal de Casa Control, según el listado de notificaciones informará a todos los involucrados o personas que puedan verse afectadas, que ha aumentado la descarga de agua por el vertedero. Mantendrá informado de manera continua al COE del SINAPROC y solicitará la presencia de los organismos civiles y de control policial. Ver listado de Notificaciones de los puntos 8.1 y 8.2.
- El Gerente General o la persona que previamente se designe, será la única responsable de aprobar y enviar a los medios de comunicación los comunicados del desarrollo de la situación. En su defecto, delegará o coordinará esta función con los oficiales de comunicación de ENEL.
- Comité de emergencias coordinará con el SINAPROC y la Policía Nacional la necesidad de cerrar el tránsito de la carretera sobre la presa.
- El Coordinador de Medio Ambiente mantendrá informada a las autoridades y comunidades periódicamente del estatus del nivel embalse, y del desarrollo del plan.
- El Coordinador de Seguridad Industrial verificará el uso de los equipos de seguridad personal y colectiva de requerirse y dará seguimiento al desenvolvimiento vehicular a través de la cresta de la presa
- El Coordinador de Ingeniería verificará que se realicen las lecturas de la instrumentación de la Presa, Inspección de filtración de agua.
- El Coordinador de Mantenimiento Eléctrico:
  - Verificará que la medición remota del nivel del lago funcione continuamente y con datos correctos.
  - Revisará la iluminación del vertedero.
  - Verificará que la planta de emergencia esté operativa.
- El Coordinador de Apoyo Logístico:
  - Se asegurará que las comunicaciones se mantengan fiables.
  - Suministrará todos los equipos, vehículos, materiales y todo lo necesario, en coordinación con el Coordinador General de Emergencia, para desarrollo de las acciones de este Plan de Emergencia.

<b>Alerta</b>	<b>Elevación (msnm)</b>
---------------	-------------------------



**Rojo**

Embalse alcanza y rebasa los 1 056,00 msnm. Posible falla del vertedero y/o presa.

Si los pronósticos meteorológicos de Hidrometeorología de ETESA indican que las condiciones hidrometeorológicas prevalecientes de mal tiempo prevalecerán en el área que incidirá directamente en el ascenso del embalse y existe una amenaza o peligro inminente de alcanzar 1 056,00 msnm o el rebasamiento de la Presa y su posible falla, ENEL Fortuna ejecutará las siguientes acciones:

- El Coordinador Del PADE notificará de la situación a los pobladores ubicados en el área cercana de seguridad definida en el PADE y a los organismos competentes en la protección pública que pondrán en marcha las acciones estipuladas en sus correspondientes planes locales.
- El Coordinador Del PADE informará a sus miembros y notificará al Comité de Emergencia que se mantengan en sus posiciones u funciones establecidas en el PADE como coordinadores de la emergencia por parte de ENEL Fortuna. En caso de más de 12 horas continuas de trabajo, procederá a realizar la rotación del personal.
- El Coordinador Del PADE informará a los organismos civiles y de control policial que se ha iniciado la alerta máxima, y establece una comunicación continua con SINAPROC, como organismo coordinador en casos de desastres y solicitará la presencia en sitio de los todos los organismos involucrados.
- El personal de Casa Control realizará las notificaciones respectivas a todos los posibles involucrados o afectados que aparecen en el listado de llamadas de ENEL. Ver listado de Notificaciones de los puntos 8.1 y 8.2
- El Gerente General o la persona que previamente se designe, será la única responsable de coordinar con las autoridades y entes de Emergencia la divulgación de la situación o nivel de emergencia a los medios de comunicación.
- Coordinará con SINAPROC y la Policía Nacional el cierre temporal de la carretera que pasa sobre la presa.
- Coordinará con SINAPROC y la Policía Nacional la posible evacuación a sitios seguros de las comunidades y poblaciones que han sido previamente identificadas dentro del PADE, las cuales podrían ser afectadas por las inundaciones causadas por el rebasamiento o falla de la presa.



- Una vez finalizada la emergencia, el Comité de Emergencia de ENEL de manera inmediata procederá a hacer una evaluación del evento para identificar y determinar el grado de afectación de la presa y sus obras conexas.
- Coordinará con SINAPROC y , informará a las comunidades que todo vuelve a la normalidad a través de un comunicado del
- Coordinador Del PADE, es responsable que se llenen las formas de los Registros de Vertimientos y demás formatos del PADE correspondientes con fines de retroalimentación y control, además preparará el informe respectivo a las autoridades competentes.
- ENEL informará vía telefónica a la ASEP (UTESEP) del incidente o situación que se está desarrollando y posteriormente al evento, si se han registrado daños evidentes que comprometieron la seguridad de la presa y obras auxiliares.

**5.5.6 Por apertura súbita de compuertas, por falla de operación de las estructuras hidráulicas de descarga y por vaciado controlado o vaciado rápido a causa de un problema en la presa**

Para el caso 9.3.4 "Por apertura súbita de compuertas", 9.3.5 "Por falla de operación de las estructuras hidráulicas de descarga" y el caso 9.3.6 "Por vaciado controlado o vaciado rápido a causa de un problema en la presa", para el caso de Fortuna, estos casos no aplican.

La inspección a la presa arroja los siguientes resultados:

- El vertedero de la presa Fortuna es un vertedero no controlado (sin compuertas), de tipo lateral revestido de concreto. Referencia 1 de la bibliografía.
- El vertedero inicia a trabajar después de alcanzar su nivel normal máximo de operación a la elevación 1 050,00 msnm más un parapeto de 1,07 m de altura, por lo cual el desalojo de agua por el vertedero inicia a la elevación 1 051,07 msnm.

En la figura N° 15 se presenta la foto del vertedero de Fortuna que demuestra que es un vertedero sin compuertas o vertedero no controlado. Se puede apreciar a la derecha de la foto el parapeto que tiene una altura de 1.07 m, con el objetivo de capturar un metro adicional de agua de las crecidas y hacia el horizonte el canal de descarga excavado en roca.



Por las razones expuestas los puntos 9.3.4 y 9.3.5 no aplican al sistema de desalajo de agua controlado de la presa de Fortuna.



Figura No 15. Vertedero de Fortuna que muestra que es un vertedero sin compuertas o vertedero no controlado.  
Fuente: Consultor, mayo 2013.

Para el caso 9.3.6 "Por vaciado controlado o vaciado rápido a causa de un problema en la presa, Fortuna cuenta con un túnel de descarga de fondo que tiene una válvula de mariposa cuyo eje central que está localizado a una elevación aproximada de 970,00 m. Este tipo de válvulas no se recomienda su uso como dispositivo de descarga para control de inundaciones por lo que no aplica para este caso.

Según éstas características de diseño de la descarga de fondo, el vaciado solo es posible hasta la cota 970,00 msnm; por lo que debido a su posición no es posible el vaciado total del embalse mediante la estructura de descarga existente y no se anticipa una solución técnica a este problema.

**Referencia:** Technical Manual: Outlet Works Energy Dissipators, Best Practices for Design, Construction, Problem Identification and Evaluation, Inspection, Maintenance, Renovation, and Repair FEMA P-679/ June 2010, página 132.



### 5.6 Desactivación de las Alertas

Cuando las condiciones meteorológicas imperantes en la zona según los pronósticos meteorológicos de la Dirección de Hidrometeorología de ETESA, empiecen a mejorar y la elevación del embalse inicie su descenso hasta alcanzar elevaciones seguras, se procederá a desactivar las alertas siguiendo el procedimiento siguiente:

Tipos de Alerta	Niveles del embalse para desactivar las alertas en metros sobre el nivel del mar
Blanca	Embalse alcanza los 1,048.5
Verde	Embalse alcanza los 1,049.1
Amarilla	Embalse alcanza los 1,051.3
Roja	Embalse alcanza los 1,054.1

## 6 ESTUDIO DE AFECTACIÓN DE LA RIBERA DE EMBALSE Y VALLE

Para el estudio de afectación de la ribera de embalse y valle de la Presa Fortuna, se siguieron los criterios establecidos en Resolución AN N° 3932 de 22 de octubre de 2010, "por la cual se aprueban las normas para la seguridad de presas del sector eléctrico".

El análisis de las planicies se fundamentó en el estudio "Informe Preliminar del Estudio de Inundaciones por Rotura de Presa", preparado y emitido por Acres de conformidad con el Contrato de Consultoría para el Estudio de Evaluación de Riesgo Basado en Inundaciones para la Central de Generación EGE- Fortuna, SA firmada el 5 de julio de 2002.

### 6.1 Modelación Hidráulica para tiempo soleado y rompimiento de presa

Este Informe Preliminar del Estudio de Inundaciones por Rotura de Presa fue preparado y emitido por Acres de conformidad con el Contrato de Consultoría para el Estudio de Evaluación de Riesgo Basado en Inundaciones para la Central de Generación EGE- Fortuna, SA firmada el 5 de julio de 2002, entre:

- Empresa de Generación Eléctrica Fortuna, SA (EGEF) , y



- Acres International (Acres)

Los requisitos para el Informe de Estudio Rompimiento de Presa fueron formulados en los términos de referencia (TOR), así como en la Sección 5, Tarea 4 de la propuesta técnica de Acres para los servicios de consultoría requeridos para la Evaluación de Riesgo basado en inundaciones de Fortuna.

## 6.2 Antecedentes

La represa Fortuna consiste en una presa de enrocado con cara de hormigón 100 m de altura y con una cresta de 600 m de longitud. La cresta del aliviadero está situado en el 1 050,00 msnm, y la coronación de la presa está en el 1 056,00 msnm. El embalse tiene una superficie de unos 10 km<sup>2</sup>, con una capacidad de almacenamiento de alrededor de 172 MCM en su máxima elevación normal.

La cuenca de Fortuna es la cuenca alta del río Chiriquí, en la provincia de Chiriquí, a unos 250 km al oeste de la ciudad de Panamá y a 60 km al este de la frontera entre Panamá y Costa Rica. La cuenca del río Chiriquí por encima del sitio de presa Fortuna es un área de gran altura cercana a la divisoria continental, y está formado por el drenaje en laderas empinadas y terreno escarpado a lo largo de Cerro Chorcha con elevaciones que alcanzan 2 200 msnm. A partir de esta cabecera, el río Chiriquí fluye hacia el norte en una pendiente pronunciada durante unos 8 km antes de girar al oeste y fluye a un gradiente reducido por cerca de 12 km. En este punto, se une con la corriente de Hornitos, y el sitio de presa se encuentra a unos 2,5 km aguas abajo de la confluencia.

El terreno en la cuenca de Fortuna es generalmente agreste y boscoso, y todos los tributarios tienen cauces con pendientes mayores al 1%. La cobertura del suelo es de delgada a moderada sobre lecho de roca volcánica. A excepción de áreas muy pequeñas utilizadas para el pastoreo de ganado y la producción de café, la cuenca no presenta ningún tipo de desarrollo. La forma de la cuenca es aproximadamente circular, y el área de la cuenca aguas arriba del sitio de presa Fortuna es 167,9 km<sup>2</sup>.

Aguas abajo del sitio de presa el Río Chiriquí corre a través de tramos empinados por unos 16 km hasta que se une con el Río de Los Valles. Este tramo se caracteriza por ser un canal con formado ligeramente por meandros formado en la base del valle escarpado. La pendiente del río a través de este tramo varía de 1,7 % a 13 %, y el lecho del río está formado por grandes rocas y cantos rodados. Después de la confluencia con el Río de Los Valles, el Río Chiriquí forma un canal bien definido con amplias llanuras de inundación a lo largo de las riberas del río. Sin embargo, el río y llanuras de inundación tienen una pendiente descendente que todavía es bastante empinada, con pendientes que van desde 0,5 % a 1,1 %. La pendiente media de este tramo de 36 km que se extiende desde el Río Los Valles hasta



Veladero es de 0,8 %. Desde Veladero el Río Chiriquí corre otros 22 km con una pendiente media de 0,15% hasta alcanzar el mar, con la mitad del tramo inferior con influencia de los cambios de marea.

A lo largo del Río Chiriquí hay numerosas granjas y varias zonas urbanas situadas en o cerca de las llanuras de inundación. Estas áreas pobladas tienden a estar ubicadas en áreas de mayor elevación, pero aún podrían estar sujetas a inundaciones en caso de condiciones extremas.

### **6.3 Enfoque general**

El propósito de este estudio fue simular fallas hipotéticas en la presa de Fortuna, y preparar mapas de inundación para ser proporcionadas a las agencias de seguridad pública, con una estimación de la extensión de las inundaciones y del tiempo de viaje de la onda de crecida de tal evento. El ámbito de estudio requiere la simulación de escenarios de ruptura de presa, tanto para condición de buen tiempo (flujo normal) y para condiciones de inundación de 1 en 10 000 años.

Ambos escenarios de ruptura de presas se modelaron y el los resultados del tránsito de avenidas, tiempo de viaje y la influencia aguas abajo de los escenarios de falla fueron evaluados. Mapas de inundación fueron preparados tanto para el buen tiempo y las condiciones de inundación de 1 en 10 000 años.

Los resultados de este informe se pueden utilizar para facilitar la confección de un plan de preparación para emergencias.

### **6.4 Estructura del Informe**

En esta sección del informe, se da una breve descripción de los tramos del río y sitio de presa. La sección 2 contiene una descripción del modelo utilizado, la configuración del modelo, calibración y hidrogramas de crecida. La sección 3 describe la metodología que se ha utilizado para realizar el análisis de rotura de la presa Fortuna. Los resultados de los análisis de rotura de presas se resumen en la Sección 4, utilizando la cartografía y tablas de tiempo de viaje y el aumento del nivel del agua para las secciones transversales estudiadas.

### **6.5 Almacenamiento y Características del Embalse**

La curva de almacenamiento- elevación del embalse Fortuna fue proporcionada por EGE-Fortuna y las áreas de almacenamiento se calcularon a partir de ella. Los valores de almacenamiento por encima de 1 050,00 m se extrapolaron a partir de esta curva y se utiliza para el tránsito de la avenida. También se proporcionó la curva de gastos para el vertedero. Los valores utilizados en el modelo se muestran en la Tabla 3.4.



### 6.6 Rompimiento de Presa para condiciones de buen tiempo

Para la falla de presa con condiciones de buen tiempo, se asumió que la presa falla bajo el nivel máximo de operación normal (1 050,00 m) y con condiciones de caudal promedio anual (30 m<sup>3</sup>/s) en el sitio de presa.

Hay cuatro afluentes principales del río Chiriquí, cuyos caudales se debe considerar en el análisis de rotura de presas. Los tributarios considerados y sus distancias desde la presa Fortuna hacia aguas abajo son el río Los Valles (unos 20 km), Río Caldera (30 km), Río Cochea (50 km) y río David (60 km). Los caudales medios anuales correspondientes para las Subcuencas, se estimaron por medio del método de relación de áreas de estas cuencas con la cuenca Fortuna. Los caudales promedios anuales estimados para los tributarios son río Los Valles 12,7 m<sup>3</sup>/s, río Caldera 30,0 m<sup>3</sup>/s, río Cochea 28,6 m<sup>3</sup>/s y río David 44,7 m<sup>3</sup>/s.

### 6.7 Rompimiento de Presa para Condición de Crecidas Extremas

Para la falla por la crecida de 10 000 años de periodo de retorno, se asumió que la presa fallará cuando el nivel del agua alcanza la cresta de la presa (1 056,00 m) para las condiciones de crecida de uno en 10 000 años, es decir, tan pronto como la cresta sea rebasada.

Debido a que el vertedero está diseñado y puede pasar con seguridad la crecida extrema de 10 000 años, el supuesto tenía que ser hecho con base en que se ha perdido la capacidad del vertedero debido a una obstrucción prevista del vertedero no controlado (sin compuertas) que se traduce en pérdida de dos tercios de su capacidad original.

Los hidrogramas de entrada de los afluentes se estimaron también utilizando el método de relación de áreas. El hidrograma de entrada para la crecida de 10 000 años de Fortuna y los cuatro hidrogramas de los tributarios se muestran en el Cuadro No 8.

Cuadro No. 8. Análisis de Rompimiento de Presa para Hidrograma de entrada de 10 000 años de Periodo de Retorno

Tiempo (h)	Caudales de las Subcuencas (m <sup>3</sup> /s)				
	Fortuna	Los Valles	Caldera	Cochea	David
0	30	12.7	30.0	28.6	44.7
2	30	12.7	30.0	28.6	44.7
4	30	12.7	30.0	28.6	44.7
6	172.6	79.0	172.7	164.5	257.0



8	608.0	257.1	608.4	579.4	905.3
10	1498.1	633.5	1499.0	1427.6	2230.6
12	3131.5	1324.2	3133.4	2984.2	4662.7
14	2712.2	1146.9	2713.8	2584.6	4038.4
16	1277.7	540.3	1278.5	1217.6	1902.5
18	762.4	322.4	782.9	726.5	1135.2
20	418.9	177.1	419.1	399.2	623.7
22	288.6	122.0	288.8	275.0	429.7
24	209.8	88.6	209.7	199.7	312.1
26	145.1	61.4	145.2	138.3	216.1
28	67.1	28.4	67.1	83.9	99.9
30	43.0	16.2	43.0	41.0	54.0
32	35.3	14.9	36.3	33.6	52.6
34	32.1	13.8	32.1	30.6	47.8
36	30.6	12.9	30.6	29.2	45.6
38	30.0	12.7	30.0	28.6	44.7
40	30.0	12.7	30.0	28.6	44.7



## 6.8 Resultados del Rompimiento de Presa

Los mapas resultantes del análisis de la rotura de presa con buen tiempo y para la crecida de 10 000 años se presentan en las figuras de Mapas de Inundación. En el Apéndice No 1, se presentan los mapas sobrepuestos de inundación para la crecida de 10 000 años y la inundación incremental (gradual) por rompimiento de presa con buen tiempo. Para la rotura de presas en condiciones de buen tiempo, los mapas muestran la extensión estimada de la inundación como líneas rojas a lo largo de la margen izquierda y derecha del río Chiriquí. Para el escenario de inundación de 10 000 años, los mapas muestra la zona inundada para la crecida de 10 000 años como líneas de color púrpura con la extensión de la onda de rotura de presas mostradas como líneas rojas. En cada figura, cuadros con datos proporcionan el nivel de agua máximo y el tiempo al pico de la onda de rotura de presa para cada estacionamiento especificado (en kilómetros aguas abajo de la presa).

## 6.9 Discusión de Resultados para buen tiempo

Las conclusiones del análisis de rotura de presa indican, que la onda de crecida resultante provocará erosión significativa del cauce, inundaciones importantes de áreas aguas abajo, causar daños a la propiedad y crear un riesgo importante de pérdida de vidas. Los resultados también indican que la falla de la presa Fortuna dará lugar al rebasamiento de la presa Chiriquí y la posible falla de esta estructura. Por lo tanto, a la presa de Fortuna se le debe asignar una clasificación de alto riesgo en condiciones de falla para buen tiempo.

Como se muestra en el cuadro No 9, la rotura de la presa para condiciones de buen tiempo daría lugar a caudales máximos y volúmenes de las inundaciones a lo largo del tramo bajo estudio. El caudal máximo inmediatamente aguas abajo se estima en aproximadamente 36 410 m<sup>3</sup>/s, y el nivel de inundación podría alcanzar una altura de 1 001,81 m, 0,8 h después de que la presa empieza a romperse. El agua liberada fluye rápidamente por el río empinado.

En aproximadamente 3 horas, el agua podría alcanzar la estación de 53,33 kilómetros aguas abajo, donde el río empieza a aplanarse y la llanura se ensancha. Hay una significativa capacidad de almacenamiento en el área comprendido entre la estación de 53,33 kilómetros y el mar, por lo que el caudal máximo se distribuye de manera significativa en las planicies, por lo que el tirante del agua de inundación se reduce.

El cuadro No 9 muestra que el aumento progresivo de los niveles de inundación producto de la rotura de presas es significativo. En el sitio de presa, el nivel de agua



incremental podría ser tan alto como 45 m. Esta onda de crecida podría reducir de tamaño a medida que se propaga aguas abajo, pero aun así podría dar lugar a inundaciones, daños a la propiedad y riesgo para la vida.

**Cuadro No. 9. Resumen de Resultados de la Simulación de Rompimiento de Presa para Tiempo Soleado**

Distancia (km)	Con Falla de Presa			Sin Falla de Presa			Diferencia de Nivel (m)
	Nivel Agua	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Elevación Cauce	Tiempo al Pico	Nivel Agua	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	
0.05	1001.81	36 410	955.00	0.80	956.23	30.00	45.58
1.31	972.13	36234	948.00	0.83	949.16	30.00	22.97
2.95	854.39	36168	826.30	0.85	827.18	30.00	27.21
3.97	709.53	36156	690.20	0.86	691.12	30.00	18.41
5.30	611.99	36135	599.00	0.86	599.31	30.00	12.68
6.98	542.25	36102	530.30	0.89	530.79	30.00	11.46
9.00	488.53	36040	470.30	0.92	470.87	30.00	17.66
13.02	415.94	35875	396.70	1.00	397.70	30.00	18.24
15.75	339.34	35809	316.00	1.08	316.81	30.00	22.53
20.48	311.15	35138	292.30	1.19	293.03	30.00	18.12
22.88	281.58	34907	259.20	1.39	261.88	43.00	19.70
23.60	277.29	34180	257.00	1.41	258.12	43.00	19.17
25.45	267.34	33859	245.00	1.47	245.82	43.00	21.52
28.11	249.68	33414	225.00	1.51	226.59	73.00	23.09
32.66	194.98	33229	178.50	1.63	179.26	73.00	15.72
36.35	154.31	33015	143.00	1.73	143.68	73.00	10.63
39.38	126.23	32853	119.40	1.84	120.07	73.00	6.16
42.6	94.51	32626	83.90	1.99	85.07	73.00	9.44
47.22	68.86	31946	60.50	2.21	61.14	73.00	7.72
50.25	53.03	31219	44.80	2.85	45.20	73.00	7.83
53.33	46.48	25356	25.40	2.97	27.73	73.00	18.75
59.60	29.20	22545	11.20	3.68	13.78	101.00	15.42
68.70	12.97	18141	6.00	5.32	8.19	146.00	4.78
70.81	9.65	16538	4.30	5.50	8.00	146.00	1.65



### 6.10 Discusión de los Resultados para Crecida Extrema

Las conclusiones del análisis de rotura de presas indican que la falla de la presa Fortuna en condiciones extremas de inundación podría resultar en la liberación y la propagación de agua almacenada en la presa. El aumento significativo del caudal de inundación y los niveles de agua aguas abajo, podría producir erosión importante del canal cerca de la presa e inundaciones incrementales aguas abajo. Durante la corrida con base en la crecida de 10 000 años, la presa de Chiriquí ya se sobrepasaba, así la ruptura de la represa Fortuna en estas condiciones no requiere considerar el análisis de rupturas de presas en cascada.

Hay muy poco potencial para la pérdida incremental de vidas inmediatamente aguas abajo de la presa Fortuna, ya que se ha identificado que los habitantes de esta zona, viven en sitios más altos que el área que potencialmente se puede inundar. Sin embargo, aguas abajo de la confluencia del río Los Valles hay granjas con casas y pueblos con pequeñas poblaciones que están en riesgo debido al aumento incremental del nivel del agua.

Los resultados de la simulación de rotura de presa para la Crecida extrema para 10 000 años se resumen en el cuadro No 10. Bajo las condiciones de inundación, las inundaciones y sus daños serían significativos. Los resultados sugieren, que la prevención de rebasamiento de la presa durante los períodos de crecidas es muy importante.

En las evaluaciones de rotura de presa, el elemento más importante es el aumento progresivo de los niveles de agua producto de la onda de rotura de presa. Las simulaciones muestran que los aumentos del nivel de agua son más grandes, a medida que la onda de rotura de presa avanza aguas abajo para la crecida de 10 000 años. Los niveles de agua incrementales están en el intervalo de 49 m en la presa a 2,1 m en la estación de 59,6 kilómetros. Los resultados de este estudio muestran que la altura de ola generada por la rotura de la presa no se reduce significativamente hasta llegar al pueblo de Veladero. Esto es debido a que la parte alta de la cuenca del río Chiriquí es bien inclinada (pingorotuda) y el agua corre contenida por un valle relativamente estrecho. Aguas abajo del pueblo de Veladero el valle del río se ensancha, por lo que existe una zona extensa para almacenamiento de agua en las planicies de inundación. A medida que el agua se extiende a través de esta amplia zona, la onda de crecida se reduciría efectivamente.



**Cuadro No. 10. Resumen de Resultados de la Simulación de Rompimiento de Presa para Crecida de 10 000 años de periodo de retorno.**

Distancia (km)	Con Falla de Presa			Sin Falla de Presa			Diferencia de Nivel (m)
	Nivel Agua	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Elevación Cauce	Tiempo al Pico	Nivel Agua	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	
0.05	1009.37	41 781	955.00	0.76	960.41	802.00	48.96
1.31	976.76	41 703	948.00	0.81	952.38	802.00	24.38
2.95	856.28	41 665	826.30	0.81	830.40	801.00	25.88
3.97	710.84	41 631	690.20	0.81	693.67	801.00	17.17
5.30	613.04	41 577	599.00	0.82	600.53	801.00	12.51
6.98	543.25	41 594	530.30	0.86	532.10	801.00	11.15
9.00	489.70	41 408	470.30	0.91	473.18	801.00	16.52
13.02	416.50	41 276	396.70	0.98	400.71	801.00	15.79
15.75	341.32	41 114	316.00	1.03	319.86	801.00	21.46
20.48	312.12	40 341	292.30	1.14	298.52	802.00	13.59
22.88	282.13	40 196	259.20	1.35	270.10	1562.00	12.03
23.60	277.46	39 368	257.00	1.37	261.25	1561.00	16.21
25.45	269.72	39 050	245.00	1.38	250.01	1559.00	19.74
28.11	252.00	38 455	225.00	1.42	237.92	1585.00	14.08
32.66	196.15	38 678	178.50	1.57	184.63	4464.00	11.52
36.35	154.63	38 297	143.00	1.67	148.13	4460.00	6.45
39.38	127.01	37 911	119.40	1.80	122.67	4454.00	4.34
42.6	95.10	37 476	83.90	1.90	89.05	4449.00	6.05
47.22	69.37	36 559	60.50	2.15	64.36	4440.00	5.01
50.25	53.32	35 785	44.80	2.37	48.14	4434.00	5.38
53.33	47.23	31 781	25.40	2.80	38.41	4447.00	8.82
59.60	29.83	29 139	11.20	3.49	27.69	6956.00	2.14
68.70	13.56	24 940	6.00	4.88	12.32	6063.00	1.24
70.81	10.21	23 419	4.30	5.03	9.14	6000.00	1.07

### 6.11 Referencias

[1] Prediction of Embankment Dam Breach Parameters -Dam Safety Report DS0-98-004 by the Water Resources Research Laboratory for the Dam Safety Office, Bureau of Reclamation, US Department of the Interior, July 1998.



## 7 VINCULACIÓN CON EL SISTEMA DE PROTECCIÓN CIVIL. PLANES DE EVACUACIÓN.

En caso de una situación de emergencia que se genere por la falla de la Presa Fortuna, puede causar daños y pérdidas a las comunidades y estructuras que se localizan aguas abajo. ENEL Fortuna se encuentra trabajando en la fase de involucrar a las autoridades locales, escuelas e instituciones públicas, organizaciones no gubernamentales, que por sus funciones participan en la prevención y mitigación de riesgo, en la preparación y atención de emergencias; con el objetivo de salvaguardar la vida y bienes de las comunidades y estructuras esenciales localizadas aguas abajo de la presa.

Por las razones expuestas, ENEL Fortuna se encuentra diseñando y desarrollando los siguientes puntos entre las instituciones Provinciales identificadas en el PADE en caso de una situación de emergencia:

**Estrategia de imagen y comunicación;** preparación y divulgación de panfletos e instructivos con los riesgos asociados a la Presa de Fortuna, cuñas educativas radiales y televisivas, elaboración y desarrollo de material didáctico a las escuelas del área y comunicados preventivos a los medios de comunicación y público en general cuando se están alcanzando los niveles máximos operativos en la presa y/o se presenten eventos o situaciones de emergencia.

**Identificación y gestión;** el cual ENEL se encuentra en la fase de contacto con las instituciones y organizaciones que forman parte del Sistema Nacional de Protección Civil. ENEL Fortuna además ha desarrollado protocolos de avisos a las comunidades y a SINAPROC:

**Listas de contactos, diagrama de avisos para cada categoría de emergencia, Códigos y Validación,** se encuentran desarrollados dentro del PADE.

**Sistema de mantenimiento de información actualizada de contactos;** Responsabilidad de los funcionarios para el mantenimiento de la documentación técnica entregada y la Distribución del PADE, ha sido desarrollada por ENEL Fortuna y se presenta en el punto 9.

El Plan de Acción Durante Emergencia, esta articulado con el Plan de Atención de Emergencia de la Provincia de Chiriquí; en este plan se define las funciones, responsabilidades de cada una de las instituciones que participan en la atención de una emergencia; establece la estructura organizativa para la implementación del plan, los procedimientos generales de alerta, inventario de recursos, coordinación de actividades operativas, con el fin de salvaguardar la vida, proteger los bienes y recobrar la normalidad de la sociedad tan pronto como sea posible después de ocurrido un desastre.



Ante la ocurrencia de una situación de desastre, el Control de Operaciones se llevará, a través del Centro de Operaciones de Emergencias (COE), que es la estructura del Sistema Nacional de Protección Civil para la toma de decisiones en situaciones de emergencia. Es responsable de planificar y dirigir todas las acciones de coordinación y facilitar la operación conjunta entre las instituciones del Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC) a partir de la declaratoria de alerta, ante la probable ocurrencia de un evento adverso o por la ocurrencia súbita del mismo en cualquier lugar de la provincia, con la finalidad de mantener un control seguro, eficiente, eficaz y efectivo, garantizando una oportuna ejecución de las acciones de respuesta e integrando los niveles políticos y técnicos en los procesos de decisión.

Para hacer efectiva esta vinculación, representantes del comité de emergencia del PADE de ENEL Fortuna, se reunirán periódicamente con representantes del Sistema Nacional de Protección Civil para coordinar las medidas necesarias que garantice una respuesta oportuna ante la posible ocurrencia de un evento que ponga en peligro la estructuras de la presa y por ende las estructuras y comunidades ubicadas aguas abajo.

El Plan de Acción durante Emergencia (PADE) es presentado a todos los miembros institucionales, que conforman el Centro de Operación de Emergencia, que son los encargados de la atención de desastre en la provincia. Otros de los aspectos importantes, es el desarrollo de acciones y actividades en forma conjunta entre ENEL y COE encaminadas a preparar a las comunidades, sobre los sistema de notificación (Alertas) y para que actúen en forma organizada y coordinada con los estamentos institucionales ante una situación de emergencia y desarrollen sus planes de evacuación.

Los escenarios de riesgo de inundaciones para las diferentes situaciones planteadas en este plan, son herramienta fundamentales para el desarrollo de las municipalidades o comunidades ubicadas aguas abajo de la presa; razón por la cual se divulga a las autoridades locales y promotores de proyectos de desarrollo, para que no se construyan nuevas infraestructuras permanentes en esas zonas inundables.

Actualmente ENEL Fortuna trabaja en cooperación institucional con el SINAPROC de la provincia de Chiriquí con el objetivo de preparar a las comunidades localizadas aguas abajo de la Presa Fortuna, identificadas en riesgo en caso de rompimiento, para que ellos sean los que respondan ante esta situación. Ser proactivos en vez de reactivos.



### 7.1 Responsabilidades del Comité de Emergencia del PADE de ENEL Fortuna

Los Miembros del Comité de Emergencia del PADE de ENEL tienen una serie de responsabilidades y acciones a ejecutar:

- **Gerente General ENEL Fortuna:**
  - Se mantendrá informado y actualizado de todo lo concerniente a la emergencia.
  - Será el responsable por las declaraciones a los medios de comunicación. En su defecto, delegará estas funciones en la persona que él designe.
- **Coordinador General de Emergencias**
  - Coordinará las acciones del Comité de Emergencias.
  - Vocero a lo interno de la empresa, y ante las organizaciones locales.
  - Tendrá la potestad y mando de movilizar a los empleados de los distintos Departamentos de la empresa que se requieran en virtud de la emergencia declarada.
- **Medio Ambiente**
  - Reportará el nivel del limnómetro o reglas del embalse cada hora a Casa Control.
  - Verificará visualmente el estado de las tablas del vertedero y en caso de ruptura notificará inmediatamente a Casa Control.
  - Ambas acciones se llevarán a cabo durante horas diurnas hasta que el nivel se mantenga debajo de 1 052,00 msnm. Para un nivel de 1 052,00 msnm y en ascenso, se asignará turnos al personal para monitorear el ascenso del nivel del embalse.
  - Evitará que existan objetos flotantes que pudieran dañar las estructuras de contención en el vertedero.
  - Asignará personal para las giras en las comunidades aguas abajo de la presa, de manera tal que se informe el nivel de alerta. Durante la gira el personal:
    - Deberá alertar a cualquier persona en áreas de potencial peligro sobre el Río Chiriquí.



- Contabilizará cualquier daño y lo reportará lo antes posible al Coordinador del Comité de Emergencias.
- **Operaciones**
  - Servirá como Centro de Información y Enlace de Emergencias.
  - Monitoreará lecturas más frecuentes del nivel del embalse en el sistema remoto de medición, y cálculo de los aportes de forma constante.
  - Mantendrá los registros actualizados del caudal vertido.
  - Mantendrá informado al CND sobre el desarrollo del evento.
- **Ingeniería**
  - Monitoreará la instrumentación geotécnica de la presa.
  - Monitoreará las filtraciones de la presa.
  - Inspeccionará las estructuras civiles de la presa.
- **Seguridad Industrial**
  - Verificará y se asegurará del uso adecuado del equipo de seguridad personal y colectiva.
  - Dará seguimiento al desenvolvimiento vehicular a través de la cresta de la presa.
  - Asegurará la existencia de los equipos de seguridad y señalización en el área.
  - Asegurará la existencia de materiales y equipos de primeros auxilios
- **Mantenimiento Eléctrico-Electrónico**
  - Verificará que la medición remota del nivel del embalse funcione de manera continua y que los datos son correctos.
  - Revisará la operación de la compuerta de toma.
  - Revisará la operación de la planta de emergencia
  - Revisará la iluminación del vertedero
- **Mantenimiento Mecánico-Civil**
  - Verificará el estado de las tablas del vertedero.
  - Colocará la lona de protección sobre las tablas del vertedero.



- **Apoyo Logístico**

- Verificará el uso de equipos de comunicación (vehículos, radios, etc.)
- Se asegurará que las comunicaciones se mantengan confiables.
- Adquisición de:
  - Vehículos
  - Personal de apoyo
  - Agilizar compras o alquiler de equipos e insumos varios
  - Otros



## 7.2 Diseño de Diagramas de Aviso

Para las situaciones de emergencias señaladas en la sección 4 "SITUACIONES DE EMERGENCIA", el Personal designado para activar el PADE, ya sea el Gerente General o en caso alternativo el Coordinador del PADE o el Operador de Fortuna, notificará según el Diagrama de Aviso respectivo.

Los diagramas de aviso se han diseñado y elaborado siguiendo las directrices de la Resolución AN No 3932 de Elec del 22 de octubre de 2010 y Resolución AN No 11761 de Elec del 9 de noviembre de 2017.

Los mensajes de alerta a emitir por ENEL Fortuna para cada caso de Emergencia identificado son los siguientes:

Para las distintas situaciones de emergencias señaladas en el punto 5.4, el Coordinador del PADE o en su defecto el Operador de la Planta, realizará las notificaciones según el Diagrama de Aviso respectivo y ejemplos de los mensajes para los distintos tipos de alerta se presentan a continuación:

### **Alerta Blanca (Preventiva)**

*"Soy el Operador o Coordinador del PADE de Fortuna, les notifico que la Presa de Fortuna de la Central Hidroeléctrica Fortuna tiene la siguiente situación de emergencia, (especificar la causa), por lo tanto, a las (HH:MM) se debe activar la Alerta Blanca, para la presa, Repito: la Presa de Fortuna de la Central Hidroeléctrica Fortuna tiene la siguiente situación de emergencia; (especificar la causa), por lo tanto, a las (HH:MM) se activa el nivel de Alerta Blanca. Por lo tanto, deben tomar las medidas necesarias de vigilancia y control. Por favor ponga a todos sus contactos en alerta. Manténgase en contacto e informado sobre las siguientes notificaciones o terminación de la emergencia. Por favor comunique la recepción de este mensaje, confirme que ha entendido y proporcione su nombre y apellido".*

### **Alerta Verde**

*"Soy el Operador de la Planta y/o Coordinador del PADE de Fortuna de la Central Hidroeléctrica Fortuna, tiene la siguiente situación de emergencia, (especificar la causa), por lo tanto, a las (HH:MM) se activa la Alerta Verde, para la presa, Fortuna, Repito: la Central Hidroeléctrica Fortuna presenta la siguiente situación de emergencia; (especificar la causa), por lo tanto, a las (HH:MM) se activa el nivel para la Alerta Verde. Se están tomando las medidas necesarias de vigilancia y control. Se solicita que los organismos competentes de la Protección Pública debe estar preparados para el proceso*



*de evacuación, de los poblados aguas abajo de la Presa Fortuna. Por favor ponga a todos sus contactos en alerta. Manténgase en contacto e informado sobre las siguientes notificaciones o terminación de la emergencia. El Operador de la Planta y/o el coordinador del PADE puede ser contactado a los teléfonos: 777-6741, 6679-4271 y 777-6755, 6679-8671, respectivamente. Por favor comunique la recepción de este mensaje, confirme que ha entendido y proporcione su nombre y apellido”.*

#### **Alerta Amarilla**

*“Soy el Operador de la Planta y/o Coordinador del PADE de Fortuna”, les notifico que se está presentando una situación potencialmente peligrosa en la presa de Fortuna, en la que se declara Alerta Amarilla. El embalse ha igualado (rebasado) los 1 054,00 msnm. Les repito: Estoy notificando que se está presentando una situación potencialmente peligrosa en la presa de Fortuna, el embalse ha igualado (rebasado) los 1 054,00 msnm. Por favor comunique la recepción de este mensaje. Confirme que ha entendido y proporcione su nombre y apellido”.*

#### **Alerta Roja**

*“Soy el Operador de la Planta y/o Coordinador del PADE de Fortuna”, les notifico que se ha presentado una situación de emergencia (especificar la causa) que ha ocurrido en (especificar el sitio) causando pérdidas incontrolable de agua del embalse, en la que se declara Alerta Roja. Repito: les notifico que se ha presentado una situación de emergencia (especificar la causa) que ha ocurrido en (especificar el sitio) con pérdidas incontrolable de agua del embalse. Por favor comunique la recepción de este mensaje. Confirme que ha entendido y proporcione su nombre y apellido”.*

#### **Notificación de ENEL como Responsable primario a Pobladores**

ENEL Fortuna, notificará a los pobladores del área de la situación de emergencia a acuerdo a sus procedimientos de comunicación establecidos.

Los mensajes descritos anteriormente son solamente en forma de ejemplo o guía, pero se debe recordar que cada mensaje emitido por el Coordinador del PADE debe contemplar al menos los siguientes elementos, según lo señalado en el diagrama respectivo durante el mensaje. A continuación listamos dicha información:

- Nombre de la presa.
- Situación de emergencia (Condiciones de Crecidas Ordinarias y Extraordinarias, Por Colapso Estructural en Condición de



Operación Normal y Por Colapso Estructural durante Crecidas Extraordinarias.

- Gravedad de la situación.
- Tipo de falla que está ocurriendo o se está desarrollando (por ejemplo, rebose o rotura).
- Hora exacta de la observación.
- Hora exacta de la falla, si ya ha ocurrido y si se conoce, sino estimar.

Los diagramas de aviso de acuerdo al tipo de alerta se presentan a continuación:

En las figuras No 16, 17, 18, 19, 20 y 21 se presentan los diagramas de aviso de ENEL Fortuna para cada una de las Emergencias Identificadas.



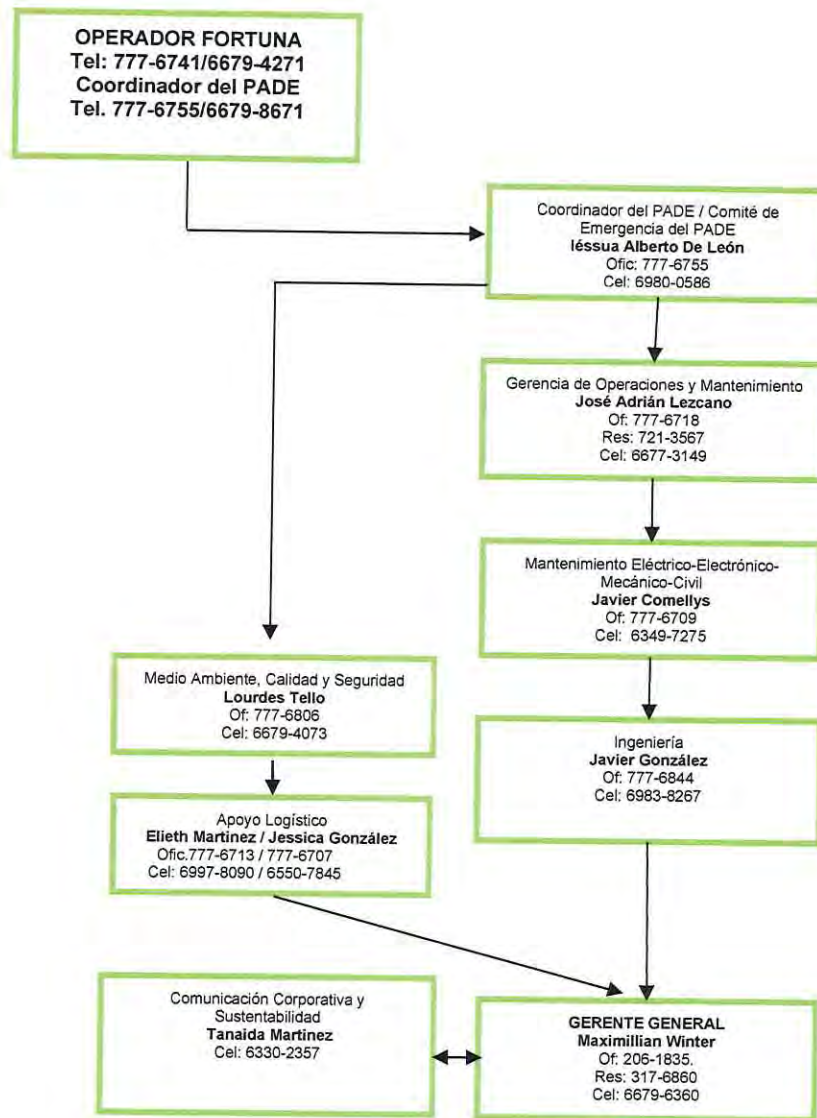


Figura No 16. Diagrama de aviso para activación del Comité de Emergencia del PADE de Fortuna. Actualizado Noviembre 2024.



ACTIVACIÓN DEL COMITÉ DE EMERGENCIA DEL PADE DE FORTUNA

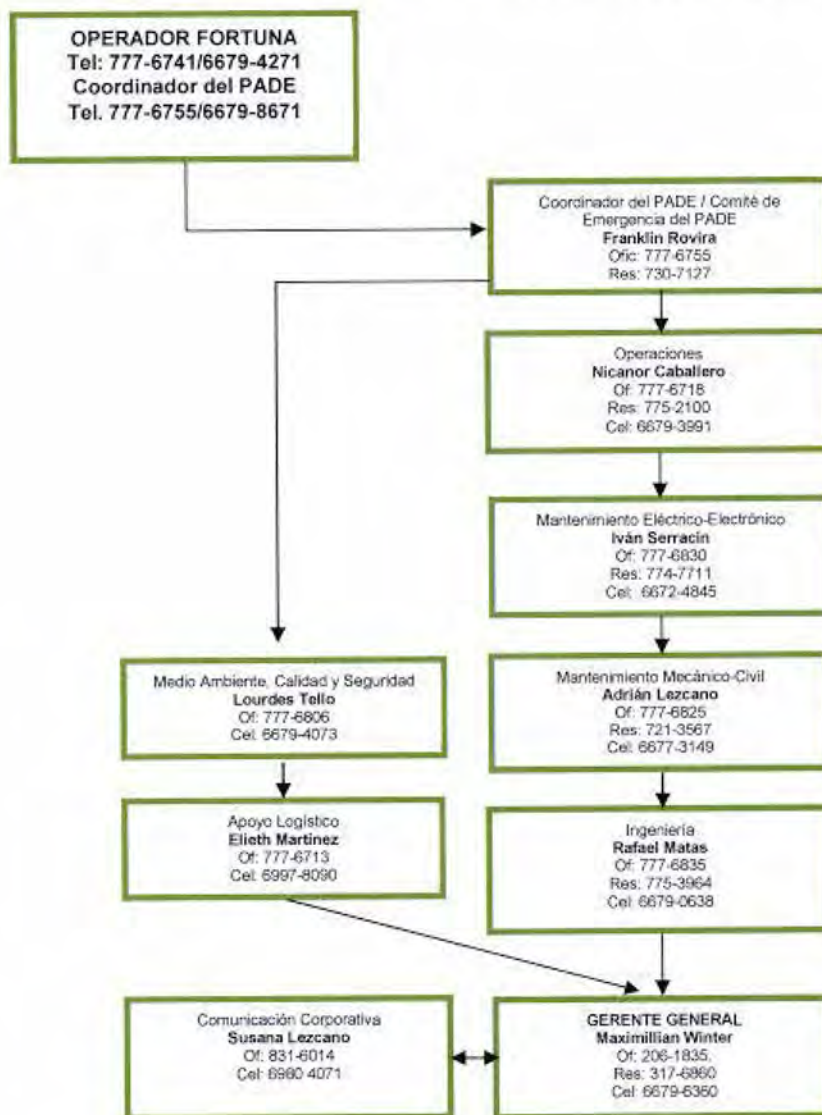


Figura No 16. Diagrama de aviso para activación del Comité de Emergencia del PADE de Fortuna. Fuente: Consultor, dic 2013. Modificado diciembre 2018.



CENTRALES HIDROELÉCTRICAS AGUAS ABAJO DE LA PRESA FORTUNA

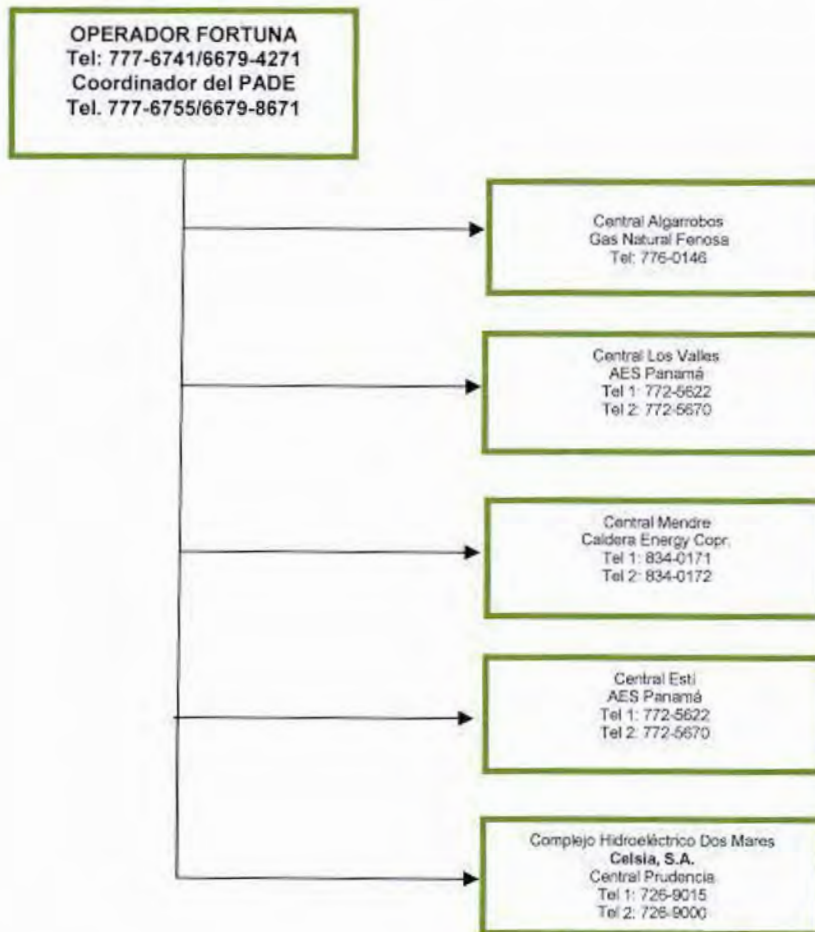


Figura No 17. Centrales Hidroeléctricas Aguas Abajo de la Presa Fortuna.



# ALERTA BLANCA

**Embalse Fortuna alcanza y rebasa 1 049 msnm**

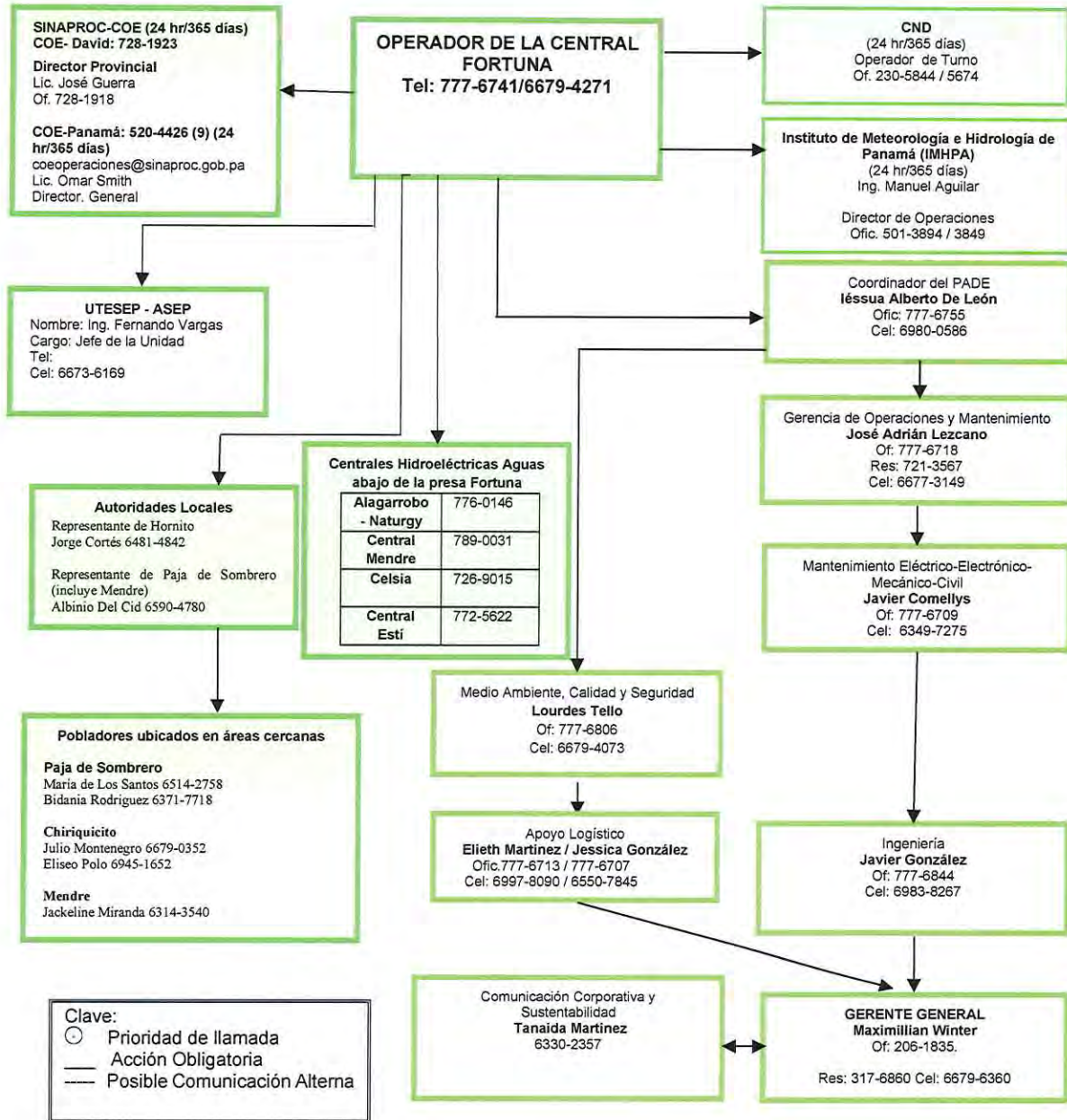


Figura No 1. Diagrama de aviso para Alerta Blanca. Modificado de acuerdo con resolución No. 11761-elec del 9 de noviembre de 2017. Datos actualizados a noviembre de 2024.



# ALERTA VERDE

Embalse Fortuna alcanza y rebasa 1 050 msnm

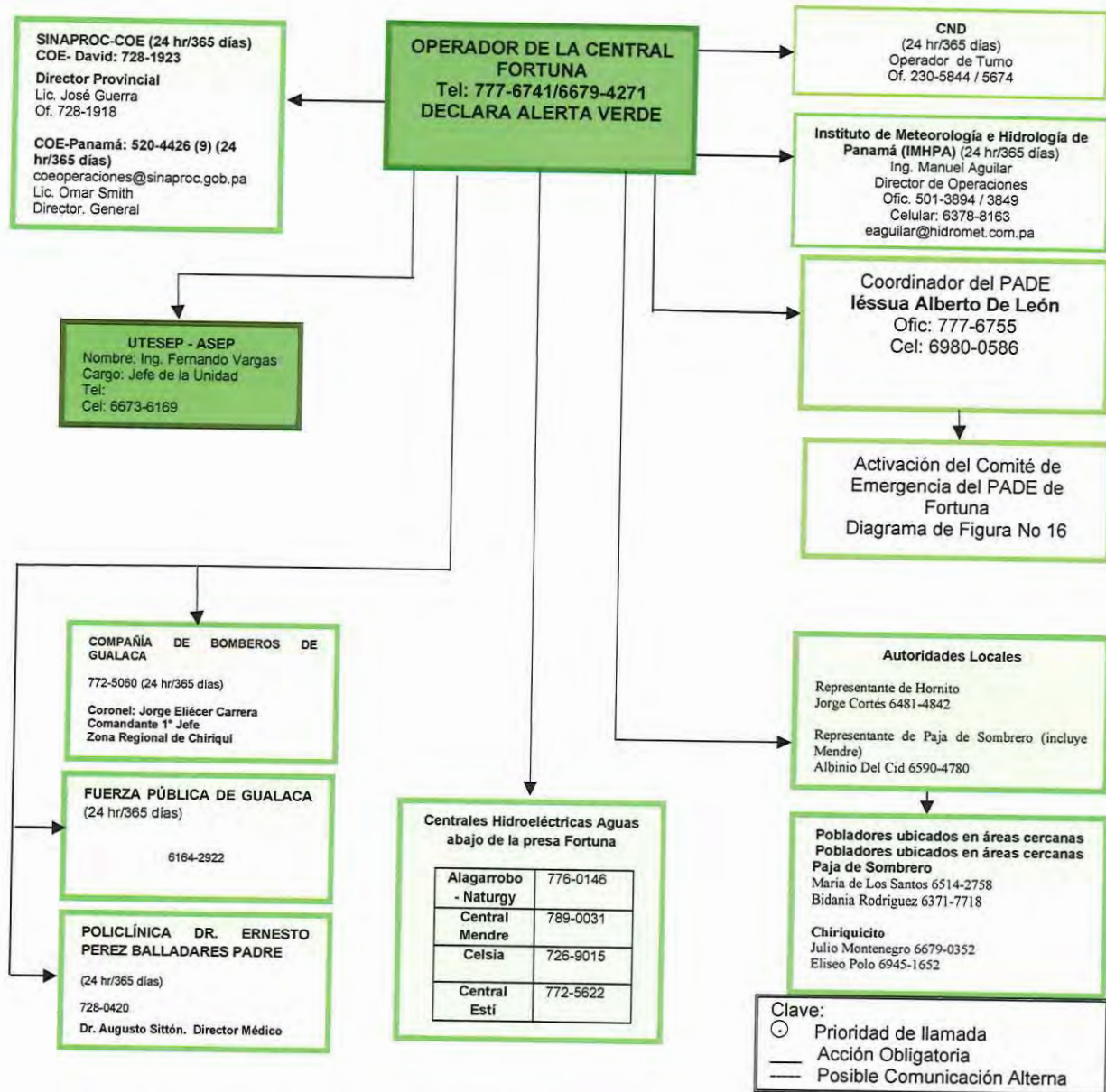


Figura No 19. Diagrama de aviso para Alerta Verde. Modificado de acuerdo con resolución No. 11761-elec del 9 de noviembre de 2017. Datos actualizados a noviembre de 2024.



# ALERTA AMARILLA

## Embalse Fortuna alcanza y rebasa 1 054 msnm

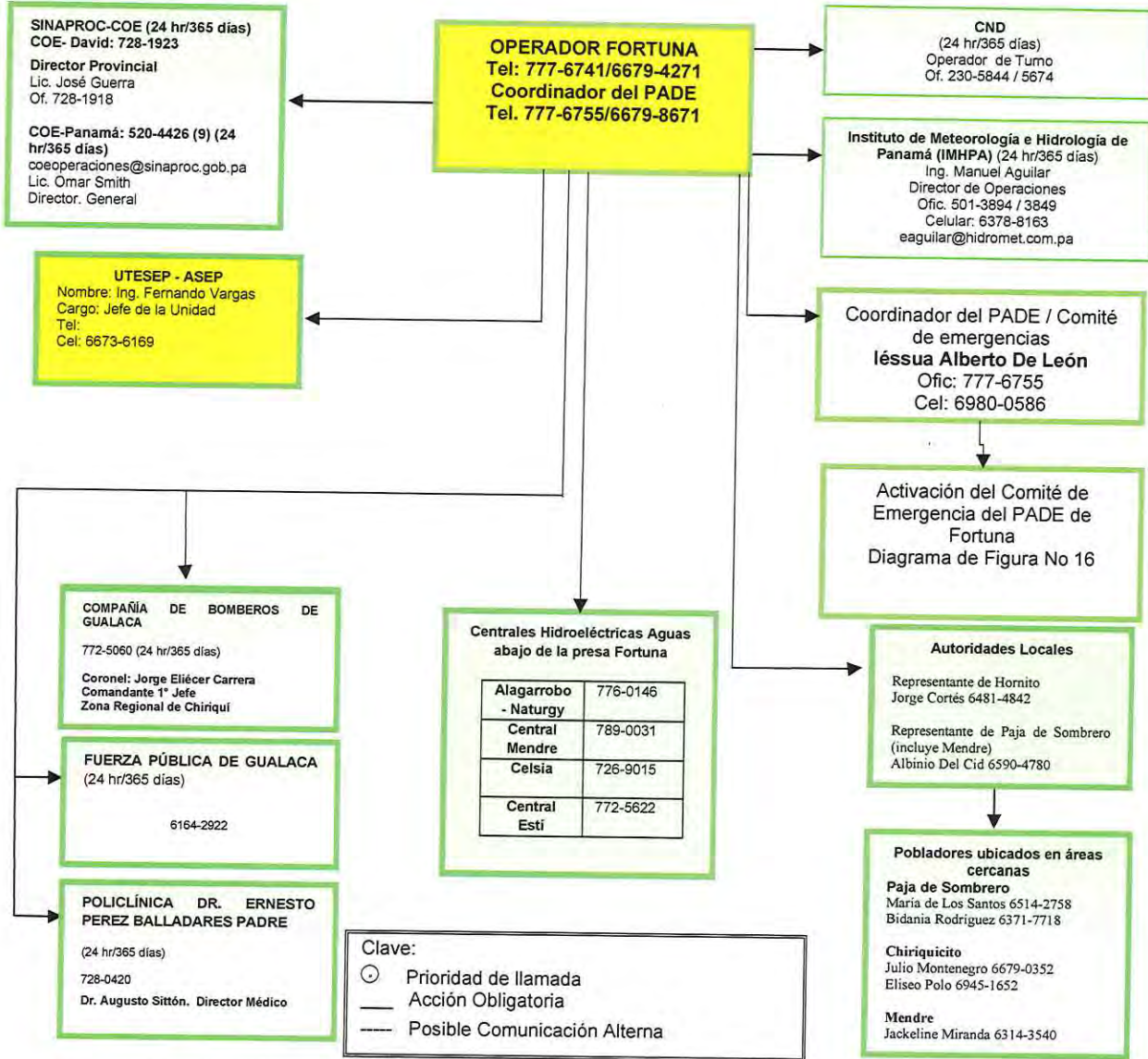


Figura No 20. Diagrama de aviso para Alerta Amarilla. Modificado de acuerdo con resolución No. 11761-elec del 9 de noviembre de 2017. Datos actualizados a noviembre de 2024.



## ALERTA ROJA

**Embalse Fortuna alcanza y rebasa 1 056,00 msnm**  
 Falla, colapso parcial o total de la Presa es inminente o ha ocurrido, con pérdida incontrolable de agua del embalse

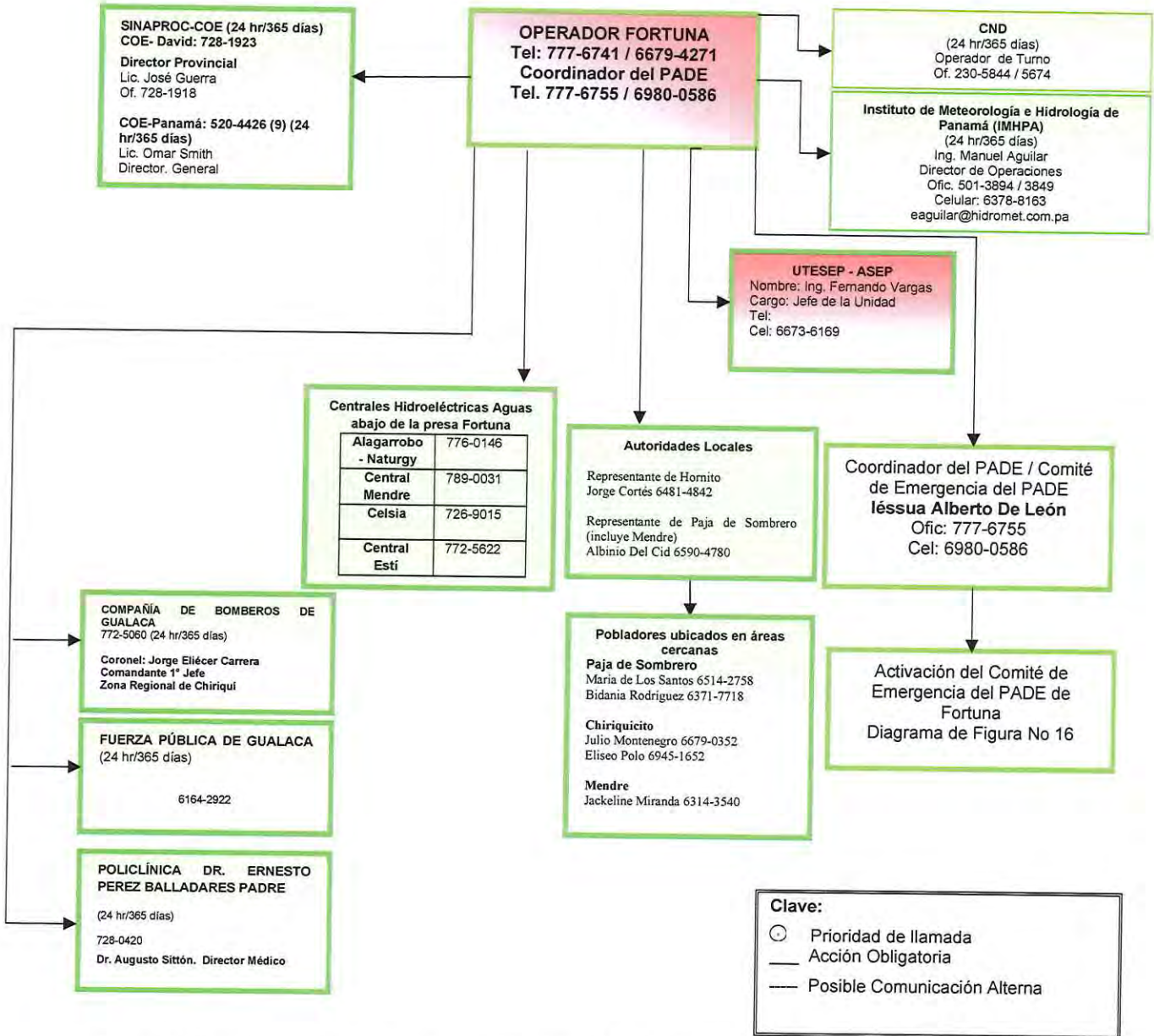


Figura No 21. Diagrama de aviso para Alerta Roja. Modificado de acuerdo con resolución No. 11761-elec del 9 de noviembre de 2017. Datos actualizados a noviembre de 2024



### 7.3 Procedimiento para Declarar la Emergencia

La declaración oportuna de una situación de emergencia para ENEL Fortuna es fundamental para evitar situaciones que puedan causar daños a la propia estructura y a las estructuras esenciales y comunidades localizadas aguas abajo. Por esta razón, la identificación anticipada y la evaluación de la(s) situación(es) o hecho(s) determinante(s) que inician o requieren una acción de urgencia son cruciales.

El PADE desarrollado por ENEL Fortuna incluye desde el personal a cargo de la operación de la Planta, personal jerárquico de ENEL Fortuna, a la ASEP y Autoridades de Protección Civil. Por lo que, una vez identificada una situación de emergencia, es esencial para el éxito del PADE que el personal responsable responda de manera inmediata para llevar a cabo las notificaciones y las acciones necesarias para la ejecución de la emergencia por parte de los estamentos de seguridad identificados e involucrados.

Inmediatamente identificada u observada una situación de riesgo en la presa de Fortuna, el inicio de la activación del PADE se puede dar tanto por un observador, como por los colaboradores que realizan las labores de mantenimiento e inspección rutinarios.

ENEL Fortuna tiene un programa rutinario de monitoreo, por lo que nuestro personal inspecciona regularmente la presa y sus estructuras asociadas. Es su responsabilidad y compromiso identificar cualquier señal de peligro potencial o en desarrollo tales como los presentados en el punto 5 y tomar de manera proactiva la iniciativa de actuar de acuerdo a la situación que se presente.

### 7.4 Centros de Operación de Emergencias (COE)

En el cuadro No 11 se presenta los Centros de Operación de Emergencia Locales y alternativos identificados en caso de una situación de Emergencia por inundación o sismos en Fortuna.



Cuadro No. 11. Centros de Operación de Emergencias.

Centros	Personal
1. Centro de Operación - Sitio Presa:	Centro de Operaciones de Emergencias conformado por los Grupos de Mantenimiento Eléctrico-electrónico y Mecánico-civil, Medio Ambiente, Ingeniería, y Seguridad Industrial
2. Centro de Coordinación e Información - Casa de Control	Centro de recopilación de Información en sitio y divulgación de la Emergencia
3. Centro de Coordinación en Oficinas Centrales en Valbuena, David	Se encargará de coordinar con las Autoridades y los medios de comunicación, dependiendo de las condiciones hidrometeorológicas, las visitas a sitio.

## 8 PROCEDIMIENTO PARA EL MANEJO DE EMERGENCIA

Los Procedimientos de emergencia establecidos dentro del Sistema de Gestión Integrado, SGI, de la Central Hidroeléctrica Fortuna se han integrado a este documento, cuando se activa el PADE, confirmando la emergencia o esperando a que el evento se produzca. Las acciones que se toman en cada uno de los procedimientos de emergencia dependerán de la naturaleza y magnitud del evento y el tiempo estimado de respuesta disponible para llevar adelante las acciones correctivas o de mitigación.

En el punto 7.1, se describen las responsabilidades específicas de los colaboradores u organizaciones para el mantenimiento y operación de la presa y para implementar las diferentes fases de cada uno de los planes que comprenden el PADE.

Cualquier **observador** de una falla potencial o falla inminente o real tiene el compromiso y deber de notificar al Operador de Sala Control de la Central Fortuna y el operador notificará al Coordinador del PADE de ENEL y este a su vez notificará a las autoridades correspondientes de acuerdo a los diagramas incluidos en este documento.

EL Coordinador del PADE es responsable de actividades relacionadas con el PADE, incluyendo revisar y solicitar modificaciones a los planes, distribuir copias



del PADE y los diagramas de flujo, establecer las capacitaciones para el personal a cargo de la presa, y coordinar un simulacro del PADE. Él es también la persona a contactar si surge cualquier pregunta sobre el PADE.

El **coordinador del PADE** es el encargado de Coordinar las acciones del Comité de Emergencias del PADE, es vocero a lo interno de la empresa, y ante las organizaciones locales y tendrá la potestad y mando de movilizar los empleados de los distintos Departamentos de la empresa que se requieran en virtud de la emergencia declarada. Además, será responsable de mantener un registro de todas las comunicaciones y/o notificaciones realizadas con respecto a la emergencia según el diagrama de aviso, indicándole la hora de la llamada para notificar y la información reportada.

Como Responsable Primario ENEL Fortuna, ha designado previamente a personal entrenado de la empresa y responsable dentro del procedimiento MXCA HSE PE 447, Plan de Respuesta a Emergencias de la Central Hidroeléctrica Fortuna, y como tal es garante de establecer la duración, seguridad, conclusión y seguimiento durante una emergencia en la Presa de Fortuna. El equipo de colaboradores apropiado de ENEL Fortuna, garantizará el monitoreo de la instrumentación de la presa según se indicó en el punto 2.4.

Al declararse y durante una situación de emergencia, ENEL Fortuna mantendrá a las autoridades locales y a SINAPROC informados del avance del evento y la situación de la presa hasta que la emergencia haya concluido.

ENEL Fortuna dispone de medios de comunicación tanto regulares y alternos, por lo que se utilizarán todos los medios disponibles. El principal medio para comunicarse será el teléfono y el celular. Los medios alternos de comunicación, de fallar los medios regulares incluyen teléfono satelital, radio y mensajería.

ENEL Fortuna como Responsable Primario de la Presa Fortuna y su embalse tomará la decisión de declarar el cese de la condición de emergencia en la presa, como resultado de la mejora en las condiciones hidrometeorológicas, disminución de los aportes al embalse, o en general las condiciones meteorológicas han mejorado significativamente y los pronósticos indican buen tiempo. ENEL Fortuna se encargará de divulgar la información por medio de notificación directa a las autoridades locales, UTESEP (ASEP) y a SINAPROC.



### 8.1.1 Miembros del Centro de Operaciones de Emergencia Provincia de Chiriquí (Decisiones Técnicas Operativas de Respuesta)

N°	NOMBRE	INSTITUCION	TELEFONO	CEL.	E-MAIL
1	Lic. Hugo Méndez Lisondro	Gobernación de Chiriquí	774-4247/775-2828		
2	Lic. Osvaldo Espinoza	Despacho P. Dama	774-4249		
3	Coronel Abel Arauz	C. BOM. BUGABA	770-6747/770-6211		
5	Comisionado Erick Amaya	POLICIA NACIONAL	777-5581		
6	Lic. Lusmila Hurtado	IFARHU	775-6926		
7	Johnny M. Ramos Grijalba	ALCALDÍA DAVID	775-1013		
8	Ricardo Brenes	A.A.C	721-2323		
9	Coronel Denis Montenegro	BOMBEROS DAVID	775-4212		
10	Javier Justavino	BOMBERO DAVID	775-4211		
11	Anayansi González	PAN	774-4656		
12	Amílcar Valdez G.	PAN	774-4656		
13	Liriola Y. Vega C.	C.S.S			
14	Basilio Markou	C.S.S	775-3255		
15	Agustín Saldaña	MINSA	774-7554		
16	Jose de Jesús Rodríguez	Servicio Aeronaval	721-1076		
17	Francisco Santamaría	SINAPROC	775-7606		
18	Félix Rodríguez	HOSP. OBALDIA	775-4221		



N°	NOMBRE	INSTITUCION	TELEFONO	CEL.	E-MAIL
19	Prof. Silka Lasso	MEDUCA	775-6106	6613-0906	
20	Leo Dan Berrio Guerra.	Cruz Roja	775-3737		<a href="mailto:idbg54@yahoo.com">idbg54@yahoo.com</a>
21	Evelyn Sánchez	Cruz Roja	775-3737	6405-3510	
22	Manuel Serrano	MIVI	775-3651	6692-5113	
23	Chistofer González	ANAM	775-3163		
24	Eduardo José Harari R.	MOP	775-4101		
25	Mártir Núñez Morales	HP3 LIGA RADIO	774-1926	6726-2700	<a href="mailto:martir-07@hotmail.com">martir-07@hotmail.com</a>
26	Julio A Arauz	HP3 RL	775-5055	6692-1259	
27	Dr. Abdiel Lezcano	ADUANAS	775-4433	6853-2734	
28	Licda. Sara Pitty de Baruco	MIDES	775-7907 / 774-0324	6637-8637/6703-0440	
29	German Castillo	Alcaldía de Boquete		67430641	
30	Edgardo Jaramillo	D. Operaciones del transito	776-8125	776-9298	
31	Victor Saldaña	Autoridad Maritima de Panamá	721-1232		
32	José Luis Quintero	IDAAN	775-5280	6643-0306	
33	Licdo. Alex Matus	UTP	775-4563	6617-5801	



## 8.1.2 Junta Técnica (Directores Institucionales) y Tomadores de Decisiones Políticas Estratégicas en una Emergencia

INSTITUCIÓN	DIRECTOR	CELULAR	TELEFONO	FAX
GOBERNACIÓN	LIC. RITA SITTON DE FUNDORA	6676-8122	774-4247/775-2828	774-3316
DESPACHO DE ENLACE PRIM DAMA	LIC. RITA SITTON DE FUNDORA	6676-8122	774-4249	774-4249
VICE GOBERNACIÓN	SR. FLORENCIO SÁNCHEZ	6682-1677	774-6119	
A.N.A.M.	LIC. MAURICIO FUENTES	6491-0381	774-3365	774-6671
A.T.T.T.	LIC. ELIECER JIMENEZ	6232-0656	774-6715/0738	774-6920
ACODECO	LIC. ALEXIS ORTEGA	6671-7995	775-2536	
ADUANAS	DR ABDIEL LEZCANO	6853-2734	775-4433	774-2108
AEREAUTICA CIVIL	LIC. ROSA ATENCIO	6676-2377	721-1172	721-1172
ANATI	LIC. ANTHONY SANTOS	6617-3415	775-3125	775-4860
AMPYME	LIC. LENIS CABALLERO	6480-1867	774-8559	774-8559
ARAP	LIC. YESSICA I. CHAVEZ(DIRECTORA ENLACE PRIM DAMA)	6614-8568	774-9843	721-2730
AUTORIDAD DE TURISMO	LIC. ANABELA PALMA	6057-8374	775-4120/6940	775-4120
AUTORIDAD MARITIMA	LIC. DIGNA LISONDRO	6615-9905	721-1232/501-5372	721-1232
AUTORIDAD NACIONAL DE INGRESOS P	LIC. MARIA ORTEGA	6035-0549	774-2868/2568	774-2868
B.D.A.	DR. RAFAEL CASTRELLON	6624-6535	775-5803 - 775-1470	774-2114
BANCO HIPOTECARIO	LIC. ITZA MARTINEZ	6456-1061	775-6648	774-0165
BANCO NACIONAL	LIC. CESAR ARAUZ	6596-7776	777-6446/6069	777-6436
CAJA DE AHORROS	LIC LUIS SALDAÑA	6677-0428	774-4867	775-3071



INSTITUCIÓN	DIRECTOR	CELULAR	TELEFONO	FAX
CAJA DE SEGURO SOCIAL	DR. ERICK MIRANDA	6676-3203	774-7179	774-7178
CENTRO PENIT. FEMENINO	LIC. YARIBETH MIRANDA	6450-5563	772-1226/1227	772-1226
CENTRO PENITENCIARIO	LIC. ISMAEL FLORES	6697-2642	775-6467	775-6467
CONADES	PROF. ORLANDO MORENO	6619-7470	774-7206	774-3340
CONSEJO PROVINCIAL PRESIDENTE	H.R. EDGARDO ALVAREZ	6612-5265	775-7469/774-2925	775-5699
CONTRALORIA	LIC MIGUEL VALDES	6616-3541	775-1490-774-2032	774-1198
CORREOS Y TELÉGRAFOS	LIC. LUZ DEL ALBA MONTENEGRO	6605-7076	775-7209	775-4261
CUERPO DE BOMBEROS	CORONEL MANUEL DE LA CRUZ	6675-9721	775-4211/13/14/15	775-4513
CUERPO DE BOMBEROS BUGABA	CORONEL GONZALO CHAN	6613-9639	770-6747/6211	770-6212
D. I. J.	MAYOR JOHN OMAR DORHEIM	6096-3745	774-3495/775-3264	774-3495
DIRECCION DE BIENES PATRIMONIALES	LIC. EDITH VASQUEZ (DIRECTORA ENCARGADA)	6786-9181	775-3125	775-3125
DIRECCION DE OPERACIONES TRANSITO	CAPITAN EMILIANO ORTERO	6084-8760		
FACULTAD DE AGRONOMIA	DR JUAN MANUEL OSORIO	6676-7508	772-9064	772-9383
GOBIERNOS LOCALES	LIC. JAIME DEL CID	6695-5751	774-5879	
I.D.A.A.N.	ING. ZENON GONZALEZ	6112-2175	775-5280	775-5280
I.D.I.A.P.	ING. SAMUEL SAMUDIO	6671-0146	775-0293	774-2607
I.F.A.R.H.U.	PROF RAFAEL PINEDA	6619-2664	775-4654/5057	775-9738
I.M.A.	ING. JOSE TOBAR	6239-7414	722-2246	722-2246
I.N.A.C.	PROF. GREGORIO GONZALEZ	6876-3893	774-1851	774-1851
I.N.A.D.E.H	ARQ. JOSHUA CHAMBERS	6701-4635	775-8648	774-3228
I.N.A.M.U	LIC. LISBETH CARRERA	6770-8503	775-2165	



INSTITUCIÓN	DIRECTOR	CELULAR	TELEFONO	FAX
I.P.A.COOP.	LIC. AFRANIO ALBERTO ACOSTA	6870-7457	774-7156/775-0828	774-4508
I.P.H.E.	PROF. DEYANIRA DE ROJAS	6746-8646	721-0019	721-0039
I.S.A.	ING. LILIANA DUARTE	6395-8737	777-1595	775-1892
LOTERÍA NACIONAL	LIC. FRANCISCO VANEGAS	6536-5588	775-6982	775-0556
M.I.D.A.	ING. BERISIMO MARTINEZ	6612-4672	775-2478	774-3813
M.I.D.E.S.	LIC. SARA PITY	6920-1929	775-7907	774-0324
M.O.P.	ING. ROBERTO LEZCANO	6672-0803	775-5916	775-2248
MEDIOS DE COMUNICACIÓN	LIC. MARIA LOURDES MIRANDA	6662-0169	775-1717	775-1717
MEDUCA	PROF. GILBERTO AGUILAR	63871766	777-3027	775-4852
MEF	LIC. ANA TERESA LÓPEZ	6813-1745	775-0205	775-0188
MI.C.I.	LIC. RODRIGO RODRIGUEZ	6728-1217	775-3810/2876	
MIGRACIÓN	MAYOR MOISES CORTES	6679-2811	774-0280	774-1332
MINSA	DR. SANTIAGO DE ROUX	6253-7667	774-7554	775-5219
MITRADEL	LIC. JULIETA GUERRA	6758-5547	777-4511	774-3953
MIVI	ING. ALIRIO DIAZ	6673-8620	775-1372	775-7474
PAN	ARQ. CRISTIAN CABALLERO	6590.2202	774-4656	
PAN DEPORTES	LIC. JORGE NUÑEZ	6671-7203	774-2095	774-5159
PASAPORTE	LIC LUZ LORENA GUERRA	6688-8796	512-2193	



INSTITUCIÓN	DIRECTOR	CELULAR	TELEFONO	FAX
POLICIA NACIONAL	COMISIONADO JULIO LASSO	6048-3290	730-3728	730-5616
PRONADEL	LIC. SERGIO LORENZO	6781-7175	774-4055	
REGISTRO PÚBLICO	LIC. PORFIRIO MIRANDA	6894-7822	774-4795	775-1752
SENADIS	LIC. PAULA RIVERA	6583-6212	774-5600	774-5600
SERVICIO NAC AERONAVAL DE PMA	COMISIONADO JOSE DE JESUS RODRIGUEZ	6090-1761	721-1078/1164	721-1190
SERVICIO NAC. DE FRONTERAS	COMISIONADO ROGER MOJICA	6043-4700	727-6521/6563	727-7587
SIEC	LIC. YANETH I. MORALES	6981-7615	777-3046	
SINAPROC	LIC. ABELARDO SERRANO	6747-8615	774-7325	775-7505
U.N.A.C.H.I.	MGTRA. ETELVINA DE BONAGAS	6480-6786	730-5300	774-6358
U.T.P.	MGTER. ALEX MATUS	6617-5801	775-4563	774-3012
UDELAS	MGTER. ROY TEJEIRA	6611-1925	774-5856	775-3717
ZONA FRANCA GERENTE GENERAL	LIC. ARACELLY BARRIA ALMENGOR	6379-0199	770-9211	770-7205





Green Power

Ámbito organizativo

GRUPO  
ENERGÍAS RENOVABLES

USO EMPRESARIAL

MXCA HSE PE 447

Rev. 00 del 2013/12/26

Objeto: Plan de Respuesta a Emergencias de la Central  
Hidroeléctrica Fortuna

00	26/12/2013	Estandarización			
Rev.	Fecha	Descripción	RED.	CONTR.	APR.



## 9. SIMULACROS DE EMERGENCIA Y ACTUALIZACION DEL PADE

### Objetivo

Preparar y capacitar a la organización para reaccionar de manera organizada y eficaz ante una emergencia en el momento que se presente.

#### 9.1 SIMULACROS DE EMERGENCIA

Para lograr la optimización del PADE, su seguimiento y su mejora continua, se deben alcanzar los siguientes pasos:

1. Asegurar que todo el personal forme parte del plan, lo revise y tengan conocimiento del mismo, desde el momento de su incorporación a la organización de la operación de la Planta.
2. Realizar actividades de simulacros de las emergencias establecidas en el PADE.
3. Conformar los comités de Coordinación y Desarrollo que tienen las tareas de realizar el guion del simulacro y el desarrollo del mismo.

Los simulacros se llevarán a cabo mediante un ejercicio en el que se ensayaran las medidas a seguir ante una situación hipotética de emergencia por vertimiento o falla estructural de la presa. Abarcar todas las fases contempladas para una situación de emergencia real.

##### 9.1.1 Comité de Coordinación

Es el encargado de reunirse para preparar el escenario y desarrollar el tipo de simulacro a ejecutar (desarrollar el guion) indicando los responsables de cada actividad, el área geográfica donde se efectuara, fecha, hora de inicio y fin (cronograma de actividades), personas y otras empresas que participaran, objetivos y descripción del evento o eventos a simular. Definir los métodos y tiempos de divulgación de la actividad. Elaborar una lista del evento y las actividades asociadas, ubicación exacta, quien lo atenderá, las acciones a tomar, riesgos inherentes y medidas de prevención. Desarrollar una lista de verificación para llevar el control de todas las actividades a realizar antes del simulacro, indicando responsables y avances, a fin de garantizar que todo esté listo antes del simulacro. Elaborar una lista de todas las personas que se necesite hacer contacto, responsables de contactarlos y teléfonos. Tomar toda la información para elaborar el informe, cronometrar tiempos de las actividades desarrolladas, anotar detalles importantes con el objetivo de corregir actitudes de las personas ante el simulacro de emergencia.



Green Power

Ámbito organizativo

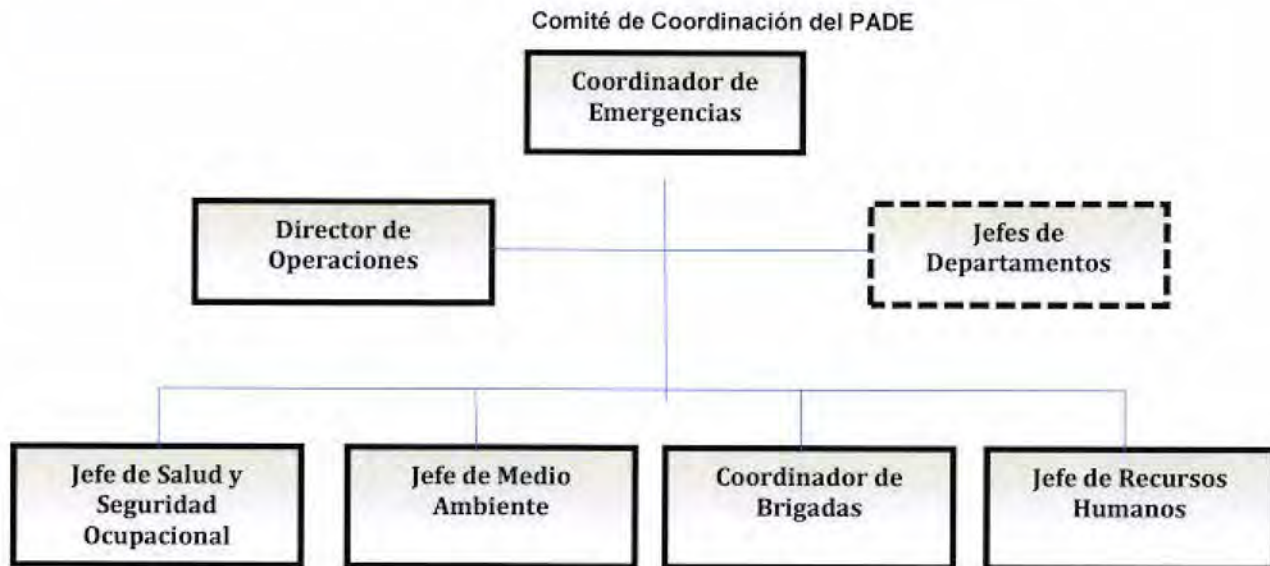
GRUPO  
ENERGÍAS RENOVABLES

USO EMPRESARIAL

MXCA ENV PE 447

Rev. 00 del 2012/11/30

Objeto: Plan de Actuación De Emergencias de la Central Hidroeléctrica Fortuna



#### 9.1.2 Comité de Desarrollo

Garantizar el apoyo logístico tales como cantidad de vehículos y equipos, preparar el escenario, delimitar el espacio físico, garantizar la atención si se presentan emergencias reales. Conseguir y preparar de la lista o inventario creado por el comité de organización. Destinar un área específica para atención de emergencias que se presenten durante el simulacro. Evaluar el simulacro luego de su finalización con el objetivo de proponer mejoras y su actualización.



**Objeto: Plan de Actuación De Emergencias de la Central Hidroeléctrica Fortuna**



## 9.2 COMITÉ DE EMERGENCIAS DEL PADE

La organización para el caso de emergencias posee un Comité de Emergencias del PADE que está formado por Grupos de Trabajo. Cada uno de estos grupos tiene un coordinador, que es quien imparte las instrucciones a su personal, bajo las directrices del Coordinador General de Emergencias. La Tabla 9.1 muestra el Comité de Emergencias del PADE de Enel Fortuna.

Tabla 9.1 Comité de Emergencias del PADE de Enel Fortuna

Cargo que ocupa	Nombre de la persona	Teléfonos		
		Oficina	Casa	Celular
Gerente General	Maximilian Winter	831-6035	317-6860	6679-6360
Coordinador General de Emergencia	Franklin Rovira	777-6755	730-7127	6679-8671
Operaciones	Nicanor Caballero	777-6718	775-2100	6679-3991
Ingeniería	Rafael Matas	777-6835	775-3964	6679-0638
Mantenimiento Eléctrico-Electrónico	Iván Serracín	777-6830	774-7711	6672-4845
Mantenimiento Mecánico-Civil	Adrian Lezcano	777-6825	721-3567	6677-3149
Seguridad, Ambiente y Calidad	Lourdes Tello	777-6806		6679-4073
Comunicación y Sostenibilidad	Susana Lezcano	831-6014		6980-4071
Apoyo Logístico	Elieth Martínez	777-6713		6997-8090
	Denis Urriola	777-6725		6679-2146



Green Power

Ámbito organizativo

GRUPO  
ENERGÍAS RENOVABLES

**Objeto: Plan de Actuación De Emergencias de la Central Hidroeléctrica Fortuna**

**9.3 BRIGADA DE EMERGENCIAS DEL PADE**

La Brigada de Emergencias del PADE está conformada por personal calificado de todos los departamentos de la central Enel Fortuna con formación en casos de emergencia y ubicados en áreas operativas cercanas a la planta para la atención de eventos. La tabla 9.2 muestra la Brigada de Emergencia de la Central.

Tabla 9.2 Brigada de Emergencia del PADE de Enel Fortuna

Nombre de la persona	Cargo Departamento	Teléfonos		
		Oficina	Casa	Celular
Franklin Rovira	Coordinador General de Emergencia	777-6755	730-7127	6679-8671
Marco Arce	Supervisor de Brigada	777-6836	730-3696	6609-0760
Edilberto Otero	Operaciones	777-6741	721-0785	6661-6155
David Obando	Operaciones	777-6741	-----	6951-3735
Anel Víquez	Mant. Mecánico	777-6865		6679-6218
Leo D. Caballero	Mant. Eléctrico	777-6867	-----	6522-6590
Carlos Rodríguez	Mant. Civil	777-6828	-----	6670-2750
Julio Montenegro	Mant. Civil	777-6829		
Job L. Guerra	Operaciones	777-6861	-----	6626-9679
Leonardo Miranda	Soporte Técnico	777-6838	-----	6633-8018
Roberto Ortíz	Seguridad	777-6820	-----	6520-5515

**9.4 EQUIPOS DE EMERGENCIAS**

El personal de la Brigada de Emergencias dispone de sistemas y equipos para el control de las emergencias que se presenten en la Central. La tabla 9.3 Y 9.4 muestran los sistemas y equipos con los que cuenta Enel Fortuna para el control de las emergencias.

Tabla 9.3 Unidades de rescate y Control de Emergencias

Equipo	Características	Estado actual
--------	-----------------	---------------











**Objeto: Plan de Actuación De Emergencias de la Central Hidroeléctrica Fortuna**

<p>Centro de Atención de Emergencias, Casa Control</p> 	<p>Existen 4 teléfonos, 2 radios de comunicación e internet para atender todas las llamadas y para la comunicación de todos los eventos que se registran en la bitácora de Operaciones.</p>	<p>Operativo todos los sistemas existentes.</p>
<p>Vehículo de Emergencias</p> 	<p>Vehículo de emergencia utilizado en el traslado de las personas a Centros de Salud y Hospitales.</p>	<p>En buenas condiciones mecánicas y físicas, equipada con camilla.</p>
<p>Unidad de Transporte</p> 	<p>Unidad para el traslado del personal a los diversos eventos, utilizado para trasladar materiales y equipos necesarios. Todos los grupos de trabajos poseen unidades de este tipo.</p>	<p>Operativo. En buenas condiciones mecánicas y físicas.</p>
<p>Equipo de reanimación</p> 	<p>Equipo de desfibrilador externo automático para la reanimación.</p>	<p>Operativo. Buenas condiciones.</p>
<p>Escaleras</p> 	<p>Escaleras fijas y de extensión para el acceso a diferentes alturas.</p>	<p>Operativas. Buenas condiciones.</p>
<p>Envases para agua</p>	<p>Contenedor de agua limpia para las personas.</p>	<p>Operativos. Buenas condiciones.</p>

**Objeto: Plan de Actuación De Emergencias de la Central Hidroeléctrica Fortuna**

		
<p>Conos de señalización</p> 	<p>Señalización y delimitación de zonas de peligro.</p>	<p>Operativos. Buenas condiciones.</p>
<p>Equipo de rescate</p> 	<p>Para el ascenso y descenso en rescates de personas</p>	<p>Operativos. Buenas condiciones.</p>
<p>Mandibula manual</p> 	<p>Para el rescate en accidentes vehicular.</p>	<p>Buenas condiciones operativas.</p>
<p>Pulaskis</p> 	<p>Para el control forestal de la brigada en caso de incendios.</p>	<p>Buenas condiciones operativas.</p>
<p>Contenedor Emergencias</p> 	<p>de Contiene los equipos de respuesta ante emergencias que se presenten en la central. Ubicado en las oficinas de Chiriquicito.</p>	<p>Buenas condiciones.</p>
<p>Contenedor</p>	<p>Contenedor de ropa especial para la Brigada de Emergencia.</p>	<p>Buenas condiciones.</p>





**Green Power**

Ámbito organizativo

GRUPO  
ENERGÍAS RENOVABLES

USO EMPRESARIAL

**MXCA ENV PE 447**

Rev. 00 del 2012/11/30

**Objeto: Plan de Actuación De Emergencias de la Central Hidroeléctrica Fortuna**


		
 <b>Camilla rígida</b>	Camilla rígida con soporte y apoya cabeza para el rescate.	Operativa. En buenas condiciones
 <b>Mascaras de escape</b>	Mascara de seguridad para el escape en caso de incendios.	Operativas. Buenas condiciones
 <b>Medidor de presión</b>	Medidor automático de la presión sanguínea.	Operativo. Buenas condiciones.
 <b>Arnes y líneas de vida</b>	Arnés y líneas de vida para el rescate de personas.	Operativos. Buenas condiciones

Tabla 9.4 Equipos para el Control de Emergencias

Equipo	Cantidad	Operativos
CAMISA DE BOMBEROS	8	8
PANTALONES DE BOMBEROS	8	8
CASCO DE BOMBEROS	8	8
ARNÉS	4	4



Green Power

Ámbito organizativo

GRUPO  
ENERGÍAS RENOVABLES

USO EMPRESARIAL

MXCA ENV PE 447

Rev. 00 del 2012/11/30

**Objeto: Plan de Actuación De Emergencias de la Central Hidroeléctrica Fortuna**

LINEAS DE VIDA PARA ARNÉS	5	5
CONSERVADOR DE TEMPERATURA PARA QUEBRADURA	2	2
ESTABILIZADOR PARA CABEZA	2	2
PULASKIS	3	3
BOMBA DE ESPALDA	6	6
SOGA DE NAYLON COLOR AZUL	1	1
CONOS DE SEGURIDAD	6	6
IGLOO PARA CARGAR AGUA	4	4
CONSERVADOR DE TEMPERATURA PARA QUEBRADURA	3	3

### 9.5 FRECUENCIA DE LOS SIMULACROS

Para acostumbrar y disciplinar el comportamiento del personal, se realizará el simulacro de algunas de las situaciones contempladas en los puntos 5.4 y 5.5 del presente PADE, al menos una vez al año.

Los ejercicios de simulacro se realizan cuando la central hidroeléctrica este en situación normal y en una época del año en que las circunstancias permitan prever, con cierta garantía que no va a acontecer un incidente que genere una situación extraordinaria o de emergencia real.

El ejercicio de simulación tendrá una duración de al menos 6 (seis) horas y dependerá del nivel de dificultad que se vaya a ensayar.

El ejercicio se interrumpirá cuando durante su desarrollo acontezca una situación extraordinaria o de emergencia real o sea imprescindible la atención del personal para garantizar la operación normal de la central hidroeléctrica.

### 9.6 FASES DEL SIMULACRO

Página 91 de 150





Green Power

Ámbito organizativo

GRUPO  
ENERGÍAS RENOVABLES

**Objeto: Plan de Actuación De Emergencias de la Central Hidroeléctrica Fortuna**

El simulacro de las situaciones de emergencia se realizará en cinco fases, paralelas a las establecidas en una operación normal, llevando una bitácora en la sala de control de operaciones, de todas las acciones ejecutadas:

Fase 1: Detección del Evento de Emergencia

Fase 2: Determinación del Nivel de Emergencia

**Alerta Blanca**, Alerta Verde, **Amarilla** y Roja

Fase 3: Niveles de Comunicación y Notificación de la Emergencia.

Fase 4: Acciones Durante la Emergencia

Fase 5: Terminación de la Emergencia.

Durante el desarrollo del ejercicio del simulacro de la emergencia, el Operador de Turno en Casa Control controlará y registrará en la bitácora todas las acciones que se desarrollen, poniendo mayor interés en los siguientes aspectos:

- Utilización de los sistemas de comunicación.
- Tiempo de respuesta del personal de emergencias.
- Comprobación de los sistemas básicos de comunicación y energía (teléfonos, luminarias, celulares, internet, radios de comunicación, sistemas de respaldo, etc).
- Medidas de seguridad y protección personal.
- Seguimiento y control de los equipos de instrumentación del embalse.

**9.7 ALCANCE Y LIMITACIONES DEL SIMULACRO**

En particular el Coordinador de Emergencias y el Comité de Coordinación del PADE deberán:

- Elaborar una guía descriptiva estableciendo el tipo de alerta a simular y las instrucciones generales sobre el simulacro.
- Capacitar al personal de operaciones de la central hidroeléctrica, en hipotéticas circunstancias especiales que pudieran surgir durante el desarrollo del ejercicio de simulacro.
- Programar una reunión formativa con el personal de la brigada de emergencia y ambiente donde se revisen los métodos de actuación frente a situaciones de emergencia.
- Redacción del informe final del simulacro de emergencia.

**9.8 COMUNICACIÓN**

Enel Fortuna procederá a notificar a la comunidad, a los organismos estatales, autoridades responsables en el manejo del agua, empresas hidroeléctricas ubicadas aguas abajo y organismos de protección pública.

Las alertas del embalse de la central Fortuna serán notificadas de la siguiente forma;

Notificación	Alerta
<i>Soy el Operador o Coordinador del PADE de Fortuna, les notifico que la Presa de Fortuna de la Central Hidroeléctrica Fortuna tiene la siguiente situación de emergencia, (especificar la causa), por lo tanto, a las (HH:MM) se debe activar la Alerta Blanca, para</i>	Blanca





**Objeto: Plan de Actuación De Emergencias de la Central Hidroeléctrica Fortuna**

<p><i>la presa, Repito: la Presa de Fortuna de la Central Hidroeléctrica Fortuna tiene la siguiente situación de emergencia; (especificar la causa), por lo tanto, a las (HH:MM) se activa el nivel de Alerta Blanca. Por lo tanto, deben tomar las medidas necesarias de vigilancia y control. Por favor ponga a todos sus contactos en alerta. Manténgase en contacto e informado sobre las siguientes notificaciones o terminación de la emergencia. Por favor comuníqueme la recepción de este mensaje, confirme que ha entendido y proporcione su nombre y apellido.</i></p>	
<p><i>Soy el Operador de la Planta y/o Coordinador del PADE de Fortuna de la Central Hidroeléctrica Fortuna, tiene la siguiente situación de emergencia, (especificar la causa), por lo tanto, a las (HH:MM) se activa la Alerta Verde, para la presa, Fortuna, Repito: la Central Hidroeléctrica Fortuna presenta la siguiente situación de emergencia; (especificar la causa), por lo tanto, a las (HH:MM) se activa el nivel para la Alerta Verde. Se están tomando las medidas necesarias de vigilancia y control. Se solicita que los organismos competentes de la Protección Pública debe estar preparados para el proceso de evacuación, de los poblados aguas abajo de la Presa Fortuna. Por favor ponga a todos sus contactos en alerta. Manténgase en contacto e informado sobre las siguientes notificaciones o terminación de la emergencia. El Operador de la Planta y/o el coordinador del PADE puede ser contactado a los teléfonos: 777-6741, 6679-4271 y 777-6755, 6679-8671, respectivamente. Por favor comuníqueme la recepción de este mensaje, confirme que ha entendido y proporcione su nombre y apellido.</i></p>	<p>Verde</p>
<p><i>Soy el Operador de la Planta y/o Coordinador del PADE de Fortuna", les notifico que se está presentando una situación potencialmente peligrosa en la presa de Fortuna, en la que se</i></p>	<p>Amarilla</p>



**Objeto: Plan de Actuación De Emergencias de la Central Hidroeléctrica Fortuna**

<p><i>declara Alerta Amarilla. El embalse ha igualado (rebasado) los 1 054,00 msnm. Les repito: Estoy notificando que se está presentando una situación potencialmente peligrosa en la presa de Fortuna, el embalse ha igualado (rebasado) los 1 054,00 msnm. Por favor comuníqueme la recepción de este mensaje. Confirme que ha entendido y proporcione su nombre y apellido.</i></p> <p>El mensaje se repite una vez más y se pregunta si se entendió el mensaje y se solicitará el nombre de la persona que recibió el mensaje.</p>	
<p><i>Soy el Operador de la Planta y/o Coordinador del PADE de Fortuna", les notifico que se ha presentado una situación de emergencia (especificar la causa) que ha ocurrido en (especificar el sitio) causando pérdidas incontrolable de agua del embalse, en la que se declara Alerta Roja. Repito: les notifico que se ha presentado una situación de emergencia (especificar la causa) que ha ocurrido en (especificar el sitio) con pérdidas incontrolable de agua del embalse. Por favor comuníqueme la recepción de este mensaje. Confirme que ha entendido y proporcione su nombre y apellido.</i></p> <p>El mensaje se repite una vez más y se pregunta si se entendió el mensaje y se solicitará el nombre de la persona que recibió el mensaje.</p>	<p>Roja</p>

**9.9 INFORME FINAL DEL EJERCICIO DEL PADE**

Al término de cada ejercicio de simulación, se redactará, un informe sobre el desarrollo del ejercicio, que será remitido a la Autoridad de los Servicios Públicos (ASEP) y al Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC). En el mismo se reportarán a las autoridades competentes todas las incidencias, objetivos, nivel de coordinación entre el personal y con terceros, adecuación de los medios materiales disponibles, grado de cumplimiento de los objetivos, fallas del PADE; que permitan incluir mejoras para las propuestas de actualización.

El contenido mínimo del informe será el siguiente:



Green Power

Ámbito organizativo

GRUPO  
ENERGÍAS RENOVABLES

USO EMPRESARIAL

MXCA ENV PE 447

Rev. 00 del 2012/11/30

**Objeto: Plan de Actuación De Emergencias de la Central Hidroeléctrica Fortuna**

Descripción	Comentarios
Fecha y hora de comienzo y final del ejercicio	
Objetivos y grado de cumplimiento	
Descripción del ejercicio planteado	El que corresponda
Tipos de Alertas a establecer	Blanca, Verde, Amarilla y Roja
Nivel de coordinación entre el personal y con terceros	
Personal Implicado y grado de preparación	
Adecuación de los medios materiales disponibles	
Acciones Realizadas	Comunicaciones, comprobaciones y tiempos de respuesta
Anomalías e incidencias	Descripción de las dificultades y carencias que se hayan podido presentar
Valoración del Ejercicio	Evaluación del personal, las comunicaciones, los equipos y total del simulacro
Fallas del PADE y oportunidades de mejora para su siguiente actualización	





Green Power

Ámbito organizativo

GRUPO  
ENERGÍAS RENOVABLES

USO EMPRESARIAL

MXCA ENV PE 447

Rev. 00 del 2012/11/30

Objeto: Plan de Actuación De Emergencias de la Central  
Hidroeléctrica Fortuna

Anexo I: MXCA HSE MD 447 Contactos en Caso de Emergencia



Green Power

MXCA HSE MD 447 CONTACTOS EN CASO DE EMERGENCIA

**CONTACTOS GENERALES EN CASO DE EMERGENCIA**

No.	Nombre	Cargo	Contactos Telefónicos

**CONTACTOS EXTERNOS EN CASO DE EMERGENCIA**

No.	Nombre	Cargo	Contactos Telefónicos





Green Power

Ámbito organizativo

GRUPO  
ENERGÍAS RENOVABLES

MXCA ENV PE 447

Rev. 00 del 2012/11/30

Objeto: Plan de Actuación De Emergencias de la Central Hidroeléctrica Fortuna

Anexo II: MXCA HSE MD 447 Informe de Evento/Simulacro de Emergencia

Informe de simulacro de emergencia (RP)

Informe de emergencia (RE)

<b>No. de evento de emergencia</b>	<b>Fecha</b>				
Hora inicio:	Hora final:		Tiempo propuesto (meta):		
Tipo de emergencia	Interna <input type="checkbox"/>		Externa <input type="checkbox"/>		
Activación de la señal	Presente <input type="checkbox"/>		Ausente <input type="checkbox"/>		
Parte de la instalación afectada por la emergencia	_____				
Procedimientos aplicados	_____				
Personal interno involucrado en la emergencia	Unidad _____	Unidad _____	<input type="checkbox"/> Personal de la instalación	Otros _____	
Personal externo involucrado en la emergencia	<input type="checkbox"/> Bomberos		<input type="checkbox"/> Protección civil	Otros _____	
Efectos sobre SSO/Ambiente	<input type="checkbox"/> Vertido en el suelo				
	<input type="checkbox"/> Vertido en aguas				
	<input type="checkbox"/> Emisiones descontroladas a la atmósfera				
	<input type="checkbox"/> Vertido de sustancias peligrosas				
	<input type="checkbox"/> Incendio				
	<input type="checkbox"/> Otro: _____				
Resultado general <sup>1</sup> (RP)	Excelente <input type="checkbox"/>	Bueno <input type="checkbox"/>	Suficiente <input type="checkbox"/>	Insuficiente <input type="checkbox"/>	Pésimo <input type="checkbox"/>
Substancias emitidas o vertidas (RE)	_____				
Cantidad de sustancias emitidas/vertidas (RE)	_____				
Cuantificación de los efectos o consideraciones generales del informe de prueba	_____				
Fecha	Firma del Responsable .....				





**Objeto: Plan de Actuación De Emergencias de la Central Hidroeléctrica Fortuna**

**Criterios para formular el juicio de resultado general previsto en el Informe de Simulacro de Emergencia**

Señales	SÍ	NO	P
1. Las Señales son bien visibles y están en buenas condiciones de conservación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2. La planimetría de emergencia está actualizada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3. El punto de reunión está situado en un sitio seguro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>Alarma</b>			
4. La sirena o bien la señal de alarma dada por voz se escuchan claramente en todos los sitios	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>Rutas de Evacuación</b>			
5. La puerta de salida cuenta con barra de pánico	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6. Las rutas de evacuación están despejadas y son fácilmente recorribles	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7. Existe iluminación de emergencia y está en buenas condiciones de operación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8. El tiempo de evacuación está dentro de los límites establecidos por las normas nacionales de referencia o metas establecidas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>Formación</b>			
9. El personal conoce el procedimiento de emergencia y el comportamiento a poner en práctica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10. Los simulacros de evacuación son efectuados al menos una vez al año	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>Control y comportamiento</b>			
11. Las listas de personas (colaboradores/contratistas/visitas) estuvieron disponibles y completas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
12. Los colaboradores de EGP se comportaron de acuerdo a las directrices de emergencia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
13. Los visitantes se comportaron de acuerdo a las directrices de emergencia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
14. Los contratistas se comportaron de acuerdo a las directrices de emergencia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
15. Se realizó un adecuado control de acceso por parte del personal de Vigilancia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	TOTAL		

**Comentarios (obligatorios en caso de respuestas negativas)**

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

P= puntuación que se tiene que asignar en caso de respuesta positiva  
 0-/2 = Pésimo - 2.5/5 = Insuficiente - 5.5/7= Suficiente - 7.5/9.5 = Bueno - 10 = Excelente  
 (cuando el juicio no sea aplicable se tendrán que volver a parametrizar las evaluaciones)



Green Power

Ámbito organizativo

GRUPO  
ENERGÍAS RENOVABLES

USO EMPRESARIAL

MXCA ENV PE 447

Rev. 00 del 2012/11/30

**Objeto: Plan de Actuación De Emergencias de la Central Hidroeléctrica Fortuna**

Anexo III: MXCA HSE MD 447 Lista de Verificación para Planear Simulacro

Sitio	Instalación
Elaboró	Fecha
<b>Antes del simulacro</b>	
Definir la fecha del simulacro de evacuación	
Revisar disponibilidad y funcionamiento de alarma de evacuación	
Definir / revisar / elaborar plano de rutas de evacuación de emergencia	
Revisar condición de señalización de rutas de emergencia	
Definir/revisar punto de reunión de la planta	
Seleccionar / capacitar a los Coordinadores y Subcoordinadores de evacuación	
Preparar formato de conteo de personal	
Preparar formato de observación de simulacros de emergencia	
Distribuir información acerca de "¿Qué hacer en caso de una evacuación de emergencia?"	
Comunicar la realización del simulacro de evacuación de emergencia. Tanto al personal de apoyo como al coordinador general de emergencias. Si se planea hacerlo con previo aviso.	
Preparar listas de asistencia al simulacro de evacuación	
Preparar cámara fotográfica para tomar evidencias del simulacro.	
<b>Durante el simulacro</b>	
Preparar el escenario, los observadores y formatos de registro	
Activar alarma	
Realizar procedimiento de conteo de personal en punto de reunión	
Determinar si hay personal atrapado y enviar por su búsqueda / rescate	
Registrar las observaciones del simulacro	
Tomar fotografías del simulacro	
Recabar lista de asistencia al simulacro de evacuación	
Declarar fin de simulacro y retorno a operaciones	
<b>Después del simulacro</b>	
Integrar reporte del observador al archivo de evidencias del simulacro de evacuación	
Recopilar evidencias para el archivo de la instalación (fotos, listas de asistencia, reporte de observaciones del simulacro).	



**Objeto: Plan de Actuación De Emergencias de la Central Hidroeléctrica Fortuna**


Anexo IV: MXCA HSE MD 447 Conteo de Personal

<b>Sitio/Lugar</b>		<b>Fecha</b>	
<b>Instalación</b>		<b>Hora</b>	
<b>Coordinador General</b>			

No.	Nombre	EGP	Contratista	Visitante	Localizado
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					

**Objetivo:** Realizar el conteo del personal en el punto de reunión para asegurar que todo el personal ha sido evacuado de la planta en forma segura.

**Nota:** El conteo de personal deberá basarse en el listado actualizado de personal y en el registro de accesos que lleva el personal de vigilancia.

 <b>ENEL FORTUNA, S.A.</b> DEPARTAMENTO DE MEDIO AMBIENTE PLAN DE ACCIÓN DE EMERGENCIAS (Vertimiento), PADE Aviso de alerta a las comunidades aguas abajo de la presa						
N°	Nombre de la persona	Comunidad	Fecha y hora de notificación	Firma enterado	Inspector que notifica	Observaciones
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						



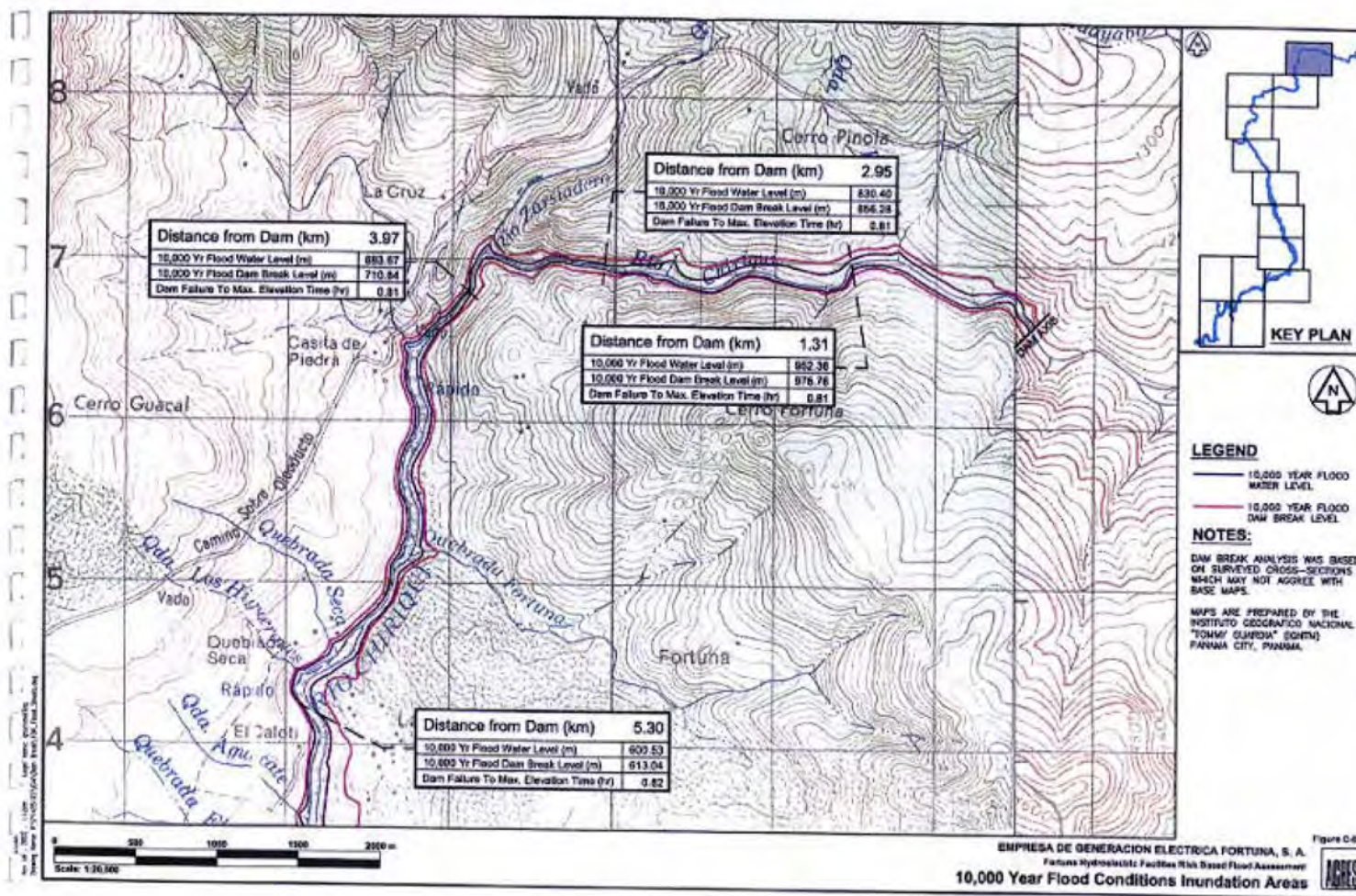
**APÉNDICES:**

- A.1.1. Mapas de Planicies de Inundación – Rotura de la presa “con buen tiempo”.
- A.1.2. Mapas de Planicies de Inundación – Colapso Estructural durante Crecidas Extrema asumida de 1: 10 000 años de periodo de retorno

**APÉNDICE 1: MAPAS DE PLANICIES DE INUNDACIÓN**

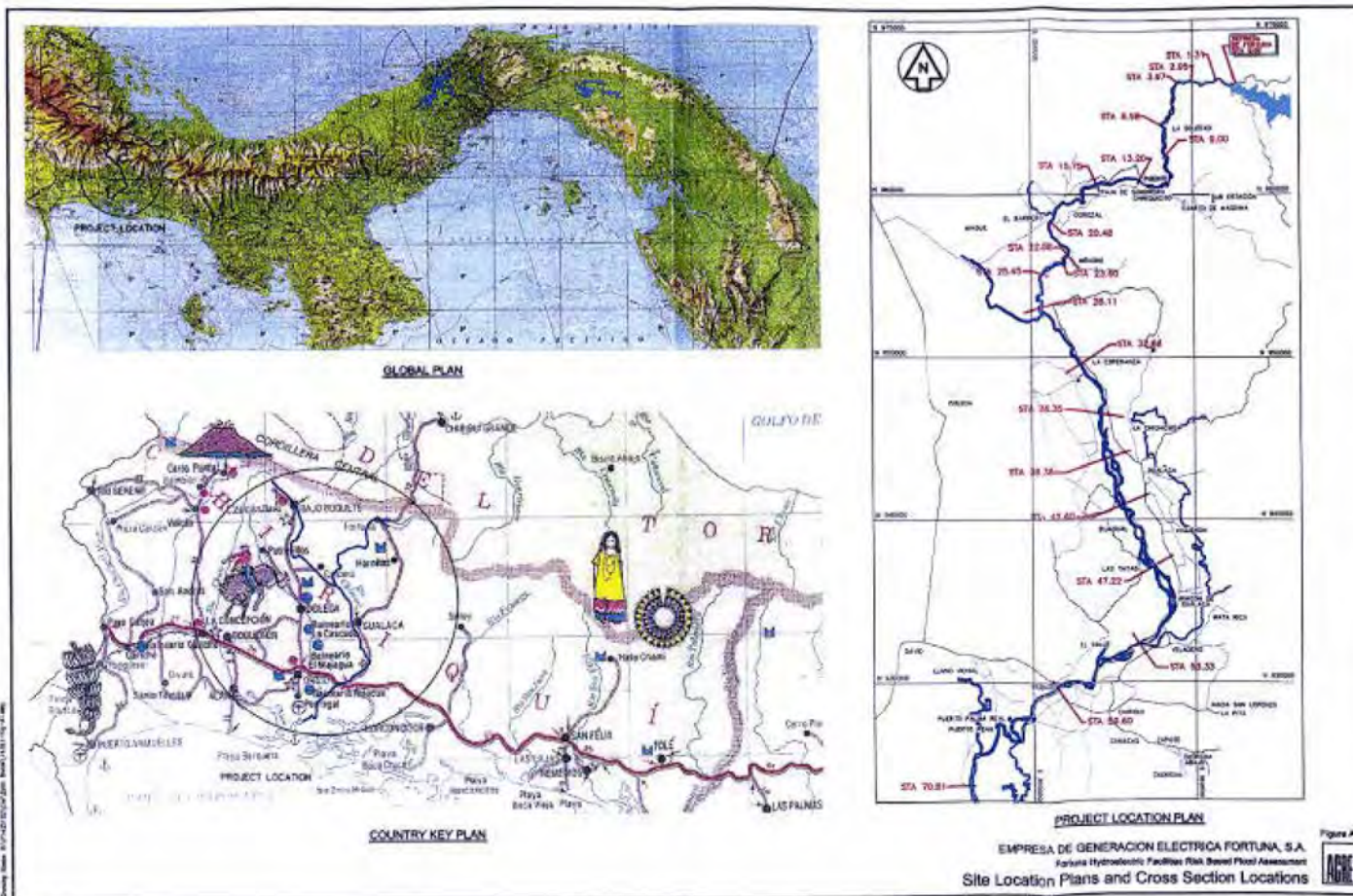


A.1.1. Mapa General de Planicies de Inundación por Crecida de 10 00 años de Periodo de Retorno



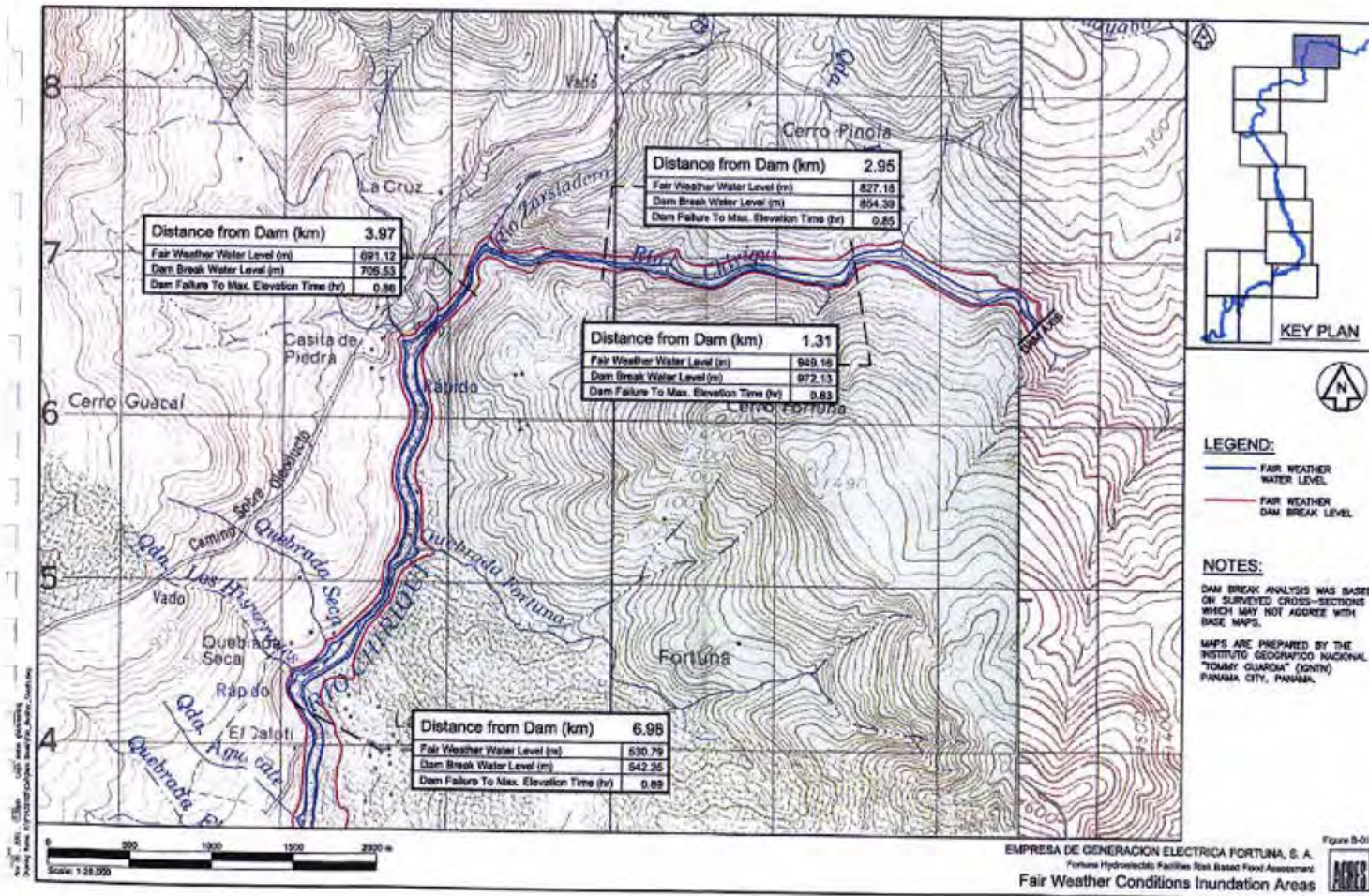


A.1.2. Mapa General de Planicies de Inundación por Rompimiento de Presa "Tiempo Soleado"



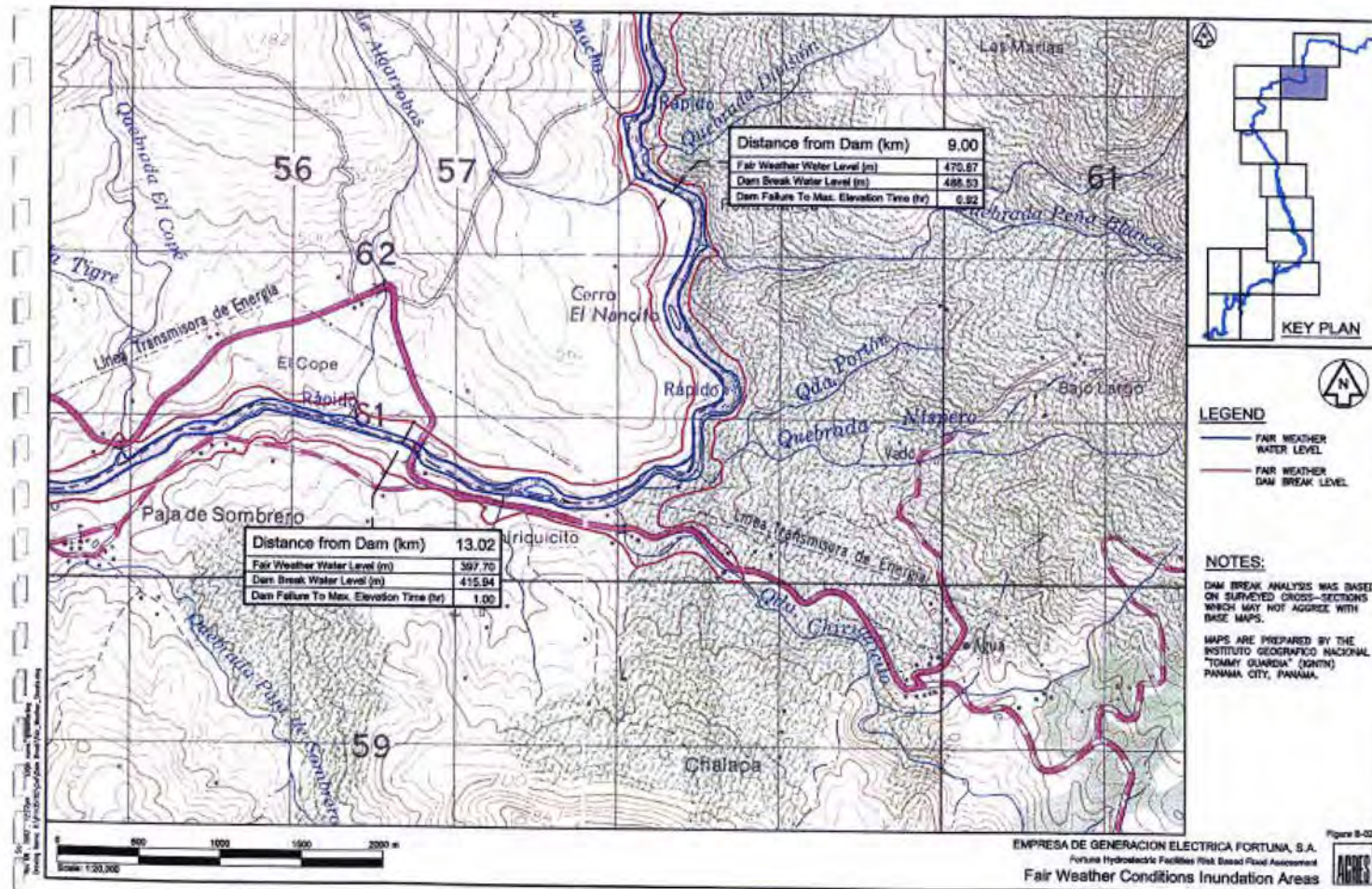


## A.1.3. Mapa de Planicies de Inundación por Crecida 1:10 000 y Rompimiento de Presa “Tiempo Soleado”, Mosaico 1



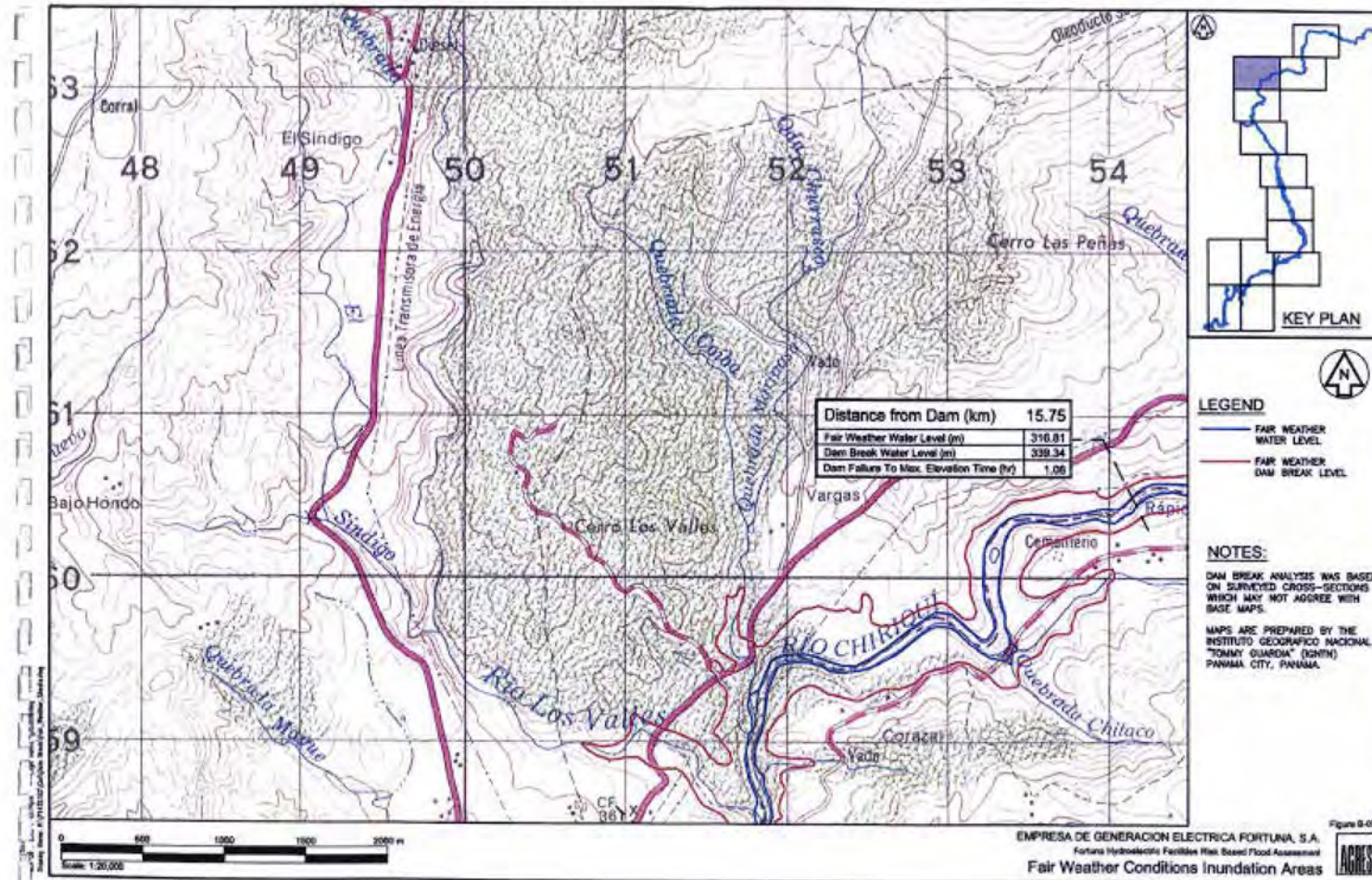


A.1.4. Mapa de Planicies de Inundación por Crecida 1:10 000 y Rompimiento de Presa “Tiempo Soleado”, Mosaico 2



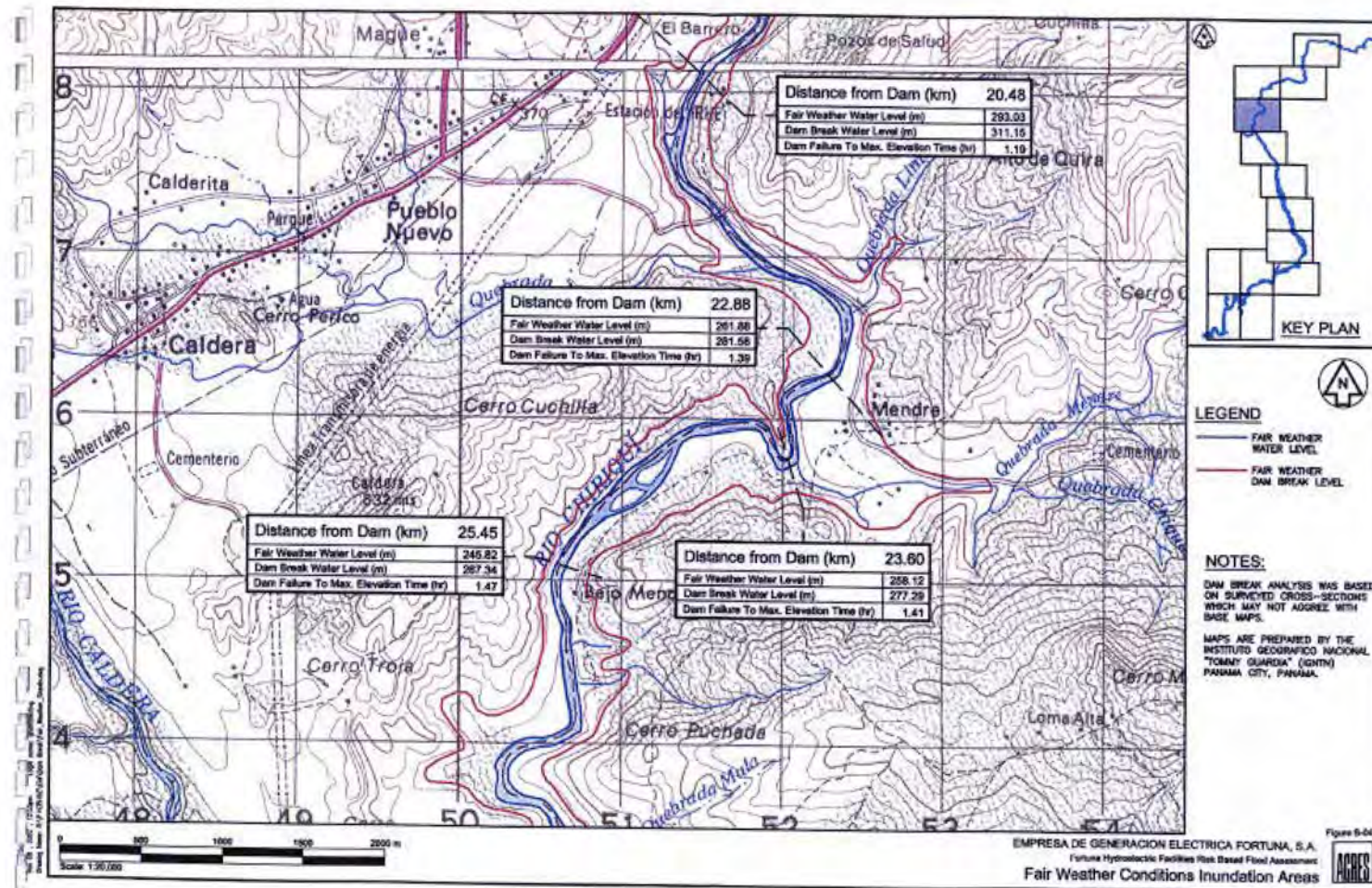


A.1.5. Mapa de Planicies de Inundación por Crecida 1:10 000 y Rompimiento de Presa “Tiempo Soleado”, Mosaico 3



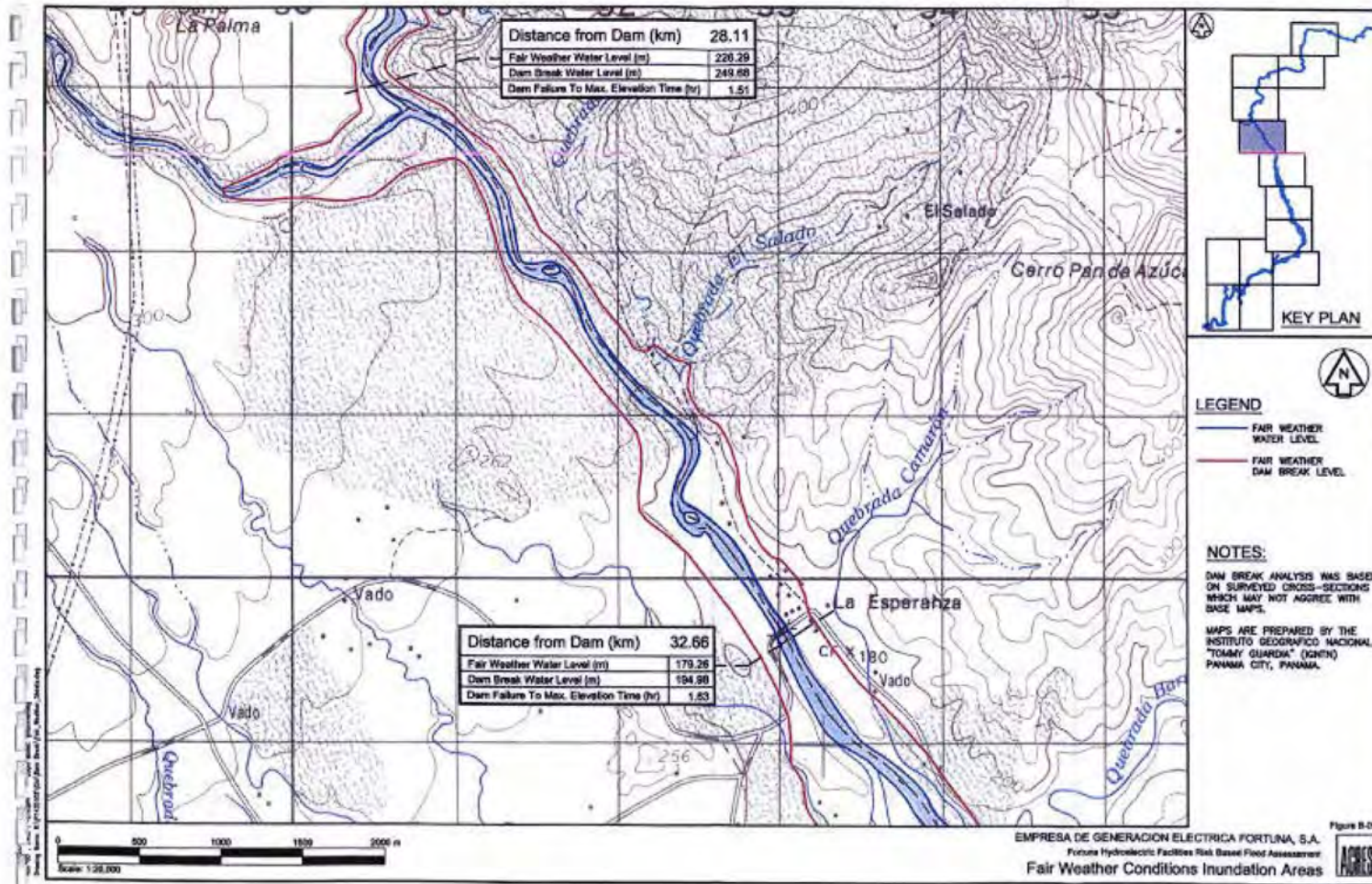


A.1.6. Mapa de Planicies de Inundación por Crecida 1:10 000 y Rompimiento de Presa “Tiempo Soleado”, Mosaico 4



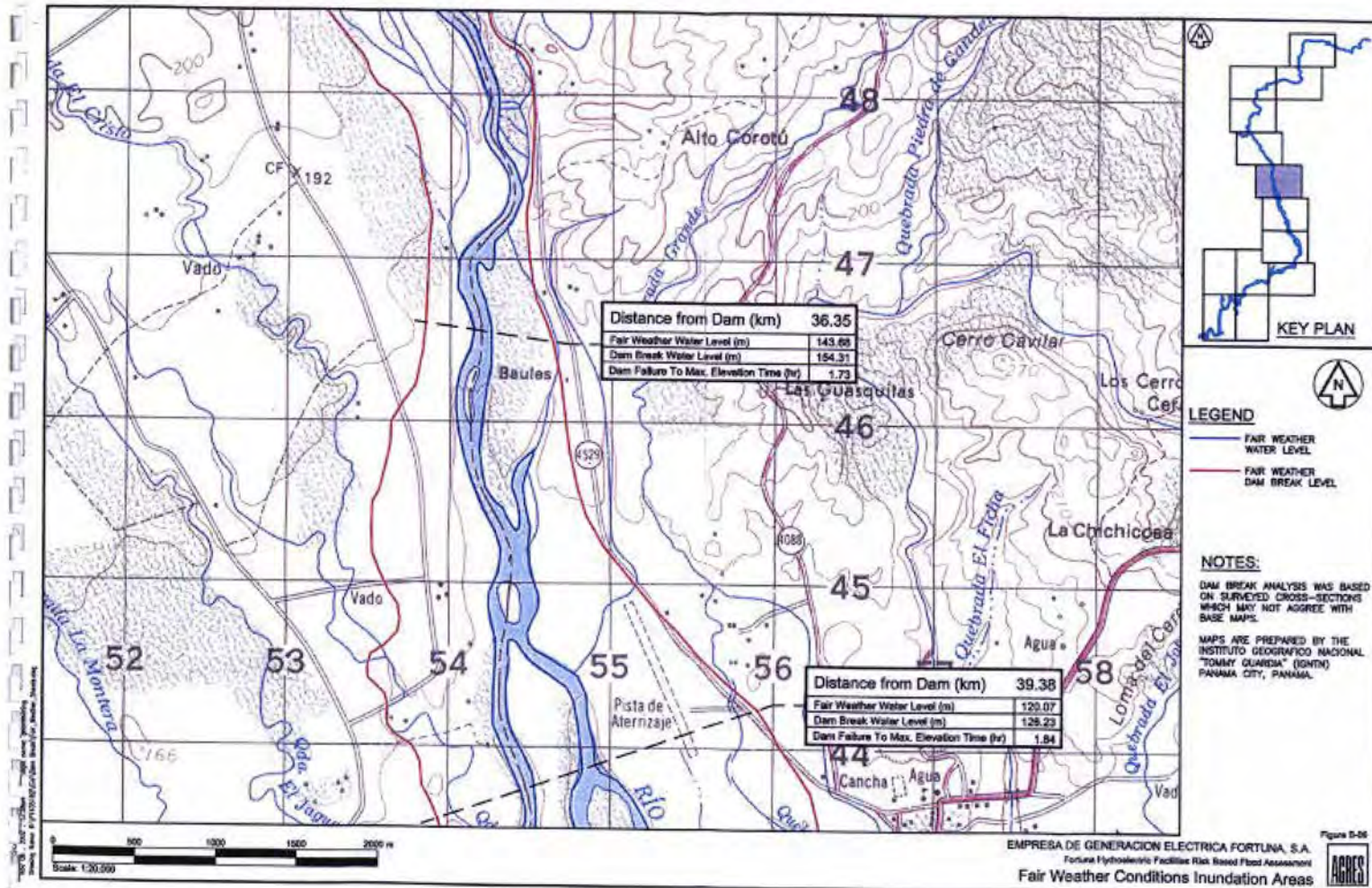


A.1.7. Mapa de Planicies de Inundación por Crecida 1:10 000 y Rompimiento de Presa “Tiempo Soleado”, Mosaico 5



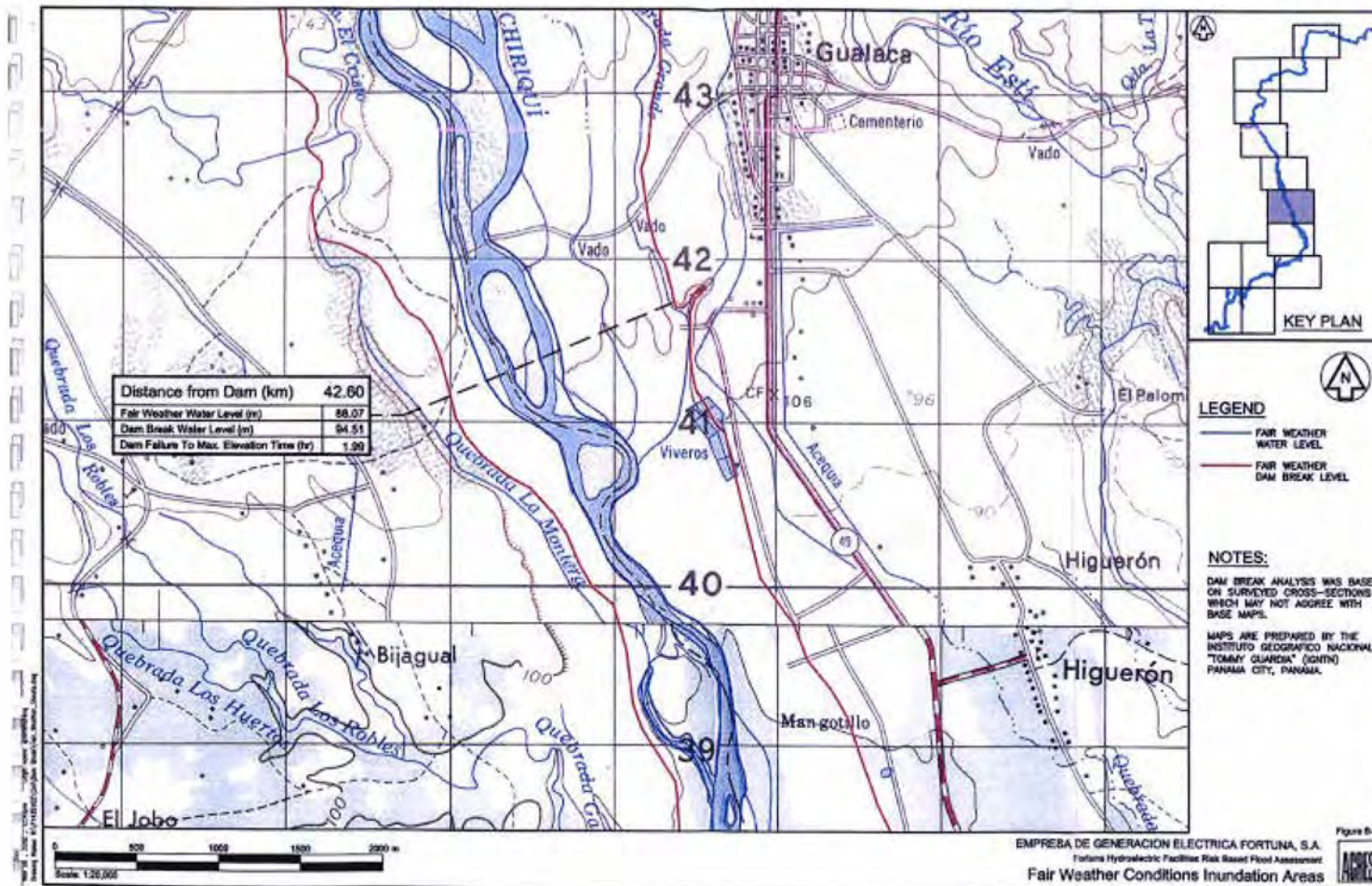


A.1.8. Mapa de Planicies de Inundación por Crecida 1:10 000 y Rompimiento de Presa "Tiempo Soleado", Mosaico 6



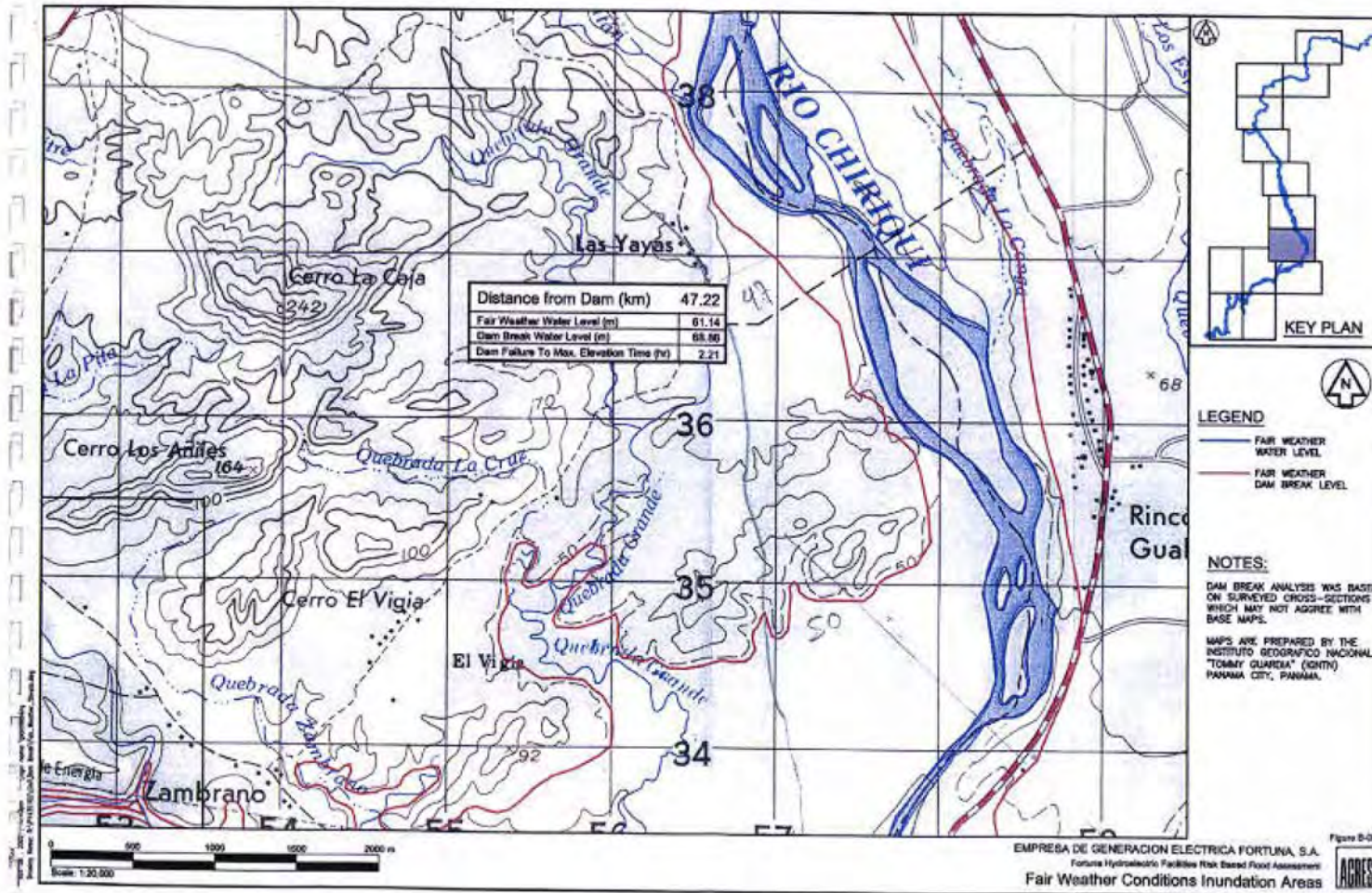


A.1.9. Mapa de Planicies de Inundación por Crecida 1:10 000 y Rompimiento de Presa “Tiempo Soleado”, Mosaico 7





A.1.10. Mapa de Planicies de Inundación por Crecida 1:10 000 y Rompimiento de Presa "Tiempo Soleado", Mosaico 8







---

PADE FORTUNA 2018

**APÉNDICE 2: DESARROLLO DE ACTIVACIÓN DE ALERTA POR EVENTOS  
SÍSMICOS**



## **A.2. ACTIVACIÓN DE ALERTA POR EVENTOS SÍSMICOS:**

La presa de Fortuna se encuentra en un área de Panamá que es sísmicamente activa. Debido a esto, el diseño original de la presa consideró este factor a través de un análisis determinístico de un evento de M7,5 a una distancia de 21 km desde el sitio de presa. Este análisis resultó en una aceleración pico de 0,40g, el cual se tomó como el valor referente para su diseño.

De acuerdo a las normas para la seguridad de presas de la Autoridad Nacional de los Servicios Públicos de Panamá, todas las presas deben ser diseñadas o evaluadas para dos sismos:

- c) Sismo de operación Normal (SON), el cual tiene una probabilidad del 50% de ocurrir, al menos una vez durante la vida útil de la presa; y
- d) Sismo Máximo de Verificación (SMV), el cual es el evento máximo aceptado que la presa debe resistir.

### **A.2.1. Sismo de Operación Normal**

Este sismo tiene una probabilidad del 50% de ocurrencia durante la vida útil de la presa. Para la presa de Fortuna se asumió que la vida útil es de 100 años, lo cual indicaría que el SON debe ser aquel cuyas aceleraciones tengan un periodo de retorno igual a 200 años.

En 2002, la empresa Acres International realizó una evaluación sísmica del área donde está construida la represa Fortuna (EGEF- Risk-Based Earthquake Assessment Volume I. Final Report- Seismicity Assessment, Chapter 2). En dicho estudio se logró identificar a través de un análisis probabilístico, que para periodos de retorno entre 75 y 200 años, el sitio de presa podría estar sometido a aceleraciones de hasta 0,15g. Estas aceleraciones corresponden a lo que se conoce en las normas para la seguridad de presas de la ASEP como el SON. Está claro que el valor de aceleración correspondiente al SON es mucho menor al valor original adoptado para el diseño de la presa Fortuna por lo que se debe concluir que el diseño original de la presa cumple con la norma.

### **A.2.2. Sismo Máximo de Verificación**

Este sismo se conoce como el máximo sismo posible al que la presa pudiera ser sometida. Normalmente, las aceleraciones para este sismo se obtienen a través de un análisis determinístico y se puede correlacionar con un periodo de retorno dado, siempre y cuando para el sitio también se hubiese realizado un análisis probabilístico.



Para el caso de la presa Fortuna, la empresa Acres International realizó, en adición al análisis probabilístico descrito anteriormente, un análisis determinístico para obtener el Máximo Sismo Posible (MCE) que corresponde a lo que la norma de la ASEP describe como el SMV.

Este análisis determinístico se basó en un evento con magnitud  $M_w 7,3 + 0,3$  que pudiera ocurrir a lo largo de la falla conocida como la Zona de Falla Ballena-Celmira (BCFZ), la cual se localiza al norte de la ciudad de David, a unos 21 km del sitio de presa de Fortuna. El análisis determinó que para el sitio de presa el Máximo Sismo Posible (MCE) es capaz de producir aceleraciones de hasta 0,30g.

Nuevamente se aprecia que esta aceleración es inferior al valor de aceleración original adoptado para el diseño de la presa Fortuna por lo que se debe concluir que el diseño original de la presa también cumple con esta norma.

### **A.2.3. Alerta por Eventos Sísmicos**

Aunque los valores de aceleración correspondientes a los sismos SON y SMV son menores a los valores originales de diseño, es muy probable que durante el tiempo que la represa tiene en funcionamiento, la misma haya sido sometida a aceleraciones pico de hasta 0,10g. Por esta razón, para la alerta por eventos sísmicos, el personal de ingeniería da seguimiento continuo a los sismos que ocurren en el área que puedan afectar la presa de Fortuna.

La presa de Fortuna es una presa de enrocado con pantalla de concreto dividida en bloques de 15 metros de longitud. Esto la convierte en una presa muy segura para el caso de sismos ya que el enrocado y la pantalla no sufrirán los esfuerzos que tienen los otros tipos de presa. Como parte integral de supervisión de los equipos de la planta la empresa tiene un programa de monitoreo de las condiciones operativas del embalse, la infraestructura de la presa y vigilancia de la cuenca.

Los controles de seguridad de la presa incluyen el monitoreo de las filtraciones de la presa, su asentamiento, niveles freáticos en sitios clave, medición de desplazamiento a través de equipo de topografía de presión, medición del nivel del reservorio y medición de la aceleración en casos de eventos sísmicos.

Se cuenta con tres acelerómetros instalados en la cresta de la presa, en un nivel intermedio y en la base de la presa. Sus datos se obtienen mensualmente y cuando ocurre un evento significativo.

Cuando ocurre un sismo anunciado por el Instituto de Geociencias de la Universidad de Panamá, se verifica la magnitud y ubicación del mismo y se calcula si la presa está dentro del área de influencia aplicando el criterio del Departamento de Recursos Hídricos de California con la ecuación:



$$D = 57,94 (M-3,722)$$

**Donde:**

M: Magnitud del sismo en la escala Richter

D: Distancia radial del área de influencia en kilómetros

En el caso que la presa esté en el área de influencia del sismo, se procede a realizar una inspección visual buscando fisuras en la pantalla y también se toman lecturas de las filtraciones para compararla con lecturas anteriores y de esta manera poder evaluar la influencia que tuvo el sismo en el sector de la presa que está sumergido.

Adicionalmente, los registros sísmicos recopilados en el año, son entregados a dos consultores independientes autorizados por la ASEP para que analicen la condición de la presa y sugieran mejoras sobre la operación de la misma.

**A.2.4. Controles de seguridad ante sismos.**

- a. Verificar si la presa está en el área de influencia.
- b. Inspeccionar la presa visualmente en la parte expuesta de la pantalla buscando agrietamientos.
- c. Tomar lecturas de las filtraciones de la presa y ponderarlas respecto a lecturas previas con el mismo nivel del reservorio.
- d. En el caso de sismos donde se detecte una rotura constatada, y el incremento importante de las filtraciones:
  - se continuará el monitoreo con más frecuencia de las filtraciones.
  - se tomarán lecturas de asentamiento de la presa para compararlas con la rata de asentamiento de los últimos años.
  - se hará una inspección más exhaustiva de la pantalla buscando grietas o separaciones de juntas.
  - de ser necesario se tomará lecturas de movimiento de la pantalla.
  - si el nivel de filtraciones se mantiene en el tiempo sin incrementarse y se comporta de una forma regular con el nivel del reservorio, se esperará que el nivel del

reservorio baje por la operación natural de la planta con el CND para continuar con la inspección de la pantalla.

e. En el caso de haber cumplido todo lo indicado en el punto “d” y observar que el incremento de las filtraciones es cada vez mayor se debe proceder a coordinar con el CND para que baje lo más posible el nivel del reservorio (a un nivel de 1 009,00 msnm) y así poder inspeccionar la pantalla que queda expuesta y reparar el daño encontrado.

f. Si después de cumplir con el punto “e” no se encuentra el daño se debe llevar el nivel del reservorio a 1 000,00 msnm y la empresa realizará las evaluaciones para sacar las unidades en línea y proceder con las reparaciones correspondientes.

g. Si las filtraciones son muy altas y no se pueden medir, hay que proceder a notificar a las comunidades e hidroeléctricas aguas abajo de la presa que existen filtraciones elevadas. Posteriormente a esto esperar y analizar su comportamiento notificándole al CND sobre el caso para que ellos generen lo más posible con Fortuna y el agua se desaloje a través de las turbinas, hasta llegar al nivel 1 000,00 msnm buscando el sitio donde se dañó la pantalla de la presa. Si aún no se encuentra la grieta, la empresa realizará las evaluaciones para sacar las unidades en línea para después proceder a repararla.

Después de reparada la pantalla y que se encuentra operativa el nivel del lago subirá por los aportes normales hasta el nivel 1 000,00 msnm, donde se le entregará las unidades de generación al CND para su despacho.

#### **A.2.5. Activación de las alertas por Sismos:**

Se asumirá que la Presa pueda presentar riesgos a la población y estructuras esenciales localizadas aguas abajo, cuando el embalse se encuentra a una elevación igual o mayor a 1 030 msnm. En el Cuadro No A1, se presenta el Análisis de Escenarios de Alerta ante Sismos y en la gráfica No A1 se presentan los caudales promedios producto de la filtración de la presa, comparados contra la elevación del embalse para el periodo 2008 a 2013, la cual se usó para determinar los umbrales críticos o límites para las filtraciones y que se usarán como referencia en el PADE.

---

#### **Cuadro No A1. Análisis de Escenarios de Alerta ante Sismos**



Tipos de Alerta	Magnitud del Sismo para activación de Alertas
Blanca	Si el sismo cae dentro del radio de influencia y los valores de filtración contra elevación de presa están fuera del rango establecido.
Verde	Se presentan grietas visibles y aumenta de manera significativa las filtraciones en un rango de 24 horas.
Amarilla	Cuando no se puede realizar la medición de las filtraciones y se aprecia visualmente su incremento.
Roja	Colapso de la presa.

**Activación de la Alerta**

**Blanca:**

Cuando el embalse se encuentra entre una elevación igual o mayor a 1 030 msnm y menor a 1 040 msnm, y se ha registrado un sismo dentro del área de influencia que causa que las mediciones realizadas a las filtraciones registran anomalías o incrementos bruscos, superiores al 50% con respecto a la última lectura de filtración o superiores a 150 l/s.

**Verde:**

Si el embalse se encuentra entre una elevación mayor a 1 040 msnm y menor a 1 045 msnm, y se ha registrado un sismo dentro del área de influencia que causa grietas visibles y las mediciones realizadas a las filtraciones aumenta de manera significativa en un lapso de 24 horas, filtraciones superiores al 50% con respecto a la última lectura o superiores a 200 l/s.

**Amarilla:**

Si el embalse se encuentra a una elevación mayor a 1 045 msnm y se ha registrado un sismo dentro del área de influencia que causa grietas visibles y las mediciones realizadas a las filtraciones aumenta de manera significativa en un lapso de 24 horas, filtraciones superiores al 75% con respecto a la última lectura o superiores a 300 l/s y/o no se puede realizar la medición de las filtraciones y se aprecia visualmente su aumento.

**Activación de Alerta Roja:**

Rompimiento de Presa. Volver al punto

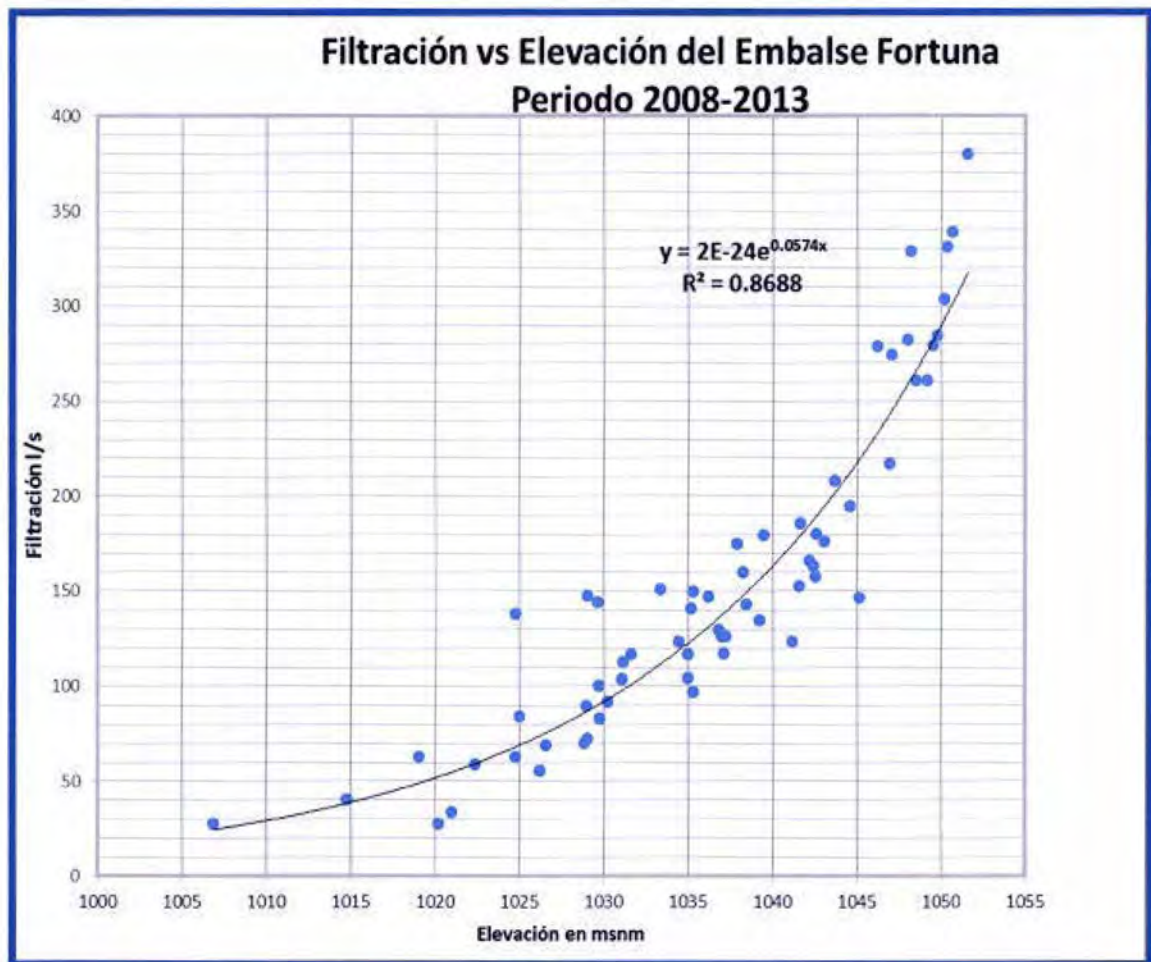


Figura A1. Curva filtración contra nivel del embalse de Fortuna. Fuente: Consultor.



### **APÉNDICE 3: CENTRALES HIDROELÉCTRICAS Y ESTRUCTURAS QUE PUEDEN SER AFECTADAS POR LA FALLA DE LA PRESA FORTUNA**

#### **1. CENTRAL HIDROELÉCTRICA LOS VALLES**

La Central Hidroeléctrica Los Valles, está localizada en el Corregimiento de Caldera, Distrito de Boquete, Provincia de Chiriquí; utiliza las aguas turbinadas de la Central La Estrella y las aguas del río Los Valles. El acceso a las estructuras principales de la Central Hidroeléctrica se describe: por la vía hacia Boquete, se desvía y continúa sobre la calle principal que conduce hacia la comunidad de Caldera, continuando la vía principal hacia Hornito se encuentra la Central Los Valles.

La Central Hidroeléctrica Los Valles, luego de su repotenciación en el 2007, posee una capacidad instalada de 54.8 MW (27.4 MW en cada unidad generadora). La cota normal de operación es de 605 msnm. El diseño de su casa de máquinas, al igual que el de la Central La Estrella, comprende la subestación sobre su techo.

Las estructuras que conforman la CH Los Valles, se presentan a continuación:

##### **1.1 Presa Derivadora**

La presa derivadora sobre el río Los Valles está conformada por aliviadero de concreto, de enrocado con recubrimiento de concreto. Posee una elevación de cresta de 605.0 msnm, 5 m de altura máxima y longitud de 100 m y capacidad de diseño de 1,200 m<sup>3</sup>/s. El área de drenaje de la presa abarca los 60.59 km<sup>2</sup>.

La presa derivadora está provista de compuerta plana para drenaje de sedimentos y un volumen de utilidad del embalse de 10,000 m<sup>3</sup>.

##### **1.2 Canal de descarga**

El canal de descarga de la Central Los Valles se ubica a una cota de 305 msnm. Las aguas turbinadas de la central Los Valles, cuyo caudal máximo es de 23.20 m<sup>3</sup>/s, se descargan en el río Chiriquí, donde son aprovechadas aguas abajo por las Centrales Mendre I y Mendre II.

## **2. CENTRALES HIDROELÉCTRICA MENDRE:**

La Central Hidroeléctrica Mendre está conformada por dos Micro centrales de pasada, Mendre I y Mendre II, localizadas ambas en la margen derecha del tramo medio del río Chiriquí.

### **2.1. MENDRE I**

#### **2.1.1 Presa**

Presa derivadora y vertedora de concreto de gravedad en el río Chiriquí, siendo el nivel máximo de operación normal del agua El. 309,50 msnm. La cresta de la presa se encuentra en la El. 309,437 msnm, la altura máxima de la presa es 8.5 m desde el nivel del lecho hasta el nivel de la cresta de la presa y la longitud de la cresta es 90 m. La capacidad de descarga de diseño del vertedero libre es 1 397 m<sup>3</sup>/s, correspondiente a la crecida milenaria, alcanzando el nivel máximo de agua la El. 313,50 msnm. El canal de limpieza de sedimentos gruesos se ubica adyacente a la toma de captación y tiene dos compuertas planas deslizantes de 4 m de ancho por 2 m de alto, y que trabajarán ocasionalmente cuando se deseen eliminar los sólidos acumulados frente a la toma de captación. Estas compuertas tienen ataguías previas que solo se usan en caso de reparación de las compuertas.

Un embalse con un área superficial de 20 Ha aproximadamente en el valle del río Chiriquí formado por la presa.

#### **2.1.2 Toma**

Tiene dos ventanas de 7 m de ancho cada una por 3 m de altura y con sistema de rejillas gruesa y fina y sus respectivos limpia rejillas y con un canal de limpieza de material sólido entre ellas. Este canal posee una compuerta plana deslizante de 2 m de ancho por 2 m de alto para limpiar ocasionalmente el material acumulado en dicho canal y para dejar pasar el caudal ecológico, además posee una ataguía previa para mantenimiento de la compuerta. El piso de la toma está en la El. 306,50 msnm. La toma se conecta al desarenador mediante una transición curva, cuyo piso va de la El. 306,50 msnm a la El. 302,50 msnm y una bifurcación, siendo canales rectangulares de 7 m de ancho cada uno.

#### **2.1.3 Desarenador**

El desarenador cuenta con dos naves con dos ingresos. En los ingresos se ubican las compuertas y ataguías de 6 m de ancho y 4 m de altura cada una. Se han proyectado las transiciones hacia las naves de 30 m de longitud, y cuyo piso va desde la elevación 305,50 msnm a la El. 300,00 msnm y cuyo ancho cambia de 6 m a 19 m. Las naves de desarenación de 19 m de ancho por 45 m de longitud, de sección superior rectangular y sección inferior trapecial, con un canal de recolección de arenas en el fondo. Por último se ha proyectado el vertedero y canal de recolección de salida y conexión con el Canal de Conducción. Debajo del vertedero y conectando los canales de recolección de arenas de ambas naves se tiene el canal de purga que desemboca en el río.



#### **2.1.4 Canal de Conducción**

Canal de Conducción trapezoidal de 3 047 m de largo entre el desarenador y la Cámara de Carga, de sección trapecial, de ancho en la base de 5 m y taludes 1.5:1 revestido en concreto de 0,10 m de espesor y cuyo nivel de plataforma está en la El. 308,00 msnm en todo su recorrido. El canal trapezoidal tiene una pendiente de fondo de 0,00025 y en algunos tramos estratégicos sección rectangular. El canal tiene en su recorrido algunos puentes de cruce.

#### **2.1.5 Cámara de Carga**

Tienen una capacidad de 24 900 m<sup>3</sup>, de área cuadrada en la base de 39,40 m de lado, con paredes perimetrales de diques de material terreo de talud interno 2:1 y de 10 m de altura. El piso de la cámara se ubica en la El. 300,60 m y tiene uno de sus lados normal al eje del Canal de Conducción, en el otro lado de la cámara se ubica la estructura de salida con dos ventanas, ambos con sistema de rejillas compuertas y ataguías que conectan con cada una de las dos tuberías forzadas. En el tercer lado de la cámara paralelo al de ingreso del canal de conducción se ha previsto un vertedero a la cota 308,30 msnm y canal de recolección de los excesos o demasías, este canal actuará para evacuar excesos y como conducción alterna durante períodos de mantenimiento. El canal de demasías es una rápida que corre por la ladera, del cerro paralela a las tuberías forzadas y tiene un colchón dissipador de energía y luego una entrega en una cámara de repartición en el Canal de Descarga de la Central.

#### **2.1.6 Tubería Forzada**

Dos tuberías de acero de 2,7 m de diámetro cada una y 128 m de largo, con dos cambios de dirección y apoyos en todo su recorrido, expuestas y que llegan a la válvula mariposa.

#### **2.1.7 Casa de Máquinas**

La casa de máquinas es superficial con dos turbinas Francis de eje horizontal y generador.

#### **2.1.8 Canal de Descarga**

Canal de descarga de sección mixta, rectangular al inicio los primeros 60 m y trapezoidal los siguientes 208 m.

#### **2.1.9 Subestación**

La sub-estación se encuentra ubicada adyacente a la casa de máquinas con un transformador de potencia y panel de conmutación.

#### **2.1.10 Línea de Transmisión**

Línea de Transmisión de circuito sencillo de 34,5 kV y 3 000 m de longitud de la subestación de Mendre I a la subestación de Caldera.

#### **2.1.11 Caminos de Accesos Permanentes**

Caminos nuevos a la presa y toma, y hasta la cámara de carga, a través de los 3 047 m de longitud del canal.



### **3. CENTRAL HIDROELÉCTRICA MENDRE II:**

La CH Mendre II, está localizada en el río Chiriquí en la Provincia de Chiriquí, aproximadamente 37 km al norte de la ciudad de David. El acceso a las estructuras principales de la Central Hidroeléctrica se describe: por la vía hacia Boquete, se desvía y continua sobre la calle principal que conduce hacia la comunidad de Caldera, luego de la iglesia del pueblo, se desvía hacia la derecha por el camino de material selecto, en dirección sureste aproximadamente a 5,2 km se encuentra la entrada a la CH Mendre II.

Las estructuras que conforman la CH Mendre II, se presentan a continuación:

#### **3.1.1 Obra de Toma**

La obra de toma consiste en una estructura de concreto de dos compartimientos de 4,50 metros de ancho por 7,30 metros de alto. La captación de las aguas provenientes de la descarga de la CH Mendre I inicia con una rampa de 34,31 metros de largo y pendiente 0,032 m/m, luego atraviesa la estructura de concreto provista de compuertas, para entones entrar en una zona de transición y luego entrar en un canal trapezoidal de 5,5 metros de ancho y pendiente 0,0002 m/m revestido con PEAD.

#### **3.1.2 Canal de Conducción y Túnel**

De acuerdo al plano de alineamiento del canal de conducción de la CH Mendre II y de tubería forzada, las características del canal de conducción son:

#### **3.1.3 Vertedero de Demasías**

El aliviadero está ubicado en la estación 0k+940 y presenta 100 metros de longitud. La corona del aliviadero se encuentra en la cota 250,10 msnm.

#### **3.1.4 Cámara de Carga**

La cámara de carga es un reservorio formado con paredes perimetrales de diques de material de relleno, revestido de geo membrana impermeable de 2,5 mm de espesor. El nivel de operación normal (NMON) está en la cota 249,50 msnm, el piso de la cámara de carga se ubica en la cota 243,90 msnm y el nivel superior de la cámara en la cota 250,50 msnm.

La estructura de entrada a la cámara de carga al final del canal corresponde a una sección rectangular sin compuertas con escalonamiento descendiente. La estructura de salida está compuesta por dos cámaras (una para cada tubería forzada), las cuales poseen vanos de 2,8 metros de ancho por 2,80 metros de alto y compuertas planas deslizantes.

Esta estructura posee un desagüe de fondo, compuesto por un sumidero ubicado en la cota 243,90 msnm, una válvula y una tubería de 400 mm de diámetro PVC, la cual descarga directamente al río Chiriquí.

#### **3.1.5 Tubería Forzada**

Las principales características de la tubería forzada de la Central Hidroeléctrica de Mendre II son las siguientes:

Dos tuberías forzadas de las siguientes características:



### **3.1.6 Casa de Máquinas**

La casa de máquinas es parcialmente superficial. Soterrado se encuentran los muros principales de concreto que forman parte de la zona de máquinas y superficialmente se proyecta una galera de estructura de acero con cerramiento de paneles de acero galvanizado y núcleo de polietileno expandido. Este edificio aloja a dos turbinas tipo Kaplan de eje vertical.

### **3.1.7 Canal de Descarga**

El canal de descarga tiene una sección rectangular de 20 m de ancho, a la salida de las turbinas y se construye con hormigón armado. Inmediatamente después se produce una transición a sección trapecial de 12 m de ancho y taludes 1H:1V. La longitud de la transición es 12 m.

El tramo de sección trapecial tiene 12 m de ancho y una longitud total de 18 m. Se reviste de escollera.

A continuación se produce un ensanchamiento de 30 m de longitud hasta pasar a sección trapecial de 20 m de ancho en la base. Se mantienen los taludes. La longitud del tramo trapecial con 20 m de base es de 256 m.

El último tramo consiste en un ensanchamiento en planta hasta obtener una base de 40 m y una elevación progresiva del fondo del canal hasta conseguir la cota del cauce.

### **3.1.8 Subestación**

La sub-estación se encuentra ubicada adyacente a la casa de máquinas con un transformador de potencia y panel de conmutación.

### **3.1.9 Línea de Transmisión**

Línea de transmisión de circuito sencillo de 34,5kv y de 5 400 m de longitud a la subestación de Caldera.

### **3.1.10 Caminos de Accesos Permanentes**

Caminos nuevos a la presa y toma, y hasta la cámara de carga, a través del recorrido del canal.

## **4. PRESA CHIRIQUÍ<sup>2</sup>**

La Presa Chiriquí está ubicada sobre el río Chiriquí en el corregimiento de Gualaca, distrito de Gualaca en las coordenadas UTM (WGS 84) 952 612,67 N, 351 308,042 E, posee 2 compuertas radiales con dimensiones de 6 m de ancho por 10 m de alto con operación de impulso hidráulico.

Cuenta con un vertedero tipo Ogee compuesto por tres (3) secciones, un sistema de disipación de energía tipo deflector y, un canal de sedimentos, la cresta está ubicada

---

<sup>2</sup> Fuente informe de inspección de seguridad de presa por MWH, diciembre 2011

en la elevación 232,5 msnm, su nivel normal de operación es la elevación 225,5 msnm con una capacidad de almacenamiento de 800 000 m<sup>3</sup>, tiene una altura máxima de 27,5 m y una longitud total de 175 m, de los cuales 84,5 m corresponden a la longitud de vertedero libre.

La presa Chiriquí posee una descarga de fondo con dos (2) compuertas radiales y un vertedero a flujo libre compuesto por tres (3) secciones de vertido, sobre los cuales se ubica el puente carretero; la capacidad total de diseño de la descarga es de 3,600 m<sup>3</sup>/s; además, está provista con una válvula para descargar el caudal ecológico que corresponde a 3,5 m<sup>3</sup>/s en temporada seca y a 1,5 m<sup>3</sup>/s en temporada lluviosa. Sobre la margen izquierda del río Chiriquí se encuentra la estructura de entrada al canal, con rejas, ataguías y dos (2) compuertas que derivan un caudal de diseño de 90 m<sup>3</sup>/s hacia el embalse de Barrigón.

La estructura de entrada al canal fue provista de un equipo automático para realizar la limpieza de las rejas; este equipo inició su funcionamiento durante comienzos del 2010 y se encuentra operativo, pero presenta algunas deficiencias que están en proceso de corrección.

#### **4.1 Canal de Conducción Chiriquí - Barrigón**

El agua derivada del río Chiriquí y los caudales turbinados de las Centrales Hidroeléctrica la Estrella y los Valles son conducidos desde el embalse sobre el río Chiriquí hasta el reservorio sobre la quebrada Barrigón, mediante un canal de 5 678 m de longitud.

El canal de conducción consta de secciones variables dependiendo del material encontrado, las secciones excavadas en roca tienen pendientes de paredes verticales y en algunos casos dependiendo de la calidad de roca se revistió con concreto lanzado con fibra de acero. Las secciones excavadas en suelo residual o construido sobre rellenos compactados son de sección trapezoidal y revestida con losas de concreto.

## **5. COMPLEJO HIDROELÉCTRICO DOS MARES**

### **5.1. Objetivo del Proyecto**

El presente informe fue elaborado a solicitud del European Investment Bank (EIB), con la finalidad de presentar un análisis de los impactos ambientales identificados en los EsIA de los Proyectos Hidroeléctricos de Gualaca, Lorena y Prudencia, procurándose prever eventuales impactos que podrán tener efectos acumulativos, siempre que los tres proyectos están siendo construidos de forma simultánea, situación ésta que no había sido considerada en los estudios ambientales anteriores.

### **5.2. Localización y Descripción del Proyecto**



El proyecto denominado Proyecto Dos Mares, es un complejo hidroeléctrico formado por tres proyectos hidroeléctricos en cascada que aprovechan, básicamente, los caudales del río Chiriquí turbinados por la Central Canjilones, que integra el proyecto Estí.

El proyecto se localiza al noroeste de la República de Panamá, a pocos kilómetros de la ciudad de San José de David, capital de la provincia de Chiriquí. En esta cuenca se contempla el desarrollo de otros proyectos hidroeléctricos en cascada, desde la confluencia de los ríos Caldera y Los Valles con el río Chiriquí.

Todos estos ríos, que son aprovechados para la generación de energía eléctrica, desarrollan su recorrido en la vertiente sur de la cordillera Central, en dirección al Océano Pacífico. El río Caldera y el río Los Valles son los principales tributarios del río Chiriquí y sus aguas son turbinadas en las Centrales Estrella y Los Valles, respectivamente. Asimismo, en la parte alta de la cuenca del río Chiriquí se encuentra el complejo hidroeléctrico Fortuna, con 300 MW de capacidad instalada que lo constituyen en el proyecto hidroeléctrico más importante de Panamá, y el cual regula los aportes de este río.

Aguas abajo de la confluencia de los ríos Caldera y Chiriquí, a aproximadamente 11 km al noroeste del pueblo de Gualaca, el caudal del río Chiriquí es desviado hacia el proyecto hidroeléctrico de Estí, ya en operación, que vierte sus aguas turbinadas al río Estí. Este complejo hidroeléctrico incluye dos presas, La Esperanza ubicada en el río Chiriquí y Barrigón, ubicada en la quebrada de mismo nombre. La presa de Barrigón forma un embalse que recibe y acumula las descargas de la Central Fortuna y el caudal desviado del río Chiriquí por la presa La Esperanza.

Este embalse ubicado en la quebrada Barrigón suministra agua a la central Canjilones de 129 MW de capacidad instalada.

Los proyectos que componen el Proyecto Dos Mares, denominados Proyecto Hidroeléctrico Gualaca (25,4 MW), Proyecto Hidroeléctrico Lorena (33,8 MW) y Proyecto Hidroeléctrico Prudencia (58,5 MW) serán alimentados, sucesivamente en cascada, por la descarga de la Central Canjilones, y completarán la cadena de centrales hidroeléctricas del río Chiriquí.

En resumen, el Proyecto Dos Mares recibe el agua de la Central Canjilones, que a su vez recibe varios aportes provenientes de: la Central Fortuna, del río Chiriquí y los caudales naturales de la quebrada Barrigón y del río Estí. Las Centrales de Gualaca y Lorena generarán con los caudales del río Chiriquí regularizados por los embalses de las presas citadas anteriormente, mientras que la Central de Prudencia recibe los aportes de los ríos Cochea y Papayal y las aguas turbinadas del proyecto Lorena, las cuales son descargadas al embalse de la presa El Corro. De este embalse parte un canal que entrega finalmente las aguas a la Central de Prudencia.

Las tres centrales hidroeléctricas serán alimentadas con las aguas descargadas por la Central Canjilones en el río Estí, las cuales serán desviadas por una presa a ser construida en los alrededores de la localidad de Gualaca, y por un circuito de aducción conformado por canales a cielo abierto y un embalse intermedio en el río Cochea, previo a la descarga de las aguas turbinadas en el río Chiriquí.





Lo anterior se resume en el esquema hidráulico del Proyecto presentado en la figura 4.1.

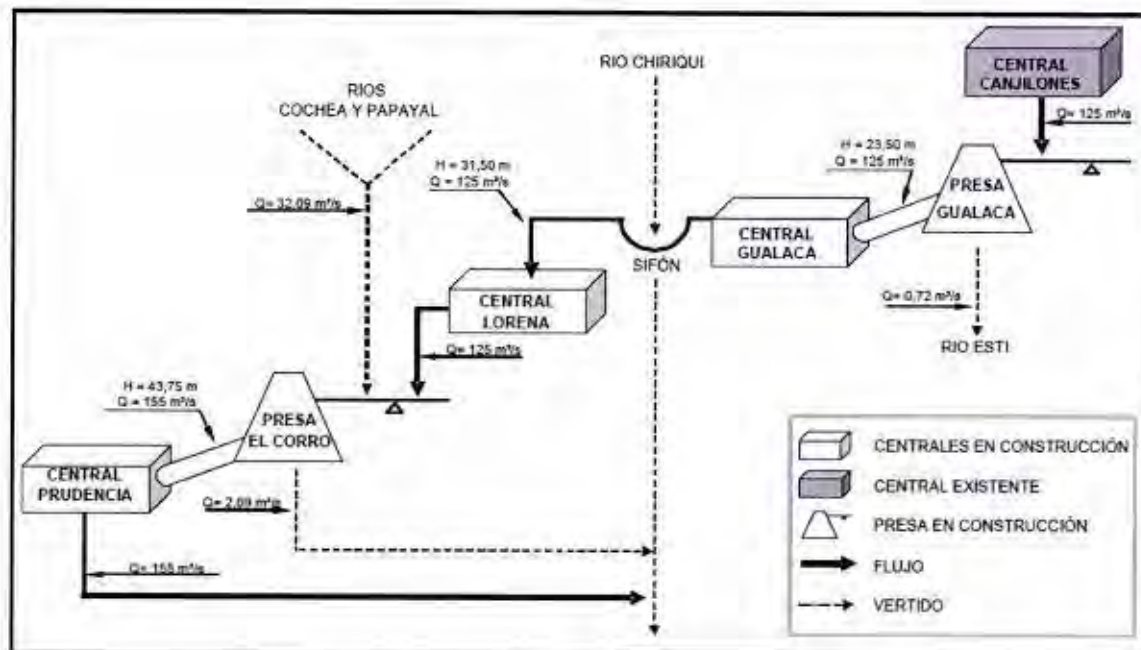


Figura 5.1 - Esquema hidráulico del Proyecto Dos Mares.

La principal característica del Proyecto Dos Mares es el aprovechamiento de un caudal regularizado de  $118 \text{ m}^3/\text{s}$  proveniente de la Central Canjilones, que permite una generación de energía más constante con un alto factor de capacidad durante todo el año hidrológico.

En la Figura 4.2 se presenta la demarcación de las cuencas hasta los sitios de proyecto Gualaca, Lorena y Prudencia, así como de las subcuencas que se utilizaron para los cálculos de caudales.

- Obra de Contención
- Canal de Aducción
- Tubería Forzada
- Casa de Máquinas
- Canal de Descarga de la Casa de Máquinas
- Sub – Estación
- Línea de Transmisión

En la Figura 4.3 se observa el arreglo general de la CH Lorena. No hay obra de contención, el agua pasa directamente del canal de descarga de la CH Gualaca al canal de aducción de Lorena. No hay otra fuente de agua que requiera desvío o contención.

### 5.3.1 Canal de Aducción

El canal de aducción consiste en un canal de sección hidráulica trapezoidal, cuya longitud total se estima en 5 041,80 m hasta la cámara de carga. Presenta 10,0 metros de base y paredes laterales con pendiente 1V:2H. Al canal se le realizó un revestimiento impermeable de geomembrana de resinas de polietileno de alta densidad (PEAD).

### 5.3.2 Cámara de Carga

La Cámara de carga se encuentra revestida con geomembrana de polietileno de alta densidad (PEAD) e inicia en la estación 5k+040. Esta estructura se proyecta entre la cota 70,5 msnm y la cota 65,5 msnm, una estructura de compuerta, controla el acceso a la tubería de presión mediante compuertas planas.

### 5.3.3 Tubería Forzada

Cuenta con dos tuberías de acero de 4,5 m de diámetro que se conecta a cada unidad.

### 5.3.4 Casa de Máquinas

La Casa de Máquinas, es de tipo exterior de concreto y estructura metálica y cuenta con dos turbinas Kaplan tipo "S" de eje horizontal, equipos de generación y de transformación.

### 5.3.5 Canal de Descarga

El canal de descarga tiene una longitud aproximada de 0,8km y descarga sobre el río Papayal.

## 5.4. Hidrológicos

No hay datos hidrológicos en la captación ya que la toma es directa en el canal de descarga de la Central Hidroeléctrica Prudencia.

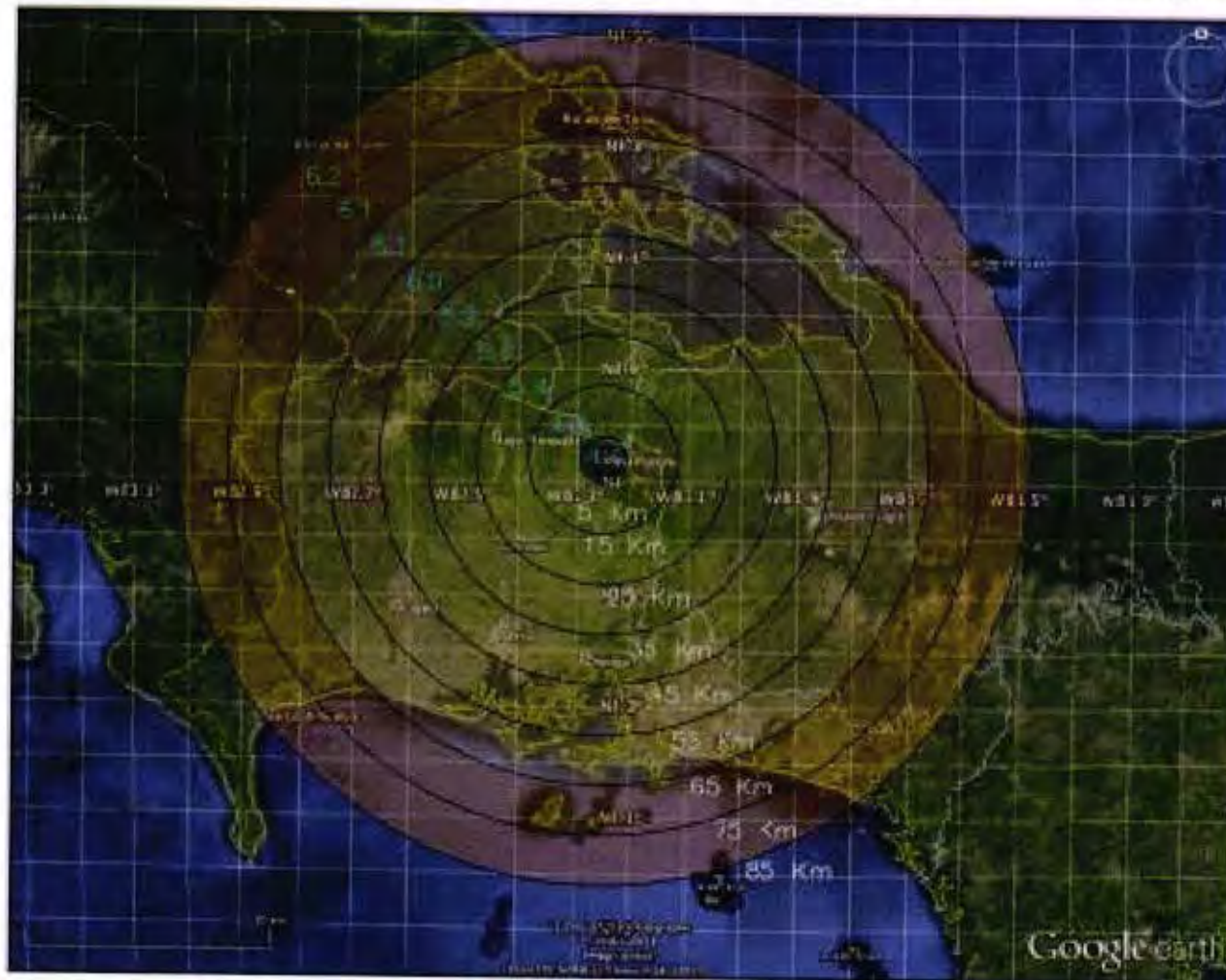
Sin embargo para el análisis de afectación del río Chiriquí con la estructura de toma del canal de aducción de la CH Lorena se ha utilizado:

- Caudal de crecida Máxima del río Chiriquí para TR: 1:10 000 años.
- Nivel de agua máximo del río Chiriquí en la elevación 80,10 msnm.



# ANEXOS

## Representación de la Presa Fortuna a un PGA de 0.10 g en la Base, Intervalo de 10 Km a la Magnitud Potencial



Magnitud en Escala Richter	
Menos de 3.5	Generalmente no se siente, pero es registrado.
3.5-5.4	A menudo se siente, pero sólo causa daños menores.
5.5-6.0	Ocasionalmente causa daños ligeros a edificios.
6.1-6.9	Puede ocasionar daños severos en áreas donde vive mucha gente.





### PROCEDIMIENTO ESTANDAR DE OPERACIONES

Instructivo: I-ST-018

Revisión: 02

Fecha: FEBRERO 2017

Página: 1 de 4

Título:

### MONITOREO DE EMBALSE

#### 1.0 Objetivo

- 1.1 Verificar los dispositivos de medición del embalse mediante la inspección rutinaria, trimestral y eventual.
- 1.2 Asegurar un adecuado cumplimiento de los programas de monitoreo y por ende cumplir con los programas de mantenimiento, ya sean preventivos, correctivos o de emergencia.
- 1.3 Cumplir con normas establecidas en el reglamento de Operación y procedimientos operativos de la empresa.

#### 2.0 Alcance

- 2.1 Todos los dispositivos de medición existentes en la presa, filtraciones, nivel freático, celdas hidráulicas de asentamiento, puntos topográficos de control, e inspección visual.



Figura 1. Sitio de Presa.

#### 3.0 Responsabilidades

- 3.1 El *Jefe de Soporte Técnico e Instrumentación* es el responsable por que se cumpla este instructivo.
- 3.2 Los *Técnicos Geólogos* y el *Técnico Topógrafo* son los responsables por la ejecución de la medición de la instrumentación en la presa, tal como lo establece este instructivo.
- 3.3 Asegurar la adecuada coordinación entre el *Jefe de Soporte Técnico e Instrumentación* y el *Jefe de Medio Ambiente*.

#### 4.0 Procedimiento

##### 4.1 Definiciones:

N/A

Preparado por  
CTDI

Revisado por:  
Jefe de Soporte Técnico

Aprobado por:  
Director de Operaciones



**PROCEDIMIENTO ESTANDAR DE OPERACIONES**

Instructivo: I-ST-018	Revisión: 02	Fecha: FEBRERO 2017	Página: 2 de 4
-----------------------	--------------	---------------------	----------------

Título:	<b>MONITOREO DE EMBALSE</b>
---------	-----------------------------

**4.2 Lineamientos preliminares**

- **Ubicación física:**  
Sitio Presa.
  
- **Códigos de SAP:**  
N/A
  
- **Personal:** 5 *personas* trabajando 8 horas.
  
- Las mediciones e inspecciones descritas en este instructivo, se llevarán a cabo de acuerdo a la programación establecida, y en caso de eventos:
  1. Por movimientos telúricos se realizan utilizando el criterio del departamento de recursos hídricos de California, utilizando la ecuación:  $D = 57.94(M-3.722)$ , donde M es la magnitud del sismo medido y D es la distancia máxima radial en la cual se debe inspeccionar. Si ocurre un evento de magnitud M cuyo epicentro está a una distancia igual o menor que la calculada D, se inspecciona la represa. Si la distancia es mayor, no se inspecciona la represa.
  2. Por vertidos del embalse.

**4.3 Medidas de Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente**

**Medidas de Seguridad y Salud Ocupacional**

- 4.3.1 Verificar que el programa de trabajo esté elaborado coherentemente, de manera que no se ponga en peligro la seguridad del equipo y el personal.
- 4.3.2 El personal encargado utilizará el equipo de seguridad apropiado a cada caso (casco 2000068290, botas de cuero o de caucho, capote 2000066372, chaleco salvavidas, cuerdas de seguridad, arnés, rodilleras, guantes 2000068925, chaleco reflexivo 2000068942).
- 4.3.3 Cuando se realizan los controles de los puntos topográficos, tenga un bote con su operador en el área de la presa para emergencias. Comunicar al operador de Casa Control los trabajos, los participantes, tiempo de inspección y si se requiere utilizar el bote.
- 4.3.4 Cuando trabaje sobre la calzada en el eje de presa, tome las precauciones del caso debido al paso de los vehículos.
- 4.3.5 Tener precaución por la presencia de serpientes en el área. En caso de mordeduras, asegúrese si es venenosa. Comunicar Operador de Casa Control, para la utilización de la ambulancia, y el traslado del afectado.
- 4.3.6 El personal de Soporte Técnico, que realice algún trabajo de maniobra de equipos, deberá cumplir con las siguientes disposiciones:
- a. Disposiciones para la Prevención de Riesgo Hidráulico de EGP.

Preparado por: CTDI	Revisado por: Jefe de Soporte Técnico	Aprobado por: Director de Operaciones
------------------------	--	--





**PROCEDIMIENTO ESTANDAR DE OPERACIONES**

Instructivo: I-ST-018	Revisión: 02	Fecha: FEBRERO 2017	Página: 3 de 4
Título:	<b>MONITOREO DE EMBALSE</b>		

- b. Disposiciones para la Prevención de Riesgo Eléctrico en la División de Energías Renovables de EGP.

**Medio Ambiente**

- 4.3.7 Los residuos generados en esta actividad deben ser recogidos y depositarlos dentro de los diferentes recipientes debidamente identificados. En caso que en el lugar de trabajo no exista el recipiente adecuado, los residuos deben ser trasladados a los centros de acopio más cercano (Chiriquicito, Casa Control, Valbuena y oficina de Medio Ambiente en Sitio Presa).
- 4.3.8 Referirse al instructivo IMA-008 y al IMA-008-A

**4.4 Desarrollo**

**4.4.1 Preparación para el trabajo.**

- 1. Verifique que cuenta con el equipo de trabajo y de seguridad necesario.
- 2. Verifique que la tarjeta de memoria está dentro del compartimiento correspondiente en la estación total.
- 3. Solicite el bote, el operador y los chalecos salvavidas.
- 4. Comunicar al operador de Casa Control los trabajos de medición del embalse en la Presa, los participantes, tiempo de inspección y si se requiere utilizar el bote.

**4.4.2 Realización del trabajo.**

Para los trabajos de mediciones en el embalse, se sigue el procedimiento P04 documentado en la norma ISO 9001, las cuales son:

- 1. Medición de caudales de filtración de la presa, mensualmente.
- 2. Medición de nivel freático. Piezómetros, mensualmente (base del enrocado, estribo izquierdo de la presa).
- 3. Medición de celdas hidráulicas de asentamiento, trimestralmente.
- 4. Inspección visual de estructuras de la presa, trimestralmente.
- 5. Batimetría, Medición de la profundidad del embalse para determinar su topografía, cada dos años.
- 6. Medición de puntos topográficos de control vertical y horizontal en la pantalla, cuatrimestralmente.

**4.4.3 Pasos Finales**

- 1. Verifique que lleva todas las herramientas y equipo que utilizó.
- 2. Retírese del área.

**4.4.4 Realice el procesamiento de la información.**

Preparado por: CTDI	Revisado por: Jefe de Soporte Técnico	Aprobado por: Director de Operaciones
------------------------	--	--



**PROCEDIMIENTO ESTANDAR DE OPERACIONES**

Instructivo: I-ST-018

Revisión: 02

Fecha: FEBRERO 2017

Página: 4 de 4

Título:

**MONITOREO DE EMBALSE**

1. Reporte cualquier anomalía que encuentre, documéntela con fotografías y entréguele el informe al *Jefe de Soporte Técnico*.
2. Haga el reporte escrito con las gráficas y cuadros y entrégueselo al *Jefe de Soporte Técnico*.

**5.0 Procedimientos relacionados**

5.1	Planificación de Operaciones	P03
5.2	Control de Embalse	P04
5.3	Gestión de Mantenimiento	P05
5.4	Medición de Caudales	I-ST-005
5.5	Medición de Nivel Freático	I-ST-013
5.6	Lectura de Celdas Hidráulicas de Asentamiento	I-ST-014
5.7	Inspección visual de la Presa	I-ST-015
5.8	Recolección de datos para la Batimetría	I-ST-016
5.9	Lectura de puntos topográficos de control de la Presa	I-ST-017
5.10	Disposición de Residuos.....	IMA-008, IMA-008-A

**6.0 Documentación**

- 6.1 Disposiciones para la Prevención de Riesgo Hidráulico de EGP.
- 6.2 Disposiciones para la Prevención de Riesgo Eléctrico en la División de Energías Renovables de EGP.

**7.0 Registros**

- 7.1 Libretas de campo de la presa.
- 7.2 Reportes de Batimetría.
- 7.3 Formatos de Inspección.
- 7.4 Informe anual de instrumentación.
- 7.5 Archivos en la computadora, en el servidor y copia en cd.

Preparado por:  
CTDI

Revisado por:  
Jefe de Soporte Técnico

Aprobado por:  
Director de Operaciones



Resumen de lluvia mensual en milímetros													
Estación Homitos													
Estación 108022													
año	ene	feb	mar	abril	may	jun	jul	agost.	sept.	oct.	nov.	dic.	total
1970											486.7	763.1	
1971	207.8	89.8	178.9	232.1	243.9	453.7	251.2	181.7	722	581.2	383	225.4	3750.7
1972	118.8	151.9	60.4	249.2	237.7	446.9	161.2	385.8	365.7	242	307	234.4	2961.0
1973	170.1	129.9	40.7	252.3	411.7	349.4	583.5	826.8	575.8	921.4	837.6	158.2	5257.4
1974	50.9	15.9	21.2	38.6	532.8	285.4	214.4	414.6	350.3	596.2	122.9	391.2	3034.4
1975	168.2	51.4	64.5	150.5	138	266.1	449.8	281.5	530.5	616.6	884.3	581	4182.7
1976	180.4	118.4	93.7	155.6	348.3	325.5	409.2	250	407.7	581.4	304.2	219.9	3394.3
1977	131.3	104.7	186.3	107	279.6	396.6	249.1	596.6	475.1	297.1	246.2	44	3115.8
1978	72.1	136.3	142.2	40.9	523	194.2	256.7	266.2	539.4	577.9	343.7	279.4	3372.0
1979	69.2	66	146.5	288.6	124.2	293.7	101.8	356.4	406	867.3	411.7	203.2	3134.6
1980	107.2	206.9	114.7	120.6	450.6	356.4	262.8	293.4	429.2	572.9	547.3	213	3675.0
1981	243.3	230.5	183.5	293.5	645.8	655	256.4	454.3	366.4	708.9	447.8	205.1	4890.5
1982	132.2	66.4	88.9	133.4	643.8	600	167	282.5	413.4	542.3	236.1	45.2	3351.2
1983	6.8	138.4	183.6	87.4	188.7	355.9	197.8	234.6	326.3	654.9	253.7	128.7	2756.8
1984	184.3	137.4	52.4	87.4	306.7	393.6	340.8	436.4	502	684.2	295.9	167	3588.1
1985	27	28.7	85.6	254.3	258.3	390.1	276.1	507	312.4	324.1	192.1	213.6	2869.3
1986	273.1	42.1	223.8	81	626.3	337.4	136.5	257.6	737.3	796.3	63.7	33.6	3608.7
Promedi	133.9	107.2	116.7	160.8	372.5	381.4	269.6	376.6	466.2	585.3	374.3	241.5	3586.0
Máx.	273.1	230.5	223.8	293.5	645.8	655.0	583.5	826.8	737.3	921.4	884.3	763.1	921.4
Mín.	6.8	15.9	21.2	38.6	124.2	194.2	101.8	181.7	312.4	242.0	63.7	33.6	6.8

Incompleto  
 estimados mediante proporción normal

Estaciones base	ene-85	27.03576	sep-86	737.2811
Rajo Boquete	feb-85	28.72552	oct-86	796.3295
La cordillera	abr-85	254.3054	nov-86	63.72069
India Vieja	may-85	258.3464	dic-86	33.5847
Paja de Sombrero				
ene-74	50.87696	abr-82	133.4324	
feb-74	15.48825	may-82	643.8442	
mar-74	21.2352	jun-82	599.981	
abr-74	38.57565	dic-82	45.78299	
may-74	632.7667	ene-83	8.758945	
nov-74	122.9075	mar-84	52.36319	
		sep-84	502.0409	
		oct-84	684.2076	
		nov-84	295.9088	
		dic-84	167.2839	
		abr-84	87.40549	

Resumen de lluvia mensual en milímetros													
Estación Los Planes													
Estación 108035													
año	ene	feb	mar	abril	may	jun	jul	agost	sep	oct	nov	dic	total
1978							392.3	737.9	1233.2	614.5	162.4	111.9	
1980		0	0.3					609.7	410.1	159		63.3	
1981	38	0.2	96.1	264.5	1051.1	990.8	462.7	988.7	655.1	1102.3	419.3	67.5	6136.3
1982	11.1	3.7	10.2	162.4	728.1		284	127.5	977.3	812.5	36.9	16.3	3170
Promedi	24.6	1.3	35.5	213.5	889.6	990.8	379.7	616.0	818.9	672.1	206.2	64.8	4912.8
Máx.	38.0	3.7	96.1	264.5	1051.1	990.8	462.7	988.7	1233.2	1102.3	419.3	111.9	1233.2
Mín.	11.1	0.0	0.3	162.4	728.1	990.8	284.0	127.5	410.1	159.0	36.9	16.3	0.0

Incompleto