

Entidad Responsable:
Energía Limpia de
Guatemala, S.A.

CENTRAL GENERADORA HIDRO XACBAL DELTA



PLAN DE
PREPARACIÓN
ANTE EMERGENCIAS
-PPE-

 Terra Energía  ELGUA Central Hidroeléctrica Hidro Xacbal Delta	PLAN DE PREPARACIÓN ANTE EMERGENCIAS HIDRO XACBAL DELTA	Revisión 1
PPE-HXD-001		Página 1 de 63

RESUMEN EJECUTIVO

En este documento se presenta el **PLAN DE PREPARACIÓN ANTE EMERGENCIAS** (PPE) para la presa de la hidroeléctrica **HIDRO XACBAL DELTA**. En este PPE se establecen los mecanismos y procesos para actuar eficientemente y a tiempo, en el caso de ocurrir una emergencia en la mencionada presa.

El sitio de presa se ubica inmediatamente aguas abajo de la confluencia de los ríos Xacbal y Pumilá, a una elevación promedio de 940 msnm en su fundación (la cresta de la presa se encuentra a la elevación 977.50 msnm). La cuenca tributaria hasta el sitio de presa es de 527 km². El río Xacbal corresponde a la parte alta del sistema fluvial del mismo nombre, el cual desemboca en el Golfo de México.

La localización geográfica de la presa es: 15°35'07.3" Latitud Norte y 91°05'32.7" Longitud Oeste (GTM 1723504.19 N, 436473.66 E). Jurisdiccionalmente, la presa se ubica dentro del municipio de Chajul, departamento de El Quiché. El acceso, a la presa de Hidro Xacbal Delta, desde la Ciudad de Guatemala es por la ruta que conduce de la cabecera municipal de Nebaj, pasando por la cabecera municipal de Chajul, siendo la distancia entre Guatemala y Chajul de 270 km, en carretera asfaltada; luego, desde Chajul hasta el sitio de la Presa la distancia es de 30 km aproximadamente en carretera de terracería.

La presa, propicia la formación del embalse de regulación diaria dentro del cauce del río. La altura máxima de la presa es de 43.5 m con un ancho de 65 m. El embalse propiciado por la presa es de unos 1,113,300 m³; mientras que la capacidad del embalse de regulación es de 632,000 m³. Desde el punto de vista estructural, la presa es de concreto que actúa por gravedad, con 2 compuertas radiales vertedero para evacuar la crecida de diseño: crecida con período de retorno de 10,000 años, cuya magnitud es de 2,000 m³/s, la crecida con periodo de retorno de 1,000 años corresponde a un caudal de 1,182 m³/s.

El cauce del río, aguas abajo de la presa, se caracteriza por tener una pendiente, relativamente alta (4% en promedio), con lecho rocoso, poca sinuosidad y encañonado. Prácticamente, no existen terrazas ni planicies de inundación. Por lo que, el grado de desarrollo urbano o agrícola es prácticamente nulo en la franja de influencia directa de la crecida estimada por la falla de la presa y del embalse. La infraestructura directamente expuesta a la crecida crítica, es un puente de hamaca, que se usa eventualmente, el puente de acceso exclusivo a la casa de máquinas, que son propiedad de la empresa operadora de la hidroeléctrica.

Para disminuir la probabilidad de falla de la presa, se contemplan medidas preventivas que incluyen inspecciones rutinarias, intermedias, especiales y extraordinarias de la Presa (como indicado en la NSP). En caso de que ocurra; sin embargo, se presentan, en este documento, los lineamientos a seguir, de acuerdo al tipo de emergencia que se enfrente. Las emergencias que pueden ocurrir se clasifican en dos grupos, A y B. Categoría A es cuando la falla es inminente o ha ocurrido y la categoría B es cuando se está desarrollando una situación potencialmente peligrosa. Para cada categoría se presenta la cadena de notificaciones y las acciones a tomar.

ÍNDICE

RESUMEN EJECUTIVO.....	1
ÍNDICE	2
SIGLAS	4
GLOSARIO.....	5
1. INTRODUCCIÓN.....	6
1.1. GENERALIDADES.....	6
1.2. OBJETIVOS DEL PPE	7
1.3. ALCANCES DEL PPE.....	7
2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA HIDROELÉCTRICA HIDRO XACBAL DELTA.....	8
2.1 UBICACIÓN	8
2.2 COMPONENTES PRINCIPALES.....	10
2.2.1. PRESA Y EMBALSE	10
2.2.2. TÚNEL DE CONDUCCIÓN Y TANQUE DE OSCILACIÓN	11
2.2.3. TUBERÍA FORZADA	11
2.2.4. CASA DE MÁQUINAS	12
2.2.5. SUBESTACIÓN.....	12
2.3 ORGANIZACIÓN DE LA PLANTA	12
2.3.1. RESPONSABILIDAD PRIMARIA DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA.....	12
2.3.2 PERSONAS RESPONSABLES DE EVALUAR LA GRAVEDAD DE LA ANORMALIDAD	15
2.3.3. NOTIFICACIÓN A LA CNEE.....	16
2.3.4 CAPACITACIÓN DEL PERSONAL PARA RESPONDER ANTE EMERGENCIAS.....	16
2.3.5. COORDINACIÓN DEL PPE.....	19
2.3.6. SISTEMAS DE COMUNICACIÓN.....	20
2.4 OPERACIÓN NORMAL DE LA CENTRAL	21
2.4.1 OPERACIÓN DE LA PRESA	21
2.4.2 EMBALSE DE REGULACIÓN	21
2.4.3 TÚNEL DE CONDUCCIÓN	22
2.5 OPERACIÓN DE LA CENTRAL ANTE UNA EMERGENCIA.....	23
2.6 ACCESOS A LOS SITIOS.....	24
2.6.1 ACCESO A LA PRESA.....	24
2.6.2 ACCESO A LA PRESA.....	26
3. ACCIONES PREVENTIVAS	29
3.1 INSPECCIONES DE LA PRESA	29
3.1.1 INSPECCIONES RUTINARIAS.....	29
3.1.2 INSPECCIONES INTERMEDIAS	30
3.1.3 INSPECCIONES ESPECIALES	30
3.1.4 INSPECCIONES EXTRAORDINARIAS	30
3.2 MONITOREO DE CONDICIONES METEOROLÓGICAS.....	31
3.3 RECURSOS DISPONIBLES DURANTE UNA EMERGENCIA	31
3.4 RESPUESTA EN PERÍODOS DE OSCURIDAD O ADVERSOS.....	32
3.5 TIEMPOS ESTIMADOS PARA LLEVAR A CABO ACCIONES CRÍTICAS	33

 Terra Energía  ELGUA Central Hidroeléctrica Hidro Xacbal Delta	PLAN DE PREPARACIÓN ANTE EMERGENCIAS HIDRO XACBAL DELTA	Revisión 1
PPE-HXD-001		Página 3 de 63

4. VULNERABILIDAD EN EL ÁREA DE INFLUENCIA	34
5. SITUACIÓN DE EMERGENCIA	35
5.1 CLASIFICACIÓN DE EMERGENCIAS.....	35
5.2 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE EMERGENCIAS	36
5.2.1 PRONOSTICO CLIMATICO, LLUVIAS Y CRECIDAS:	36
5.2.2 CONDICIONES QUE INDICAN UNA EMERGENCIA.....	37
5.2.3 CRITERIOS PARA CAMBIAR LA CATEGORÍA DE EMERGENCIA O DETERMINAR SU FINALIZACIÓN	39
5.3 ACCIONES A SEGUIR EN CASO DE EMERGENCIA.....	40
5.3.1 DETECCIÓN DE ANOMALÍAS O FALLA EN LA PRESA O EMBALSE	40
5.3.2 ACCIONES ANTE EMERGENCIAS CATEGORÍA A: LA FALLA ES INMINENTE O HA OCURRIDO	40
5.3.3 ACCIONES ANTE EMERGENCIAS CATEGORÍA B: SE ESTÁ DESARROLLANDO UNA SITUACIÓN POTENCIALMENTE PELIGROSA	41
5.4 FLUJOGRAMAS Y PROCEDIMIENTOS DE NOTIFICACIÓN	43
5.4.1 EMERGENCIA CATEGORIA A: LA FALLA ES INMINENTE O HA OCURRIDO	43
5.4.2 EMERGENCIA CATEGORIA B: SE ESTÁ DESARROLLANDO UNA SITUACIÓN POTENCIALMENTE PELIGROSA	46
5.4.3 EXHIBICIÓN DE LOS FLUJOGRAMAS DE NOTIFICACIONES.....	49
5.4.4 VALIDACIÓN DE LAS NOTIFICACIONES	49
5.5 MANTENIMIENTO Y PRUEBA DEL PPE	49
ANEXO A.....	50
RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA CENTRAL GENERADORA HIDROXACBAL DELTA	50
ANEXO B	52
ARCHIVO FOTOGRAFICO	52
ANEXO C.....	55
MAPA DE UBICACIÓN DE ESTACIONES	55
MAPA DE UBICACIÓN DE ESTACIONES	56
ANEXO D.....	57
REGISTRO DE ACTUALIZACIONES DEL PPE.....	57
ANEXO E	58
PLANO DE UBICACIÓN DE EQUIPOS DE EMERGENCIAS Y RUTAS DE EVACUACION	58
ANEXO F	59
FLUJOGRAMA DE EMERGENCIAS TIPO A.....	59
ANEXO G.....	60
FLUJOGRAMA DE EMERGENCIAS TIPO B.....	60
ANEXO H.....	62
LISTADO OFICIAL DE ENTIDADES A NOTIFICAR EL PPE	62
ANEXO I.....	63
MAPA DE INUNDACIONES	63

SIGLAS



INICIALES	DESCRIPCIÓN
AMM	Administrador del Mercado Mayorista
CNEE	Comisión Nacional de Energía Eléctrica
CONRED	Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres
PPE	Plan de Preparación ante Emergencias

GLOSARIO

TÉRMINO	DEFINICIÓN
Crecida milenaria	Crecida que ocurre, en términos medios, una vez a cada mil años. Esto no significa; sin embargo, que si ocurre en determinada época, pasará un período de mil años para que ocurra otra similar o mayor. Siempre existe una probabilidad de que en cualquier año ocurra un evento de esa magnitud (probabilidad de excedencia anual es 0.001).
Crecida centenaria	Crecida que ocurre, en términos medios, una vez a cada 100 años. Evento que tiene una probabilidad de excedencia anual de 0.01.
Cuenca tributaria	Área en la superficie que drena a un punto específico, tal como hacia un embalse, también conocido como área de cuenca hidrográfica.
Dueño de la presa	Empresa que tiene el título legal de propiedad del sitio de la presa, presa y embalse y es responsable de la seguridad de la presa.
Embalse	Cuerpo de agua embalsado o represado por una presa, inclusive sus orillas y bordes y cualquier obra o instalación necesaria para su operación.
Emergencia	Cualquier condición, en términos de la operación de la presa y embalse, que se desarrolla naturalmente o inesperadamente, poniendo en riesgo la integridad de la presa, vida o propiedad aguas arriba o aguas abajo, y que requiere acción inmediata.
Evento próximo	Es el evento que tiene una Probabilidad de Excedencia Anual muy baja o un período de retorno muy alto.
Falla de la presa	Desprendimiento descontrolado de un embalse a través del colapso de la presa o alguna parte de ésta.
Período de retorno	Intervalo de tiempo promedio, expresado en años, en el cual se espera que ocurra o sea superado un evento de determinada magnitud. Se le conoce también como período de recurrencia y es el recíproco de la probabilidad de excedencia anual.
Personal de operación y mantenimiento	Es el personal calificado trabajando en el sitio de la presa.
Probabilidad de excedencia anual	Probabilidad de que un evento de una magnitud específica sea igualado o excedido en cualquier año.
Riesgo	Amenaza o condición que puede resultar de una causa externa; por ejemplo, una crecida, con el potencial para crear consecuencias adversas.
Vulnerabilidad	Grado de debilidad, susceptibilidad o exposición ante una amenaza; por ejemplo, una crecida.

	PLAN DE PREPARACIÓN ANTE EMERGENCIAS HIDRO XACBAL DELTA	Revisión 1
PPE-HXD-001		Página 6 de 63

1. INTRODUCCIÓN

1.1. GENERALIDADES

La regulación del agua de corrientes superficiales mediante presas, para diferentes usos y usuarios de cualquier sistema socioeconómico ha contribuido indudablemente al desarrollo de la sociedad. La derivación y regulación temporal del agua ha permitido amortiguar, en gran parte, los efectos de la distribución irregular, tanto temporal como espacial del agua, permitiendo de esta manera, satisfacer requerimientos específicos del sistema socioeconómico.

En el medio guatemalteco, las fuentes superficiales de agua, normalmente manifiestan una variabilidad alta; obviamente como resultado de la alta variabilidad de las lluvias. Asimismo, la demanda del recurso manifiesta variabilidad. Estas variabilidades impiden un aprovechamiento óptimo del recurso. Por lo tanto, la derivación y/o regulación y/o del agua mediante presas y embalses es una opción muy conveniente y oportuna para maximizar los beneficios que brinda el recurso agua.

A la par de los beneficios de las presas y embalses superficiales, existe un factor de riesgo asociado para los sistemas socioeconómico y natural aguas abajo de las mismas. La falla de una presa puede desencadenar consecuencias lamentables, tanto desde el punto de vista de pérdida de vidas humanas, como pérdida de bienes materiales, naturales y culturales.

Un buen diseño, la buena construcción, la buena operación y el buen mantenimiento de una presa, contribuyen, indudablemente, a la disminución significativa del riesgo asociado a su eventual falla. A pesar de lo anterior, puede quedar un riesgo residual.

Para mantener el mayor nivel de seguridad posible de la presa, el responsable de presa está obligado a la elaboración y mantenimiento de un Plan de Preparación ante Emergencias (PPE). El PPE es una herramienta formal que establece los mecanismos y procesos para actuar eficientemente en tiempo y espacio en caso de producirse una emergencia.

La Norma de Seguridad de Presas (NSP) en Guatemala, emitida por la Comisión Nacional de Energía Eléctrica –CNEE-, en vigencia a partir de octubre de 1999 (resolución CNEE-29-99) y su actualización vigente desde diciembre del 2016 (resolución 283-2016) establece la obligación de los responsables de las presas para la elaboración, mantenimiento y actualización regular de un PPE. Este debe estar enmarcado dentro de los lineamientos de la mencionada Norma y ser aprobado por la CNEE.

El presente documento constituye el PPE actualizado para la Presa del Sistema Hidroeléctrico Central Generadora Hidro Xacbal Delta.

	PLAN DE PREPARACIÓN ANTE EMERGENCIAS HIDRO XACBAL DELTA	Revisión 1
PPE-HXD-001		Página 7 de 63

1.2. OBJETIVOS DEL PPE

El objetivo general del PPE es contribuir a la reducción de las posibilidades de pérdida de vidas humanas y daños a infraestructura ubicada aguas abajo de la presa del Proyecto Hidroeléctrico Hidro Xacbal Delta, mediante el establecimiento de mecanismos y acciones apropiadas de respuesta ante la ocurrencia de una inundación desencadenada por la falla de la presa.

Entre los objetivos específicos principales del PPE se encuentran:

1. Identificación y evaluación de las emergencias potenciales;
2. Establecimiento de las acciones y procedimientos para responder, por parte del personal de Hidro Xacbal Delta, eficientemente y a tiempo ante una situación de emergencia;
3. Establecimiento del proceso de notificación, a tiempo, a la gerencia de Hidro Xacbal Delta, así como al AMM, la Municipalidad de Chajul, a la CONRED y a la CNEE.

1.3. ALCANCES DEL PPE

En este documento se presentan las características de la Planta Generadora Hidro Xacbal Delta, en cuanto a sus componentes principales, organización, operación del sistema, accesos a los diferentes sitios del sistema, acciones preventivas que contribuyan a la seguridad de la presa, recursos disponibles y tiempos para llevar a cabo acciones críticas. Entre los alcances del PPE se incluye la evaluación del potencial de daño incremental por una eventual falla hacia aguas abajo de la presa.

Dentro del escenario de una emergencia derivada de la falla de la presa, se identifican los eventos que pueden desencadenar una emergencia, así como las acciones que se deben de ejecutar.

En el documento se describe la mayor cantidad de incidentes potenciales que se pueden enfrentar en la operación de la presa. Es importante notar que cada incidente tiene sus particularidades que hacen imposible prever en forma completa el desarrollo de los eventos. Por lo tanto, corresponde a las personas responsables actuar en forma lógica, y sin perder la calma, en el marco de los lineamientos generales establecidos en este documento.

Finalmente, se incluyen los flujogramas de notificaciones donde se indica la Institución, el nombre y cargo de los contactos involucrados durante una emergencia, con los números telefónicos respectivos.

 Terra Energía  ELGUA Central Hidroeléctrica Hidro Xacbal Delta	PLAN DE PREPARACIÓN ANTE EMERGENCIAS HIDRO XACBAL DELTA	Revisión 1
PPE-HXD-001		Página 8 de 63

2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA HIDROELÉCTRICA HIDRO XACBAL DELTA

2.1 UBICACIÓN

La Central Generadora Hidro Xacbal Delta está ubicada al norte de la Sierra de los Cuchumatanes, en la cuenca media del Río Xacbal, con elevaciones aproximadas en la presa de 977.50 msnm (corona de la presa) y en la Casa de Máquinas de 850.00 msnm. Geográficamente se ubica al noroeste de la República de Guatemala, aproximadamente al N30°W de la Ciudad de Guatemala con una distancia horizontal de 150 km.

Jurisdiccionalmente se ubica en el Municipio de San Gaspar Chajul, Departamento de El Quiché. La localización geográfica del sitio de presa es 15°35'07.3" latitud norte y 91°05'32.7" longitud oeste (coordenadas GTM 1723504.19 N y 436473.66 E). En la Fig. 2.1 se muestra la ubicación de este sitio en la cartografía oficial escala 1:250,000.

La elevación aproximada, del cauce del río, a la altura del sitio de presa es la 975 msnm; mientras que el área de la cuenca tributaria hasta ese punto es de 527 km².



Terra
Energía

ELGUA

Central Hidroeléctrica
Hidro Xacbal Delta

PLAN DE PREPARACIÓN ANTE EMERGENCIAS HIDRO XACBAL DELTA

Revisión 1

PPE-HXD-001

Página 9 de 63

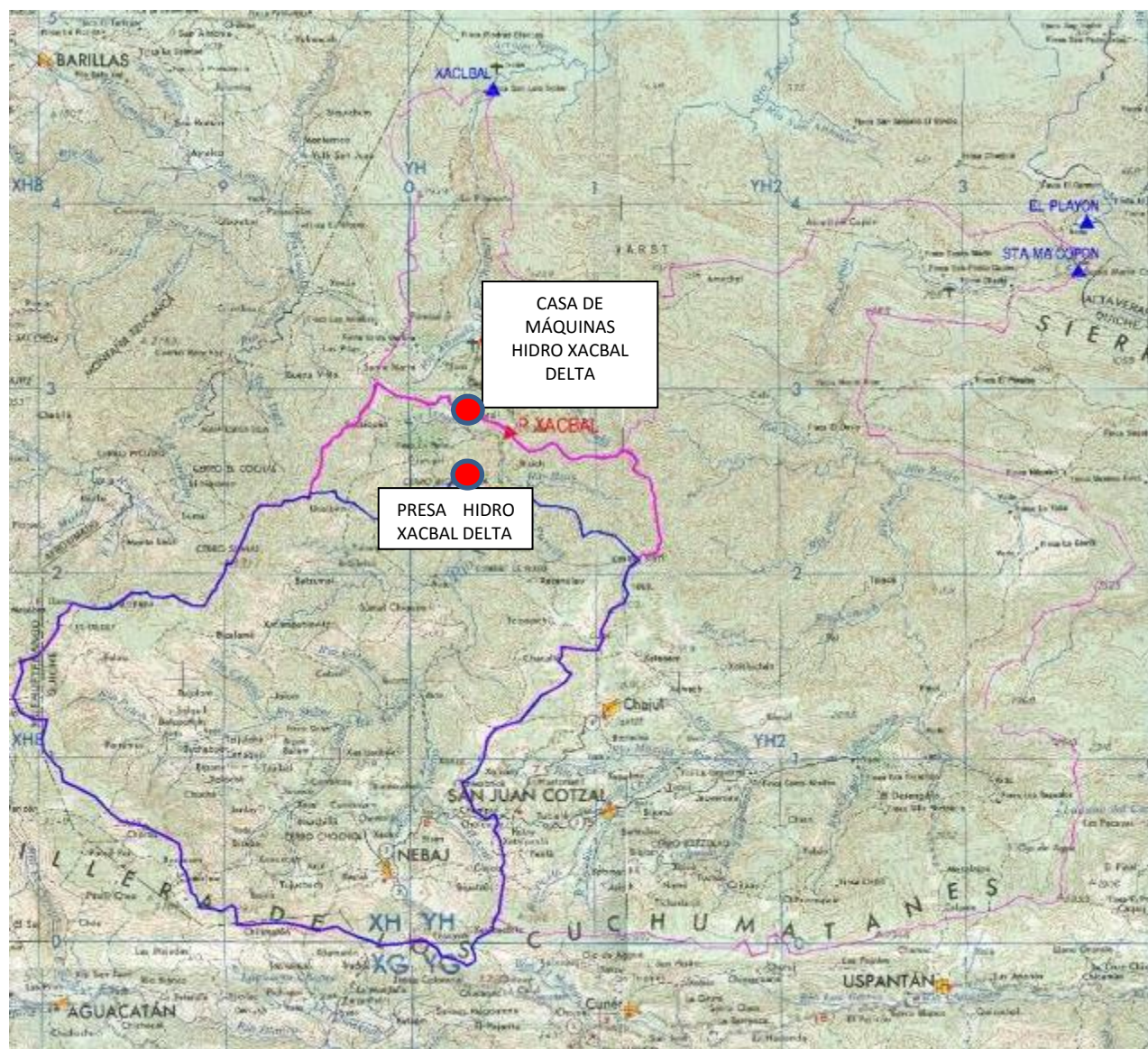


Fig. 2.1 Ubicación general de la presa y casa de máquinas de la Central Hidro Xacbal Delta, en la cartografía, escala 1:250,000.

	PLAN DE PREPARACIÓN ANTE EMERGENCIAS HIDRO XACBAL DELTA	Revisión 1
PPE-HXD-001		Página 10 de 63

2.2 COMPONENTES PRINCIPALES

El sistema está conformado por los siguientes componentes principales:

Obras de Toma

- Presa de 37.5 m de altura promedio y 70.34 m de ancho en la corona.
- Cota de almacenamiento de Embalse: 975 msnm.
- 2 Compuertas Radiales para vertimiento de Crecidas.
- 1 Compuerta de Desagüe de Fondo para limpieza de Sedimentos.
- Embalse de regulación diaria con una capacidad de almacenamiento de 632,000 m³.
- Túnel de conducción de 3,700 m de longitud y 4.80 m de diámetro terminado.
- Tanque de oscilación de 66 m de alto y 9.20 m de diámetro.
- Pozo Vertical de 54 m de alto y 3.70 m de diámetro.
- Tubería forzada de 335 m de longitud y 3.7 m de diámetro.

Obras de Transformación

- Casa de Máquinas en la cual se alojan los dos grupos de turbogeneradores, constituidos por 2 turbinas tipo Francis y 2 generadores de eje vertical de 34.2 MVA (cada grupo).
- Subestación elevadora de 13.8kV a 230kV.

2.2.1. PRESA Y EMBALSE

La presa es una estructura de concreto macizo que actúa por gravedad y sirve como dique para el embalse del agua del río y derivación hacia el sistema de la planta (al túnel de Conducción). Tiene como elevación de coronación la cota 977.50 msnm y cota del río en una sección de 65m de ancho. En el cuerpo de la misma, tiene 2 compuertas radiales que permiten evacuar el caudal que supere al caudal necesario para la producción de la planta en cualquier momento, hasta 2,000 m³/s. Así mismo, estas compuertas tienen sendas clapetas en su borde superior para evacuar pequeñas crecidas (las habituales). Además, tiene una descarga de fondo para labores de limpieza de sedimento. La presa ocasiona un embalse hasta la cota 975 msnm, de aproximadamente 632,000 m³ de volumen útil, siendo el volumen total de 1,113,300 m³. El rango de operación del embalse formado por la presa oscila entre las cotas 975 y 967 msnm (8 m de abatimiento).

 Terra Energía  ELGUA Central Hidroeléctrica Hidro Xacbal Delta	PLAN DE PREPARACIÓN ANTE EMERGENCIAS HIDRO XACBAL DELTA	Revisión 1
PPE-HXD-001		Página 11 de 63

2.2.2. TÚNEL DE CONDUCCIÓN Y TANQUE DE OSCILACIÓN

La descarga del embalse al túnel se realiza a través de una estructura de concreto ubicada en la entrada del túnel y adyacente a la presa, cuya toma se erige desde la cota 957 msnm hasta el nivel 961.70 msnm, la cual está equipada con una compuerta con sistema hidráulico, operada desde la caseta de control ubicada en la Presa. La compuerta de la toma está diseñada para cerrar por su propio peso en condiciones de emergencia en caso de una falla que se pudiese presentar en el sistema aguas abajo.

El túnel tiene un diámetro circular interior final de 4.80 m (incluye un revestimiento de concreto en masa de 0.30 m de espesor) y una longitud de 3,761 m. La conducción en el mismo es presurizada (hasta 4 Bares en su extremo final).

La chimenea de equilibrio es un conducto vertical de concreto que funcionara como un disipador de energía y que asegura que al momento de cerrar las turbinas de la central, que la energía cinética que tiene el agua en la conducción, se libere en ese elemento provocando un aumento súbito de nivel en la estructura debido al movimiento oscilatorio del agua y con ello se transforme en energía potencial evitando así el efecto de golpe de ariete en el sistema. La chimenea de equilibrio está ubicada al final del túnel directamente sobre el eje del mismo, tiene un diámetro interno de 9.20 m, una altura de 66 m, la cual inicia en la cota 935 msnm hasta la 1001 msnm. Dicha Chimenea es de concreto reforzado y con un espesor de 50 cm.

Por debajo de la Chimenea de Equilibrio, existe un pozo vertical que conecta el túnel y la chimenea con la tubería forzada, conducto con un diámetro de 3.7 m y con un blindaje metálico en acero ASTM A572 gr 65.

2.2.3. TUBERÍA FORZADA

La tubería forzada tiene una longitud total de 335 m en un diámetro interno de 3.70 m hasta antes de la bifurcación y luego en diámetro 2.60 m, toda en acero A572 Gr 65.

Los primeros 220 metros lineales discurren dentro de la montaña (como blindaje del túnel) y el resto discurre enterrada hasta llegar a la Casa de Máquinas finalizando en 2 válvulas tipo Bureau que sirven como mecanismo de aislamiento independiente de cada ramal de conducción para labores de inspección y mantenimiento tanto del circuito hidráulico como de las válvulas de admisión de las turbinas (2 válvulas tipo mariposa)

	PLAN DE PREPARACIÓN ANTE EMERGENCIAS HIDRO XACBAL DELTA	Revisión 1
PPE-HXD-001		Página 12 de 63

2.2.4. CASA DE MÁQUINAS

La casa de máquinas es una edificación semi-enterrada que constituye la central hidroeléctrica, se erige desde la cota 816.20 hasta la 837.25 msnm por la cual se accede, siendo esta su infraestructura en concreto reforzado, su cubierta y superestructura es un cerramiento metálico que alcanza la cota 853.41 msnm. En ella se albergan dos turbinas tipo Francis de eje vertical y sus respectivos generadores con una capacidad nominal de 34.2 MVA cada grupo. Además, en ella se encuentran un sistema de vaciado y drenaje, el área de montaje, válvulas tipo mariposa, sistemas de aire y agua, sistemas de aire acondicionado, transformadores auxiliares y los cuartos de control, equipos, mantenimiento, ensamblaje, oficinas.

Además la casa de máquinas incluye una grúa con capacidad de 80 Ton para ser utilizada al momento de realizar el mantenimiento al equipo electromecánico mayor instalado.

A la salida de la casa de máquinas, un canal de descarga restituye las aguas turbinadas directamente al río Xacbal, este canal está formado por muros y solera de concreto armado en su tramo inicial y finalmente discurre sobre un canal protegido mediante gaviones hasta el punto final de restitución.

2.2.5. SUBESTACIÓN

La subestación está conformada 2 Transformadores elevadores (uno para cada unidad) e Interruptores.

2.3 ORGANIZACIÓN DE LA PLANTA

2.3.1. RESPONSABILIDAD PRIMARIA DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA

La operación de la Central Hidro Xacbal Delta es responsabilidad del Gerente de Planta y Jefe de O & M, quien cuenta con personal administrativo y operativo para operar durante las 24 horas del día a lo largo del año. El organigrama de la Fig. 2.2 muestra el personal relacionado directamente en la operación de Hidro Xacbal Delta.

 Terra Energía	ELGUA Central Hidroeléctrica Hidro Xacbal Delta	PLAN DE PREPARACION ANTE EMERGENCIAS HIDRO XACBAL DELTA	Revisión 1
PPE-HXD-001		Página 14 de 63	

**TERRA ENERGÍA GUATEMALA
HIDRO XACBAL DELTA
ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL**

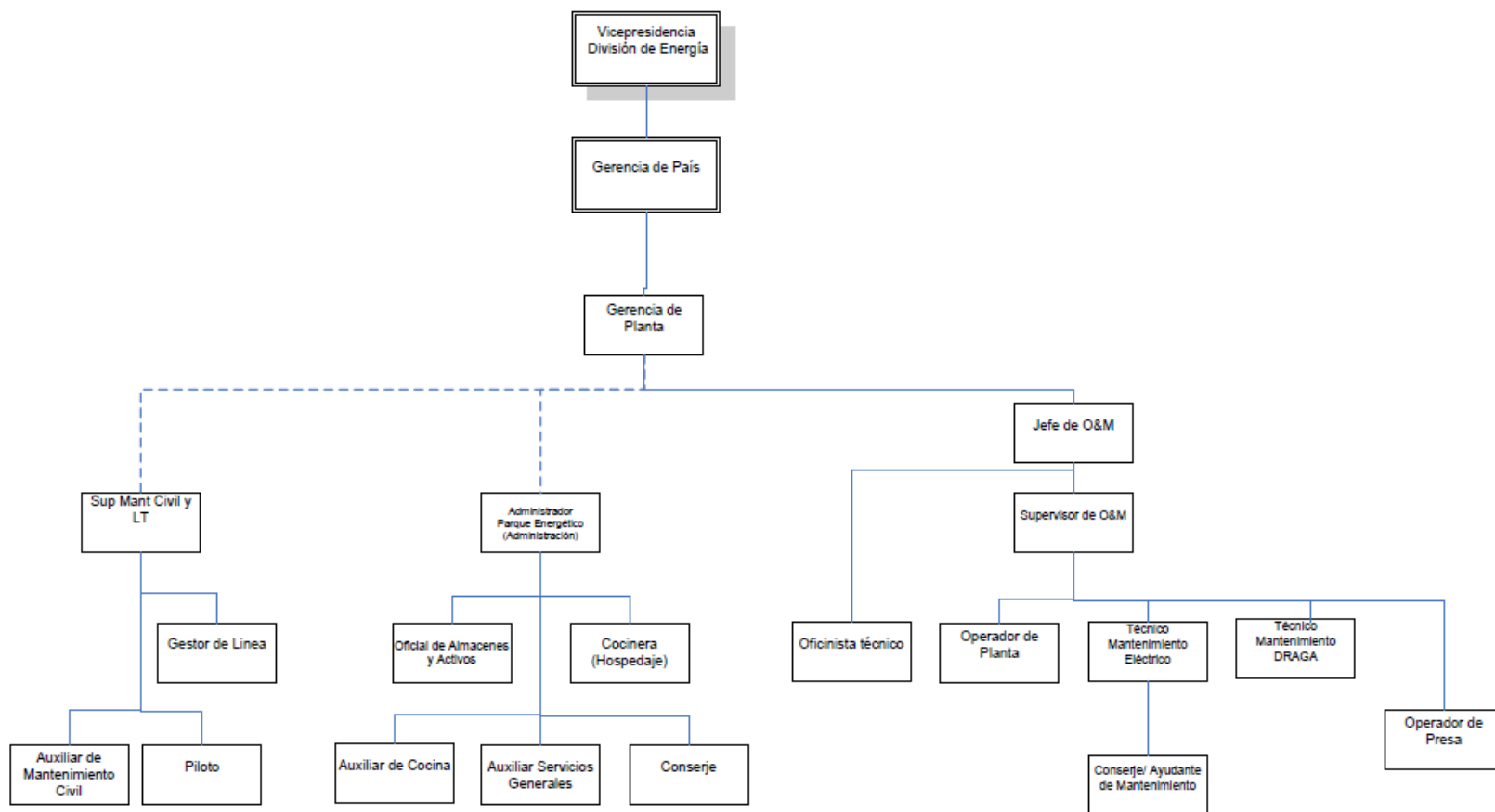


Fig. 2.2 Estructura organizacional de la planta Hidro Xacbal Delta.

 Terra Energía  Central Hidroeléctrica Hidro Xacbal Delta	PLAN DE PREPARACION ANTE EMERGENCIAS HIDRO XACBAL DELTA	Revisión 1
PPE-HXD-001		Página 15 de 63

2.3.2 PERSONAS RESPONSABLES DE EVALUAR LA GRAVEDAD DE LA ANORMALIDAD

La responsabilidad por la operación normal de la central Hidro Xacbal Delta corresponde al Jefe de O & M, quien se apoya directamente en la estructura técnico–operativa de la central (ver Fig. 2.2). El Jefe de O & M, es responsable de la operación de todos los componentes del sistema, desde la presa derivadora hasta la casa de máquinas. Para los fines del presente PPE y debido a la naturaleza de los turnos de trabajo en la Central Hidro Xacbal Delta, el Jefe de O & M se constituye en el Jefe de Seguridad de Presa (JSP), quien es la persona clave en casos de emergencia, sin embargo en su ausencia el Supervisor de Operación y Mantenimiento asume la responsabilidad, ambos trabajando en conjunto con el Supervisor de Obra Civil.

El Jefe de Seguridad de Presa es el responsable de la seguridad de la presa y responsable de calificar la gravedad de cualquier anomalía en el funcionamiento de la misma. En ausencia del JSP asumirá el Supervisor de Operación y Planificación, como se indicó anteriormente.

Si la naturaleza del problema lo requiere, el JSP convocará al Comité de Emergencia interno del sistema hidroeléctrico, constituido por él mismo y los operadores. El coordinador del comité de emergencia será el JSP; en su ausencia asume el Supervisor de Operación y Planificación.

El **Comité de Emergencia** está conformado por los siguientes puestos y las respectivas personas que estén de turno al momento del evento:

- Gerente de Planta
- Jefe de O & M (JSP)
- Supervisor de O & M
- Administrador Parque Energético
- Supervisor de Mantenimiento Civil
- Oficina Técnica
- Operador de Casa de Máquinas.
- Operador de Presa.
- Técnico Electricista.
- Técnico Mecánico.

Estas personas que conforman el Comité de Emergencia, también forman parte de la Brigada de Emergencia que está conformada en la Central Generadora Hidro Xacbal Delta.

 Terra Energía  Central Hidroeléctrica Hidro Xacbal Delta	PLAN DE PREPARACIÓN ANTE EMERGENCIAS HIDRO XACBAL DELTA	Revisión 1
PPE-HXD-001		Página 16 de 63

2.3.3. NOTIFICACIÓN A LA CNEE

El Jefe de O & M o en su defecto el Supervisor de O & M será el responsable de notificar, a los involucrados, la aparición de una anomalía de acuerdo al flujograma indicado en la Sección 5 de este Plan, así como de la notificación del fin de la anomalía.

2.3.4 CAPACITACIÓN DEL PERSONAL PARA RESPONDER ANTE EMERGENCIAS

Periódicamente, Hidro Xacbal Delta capacita a su personal respecto a las medidas contenidas en el PPE para asegurar una respuesta ante situaciones de contingencia. El contenido de la capacitación incluye el siguiente temario:

- ✓ Norma de Seguridad de Presas
- ✓ Ente Regulador de la Norma de Seguridad de Presas
- ✓ Plan de Preparación de Emergencias de Hidro Xacbal Delta y sus objetivos
- ✓ Componentes principales de la Central:
 - Presa y Embalse
 - Túnel de Conducción
 - Tubería Forzada
 - Casa de máquinas
 - Subestación
- ✓ Escenario de Simulacro de Inundación
- ✓ Categorías de Emergencias
- ✓ Criterios para cambio de categoría de emergencias
- ✓ Brigadas de Emergencia: primeros auxilios, emergencias médicas, incendios forestales, conatos de incendios, contención de derrames, evacuación, etc.

 Terra Energía  ELGUA Central Hidroeléctrica Hidro Xacbal Delta	PLAN DE PREPARACIÓN ANTE EMERGENCIAS HIDRO XACBAL DELTA	Revisión 1
PPE-HXD-001		Página 17 de 63

Las capacitaciones se ejecutan como mínimo de forma anual en relación a los aspectos de mejora identificados en cada uno de los simulacros, así como tomando en cuenta los diferentes tipos de emergencia indicados en la siguiente matriz de riesgos:

TIPO DE EMERGENCIA	DESCRIPCIÓN	POSIBLES CONSECUENCIAS	PROCEDIMIENTO DE RESPUESTA A CAPACITAR
Categoría Verde	No se observa ninguna condición anormal	Ninguna Consecuencia	Comunicación de Incidentes o Emergencias en Planta
Categoría Amarilla	Se observa algún posible riesgo	Ninguna Consecuencia	Comunicación de Incidentes o Emergencias en Planta
Categoría Anaranjada	Se está desarrollando una situación potencialmente peligrosa. Bajo esta categoría la condición reportada representa una situación donde la falla puede desencadenarse	Si se brinda la respuesta adecuada puede impedir o mitigar la falla	Manual de Plan de Emergencias Manual en Caso de Inundaciones
Categoría Roja	La falla es inminente o ha ocurrido	En esta categoría se parte de que la condición reportada representa una situación incontrolable que está conduciendo a la falla, o una falla actual de la presa y el embalse detrás de ella está perdiendo agua.	Manual de Plan de Emergencias Manual en Caso de Inundaciones

 Terra Energía  Central Hidroeléctrica Hidro Xacbal Delta	PLAN DE PREPARACIÓN ANTE EMERGENCIAS HIDRO XACBAL DELTA	Revisión 1
PPE-HXD-001		Página 18 de 63

2.3.4.1 MÉTODOS DE EVALUACIÓN

Hidro Xacbal Delta ejecuta evaluaciones escritas al personal de Operación & Mantenimiento de la central, posteriormente de cada jornada de capacitación del PPE, esto con el objetivo de identificar las fortalezas y debilidades en los conocimientos adquiridos.

Así mismo, se evalúan las acciones del personal en simulacros programados anualmente, mediante el levantamiento de un informe se identifican todas las oportunidades de mejora para que se ejecuten acciones correctivas o preventivas que permitan reforzar el PPE. También se evalúan los indicadores de respuestas ante emergencias, para identificar la eficacia en la respuesta interna.

2.3.4.2 SIMULACROS

La Central Hidro Xacbal Delta realiza periódicamente simulacros con el objetivo de: comprobar el funcionamiento de los recursos humanos y materiales previstos en el presente documento, valorar la respuesta y participación de todo el personal interno, cuantificar el tiempo empleado en evacuar y analizar si los medios y canales de comunicación son eficientes en situaciones de contingencia.

Los simulacros pretenden simular las situaciones de emergencia de la presa de Hidro Xacbal Delta descritas en el presente documento. Previo a la ejecución del mismo, se comunica el escenario a practicar y se revisa con el personal de Operación & Mantenimiento, las medidas a tomar para asegurar la seguridad integral de las instalaciones y comunidades en el área de influencia. Así mismo, se notifica a las entidades declaradas en el flujograma de notificaciones.

Para cada simulacro se realiza un informe de los principales hallazgos evidenciados en los mismos, se brinda una calificación sobre 100 puntos el desenvolvimiento del simulacro, y se establecen acciones correctivas definiendo responsables y fechas de cierre con el objetivo de cerrar los hallazgos resultantes. El informe de simulacro es compartido al personal de la Central Hidroeléctrica con la finalidad de retroalimentar sobre los aspectos positivos y puntos de mejora evidenciados.

 Terra Energía  Central Hidroeléctrica Hidro Xacbal Delta	PLAN DE PREPARACIÓN ANTE EMERGENCIAS HIDRO XACBAL DELTA	Revisión 1
PPE-HXD-001		Página 19 de 63

2.3.4.3 INDICADORES DE RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS

Posterior a la ejecución de simulacros, Hidro Xacbal Delta evalúa los siguientes indicadores para evaluar la respuesta institucional ante situaciones de contingencia:

- ✓ Tiempo de evacuación en los centros de trabajo
- ✓ Número de personas evacuadas
- ✓ Disponibilidad de los equipos de emergencia
- ✓ Disponibilidad de sistemas de alarma y notificación
- ✓ Funcionamiento de comunicaciones internas
- ✓ Tiempo de respuesta y notificación a las entidades del presente documento
- ✓ Resultados de evaluaciones a colaboradores.

Los resultados obtenidos en cada indicador son evaluados para establecer acciones correctivas o preventivas que establezcan mejoras en la respuesta institucional ante situaciones de contingencia.

2.3.5. COORDINACIÓN DEL PPE

El Coordinador del PPE es el Jefe de Seguridad de Presa del sistema hidroeléctrico Hidro Xacbal Delta, cuyas responsabilidades incluyen:

1. Cumplir, convocar, presentar y activar el PPE, una vez aprobado el PPE por la CNEE.
2. Revisiones de los procesos del PPE.
3. Conducir el entrenamiento anual del PPE para los operadores.
4. Conducir la revisión anual y actualización del PPE.
5. Mantener la versión actualizada del PPE y sus ensayos para ser enviados a la CNEE
6. Enviar los comentarios y resultados de los ensayos a la CNEE dentro de los 30 días calendario de realizados los mismos.

 Terra Energía  ELGUA Central Hidroeléctrica Hidro Xacbal Delta	PLAN DE PREPARACIÓN ANTE EMERGENCIAS HIDRO XACBAL DELTA	Revisión 1
PPE-HXD-001		Página 20 de 63

2.3.6. SISTEMAS DE COMUNICACIÓN

Se cuenta con sistemas de comunicación con cobertura garantizada, los sistemas están activos y funcionando las 24 horas del día, los 365 días del año tanto para comunicación interna como externa.

Sistemas de comunicación Externa

Canal de Comunicación	Clasificación	Tipo de Comunicación	Contacto
Teléfono de planta	Principal	Verbal	2312-4834
Teléfono Celular	Respaldo	Verbal	3093-2179
Radio de comunicación	Respaldo	Verbal	Sistema de Comunicación RF
PTT (con AMM)	Respaldo	Verbal	Internet
Teléfono satelital	Respaldo	Verbal	-
Correo electrónico	Respaldo	Escrito	operadorhxd@terra-energia.com

Sistema de comunicación Interna

Canal de Comunicación	Clasificación	Tipo de Comunicación	Contacto
Teléfono de planta	Principal	Verbal	2312-4834
Teléfono Celular	Respaldo	Verbal	3093-2179
Radio de comunicación	Respaldo	Verbal	Sistema de Comunicación Interno
Correo electrónico	Respaldo	Escrito	operadorhxd@terra-energia.com

 Terra Energía ELGUA Central Hidroeléctrica Hidro Xacbal Delta	PLAN DE PREPARACIÓN ANTE EMERGENCIAS HIDRO XACBAL DELTA	Revisión 1
PPE-HXD-001		Página 21 de 63

2.4 OPERACIÓN NORMAL DE LA CENTRAL

2.4.1 OPERACIÓN DE LA PRESA

La descarga de excedencias ocurrirá habitualmente por los aliviaderos de la presa, constituidos por las 2 compuertas radiales dispuestas sobre el cuerpo de la presa, que para crecidas pequeñas se utilizarán las clapetas incluidas en las mismas y para grandes crecidas se abrirán las compuertas radiales. Además, se podrá operar la compuerta de descarga de fondo, en periodos de crecida, tanto para evacuar la misma como para propiciar la limpieza de sedimentos acumulados en el embalse.

El mando de las compuertas se hace desde el cuarto de mando, montado en el grupo hidráulico. La compuertas pueden también ser operadas remotamente desde la estación SCADA (control supervisor y adquisición de datos) en la casa de máquinas. La RTU (unidad de transferencia remota) de la presa transmite al sistema SCADA el estado de la compuerta y de su grupo hidráulico.

La operación de cualquiera de las compuertas es independiente de la operación de la central, es decir, dado que las mismas se encuentran retiradas de la obra de toma, las mismas pueden operarse a apertura parcial tal que la descarga de la crecida ocurra sin afectar la operación de la central, manteniendo el tirante en el embalse en la cota 975 msnm (nivel de operación máximo de la central).

2.4.2 EMBALSE DE REGULACIÓN

El embalse del proyecto Hidroeléctrico Hidro Xacbal Delta provee un volumen de regulación diaria de hasta 632,000 m³, considerando un abatimiento que oscila entre las cotas 975.00 y 967.00 msnm.

Para limpiar los sedimentos acumulados en el embalse se opera la compuerta radial de descarga de fondo incorporada en la presa, cuya cota inferior se encuentra en la elevación 946 msnm y que conduce el flujo a través de un canal de 5m de ancho hasta aguas abajo de la presa para evitar daños en la estructura de la misma por la velocidad de la descarga. Dicha operación se realiza con el embalse en su nivel máximo (elevación 975.00 msnm), tal que la carga hidráulica propicie altas velocidades capaces de eliminar los sedimentos.

En caso de crecidas, las compuertas radiales del aliviadero (2 compuertas radiales de 13.7 m de alto x 8 m de ancho), se operan bajo 2 criterios, para crecidas pequeñas abatiendo las clapetas de estas compuertas (crecidas usuales hasta 86 m³/s) o bien abriendo parcialmente las compuertas radiales en caso de crecidas muy grandes (hasta 2,000 m³/s) para lo cual están diseñadas); el agua que pasa por estas compuertas es conducida aguas abajo de la Presa a través de un vertedero cuyo borde libre se encuentra a la elevación 961.30 msn y

 Terra Energía  Central Hidroeléctrica Hidro Xacbal Delta	PLAN DE PREPARACIÓN ANTE EMERGENCIAS HIDRO XACBAL DELTA	Revisión 1
PPE-HXD-001		Página 22 de 63

disipa la energía en un cuenco amortiguador sumergido que devuelve el flujo en condiciones de flujo laminar. Cuando las compuertas del aliviadero se operan, el nivel del embalse se mantiene en su cota máxima.

2.4.3 TÚNEL DE CONDUCCIÓN

2.4.3.1. REJA DE LA TOMA DEL TÚNEL

La reja de la toma del túnel está permanentemente sumergida y está equipada con limpia rejas para retirar cualquier material que pudiera perjudicar a las turbinas de la Central o bien obstruir el paso del flujo (materiales flotantes).

En caso que exista una alarma de pérdida de carga en la reja (medición de niveles antes y después de la misma), el limpia rejas se activará.

2.4.3.2. COMPUERTA DE TOMA DEL TÚNEL

La compuerta de toma es operada desde su cuarto de mando, montado en el grupo hidráulico ubicado en la caseta de mando de la Presa o con el mando remoto desde el sistema SCADA de la Central.

En operación normal la compuerta debe estar completamente ABIERTA. La única excepción es en la operación de llenado del túnel.

La compuerta de toma del túnel solo se debe cerrar para operaciones de inspección y/o mantenimiento. Se hace notar que después de la parada de las turbinas hay oscilaciones en la chimenea de equilibrio acompañadas de flujo en el túnel en ambos sentidos. Por lo tanto, solo se debe cerrar la compuerta de toma del túnel una vez que se hayan amortiguado las oscilaciones en la chimenea de equilibrio.

2.4.3.3. LLENADO DEL TÚNEL DE ADUCCIÓN

El túnel de aducción debe ser llenado lentamente para evitar un flujo en reverso por el pozo de la compuerta el cual puede causar serios daños a la compuerta, plataforma de mantenimiento y cilindro hidráulico, esto mediante aperturas parciales y graduales de la compuerta de toma.

 Terra Energía ELGUA Central Hidroeléctrica Hidro Xacbal Delta	PLAN DE PREPARACIÓN ANTE EMERGENCIAS HIDRO XACBAL DELTA	Revisión 1
PPE-HXD-001		Página 23 de 63

2.4.3.4. RTU DE LA PRESA

Además de las señales de la compuerta de toma y su grupo hidráulico, la RTU del embalse envía al SCADA de casa de máquinas, el nivel de agua del embalse y da una alarma en caso que la diferencia de nivel entre los sensores del embalse y después de la compuerta de toma sobrepasen un límite programado, indicando obstrucción en la reja de la toma del túnel, acción que origina la actuación del limpia rejás.

2.5 OPERACIÓN DE LA CENTRAL ANTE UNA EMERGENCIA

En caso de ocurrir alguna emergencia, definidas en el capítulo 5 de este plan, la planta podrá continuar con su operación si se cumplen los siguientes aspectos:

- No se haya declarado una Emergencia Categoría A (falla inminente o haya ocurrido ya).
- El nivel de agua en el embalse se mantenga entre las cotas 975 msnm y 967 msnm.
- La comunicación entre la Presa y la Sala de Control (Casa de Máquinas) se mantiene.
- El suministro de energía proveniente de la central se mantenga (en caso de suspensión del suministro se activará el generador de la presa y se suspenderá la generación en la central, únicamente para poder operar las compuertas del aliviadero de la presa).

Notar que las compuertas de la presa (las 2 del aliviadero y la descarga de fondo) tienen capacidad de operar con la carga plena del embalse (cota 975 msnm) e inclusive cuando se presente una crecida extraordinaria en la que el nivel podría subir hasta la cota 977 msnm (2 metros por encima del nivel de operación normal) con la única condición de que no es permitido abrir las 2 compuertas del aliviadero en simultaneo con la compuerta de descarga de fondo. En caso de una crecida extraordinaria (hasta 2,000 m³/s) la evacuación de la crecida se hará abriendo totalmente las 2 compuertas radiales del aliviadero.

 Terra Energía ELGUA Central Hidroeléctrica Hidro Xacbal Delta	PLAN DE PREPARACIÓN ANTE EMERGENCIAS HIDRO XACBAL DELTA	Revisión 1
PPE-HXD-001		Página 24 de 63

2.6 ACCESOS A LOS SITIOS

2.6.1 ACCESO A LA PRESA

El acceso, a la presa Hidro Xacbal Delta y campamento administrativo, desde la ciudad de Guatemala es por la ruta que conduce de la cabecera municipal de Nebaj, pasando por la cabecera municipal de Chajul, siendo la distancia entre Guatemala y Chajul de 270 km, en carretera asfaltada, utilizando la carretera 7W hasta el cruce a Cunén. Luego, desde Chajul hasta la casa de máquinas, la distancia es unos 30 km en carretera de terracería.



Fig. 2.3 Localización de la Hidroeléctrica HidroXacbal Delta.

 Terra Energía ELGUA Central Hidroeléctrica Hidro Xacbal Delta	PLAN DE PREPARACIÓN ANTE EMERGENCIAS HIDRO XACBAL DELTA	Revisión 1
PPE-HXD-001		Página 25 de 63

El tramo desde San Gaspar Chajul, cabecera Municipal del Municipio donde se encuentra la Presa Hidro Xacbal Delta, que son unos 23 Km de terracería (7 más a la Casa de Máquinas), corresponde a la Ruta Departamental RD-QUI-03 Tramo Chajúl – Ilóm, atraviesa los poblados de Juil, Vicuchám y Visiquichum, hasta llegar al camino interno hacia la propia Presa, en la imagen siguiente el mapa de ubicación del mencionado tramo:

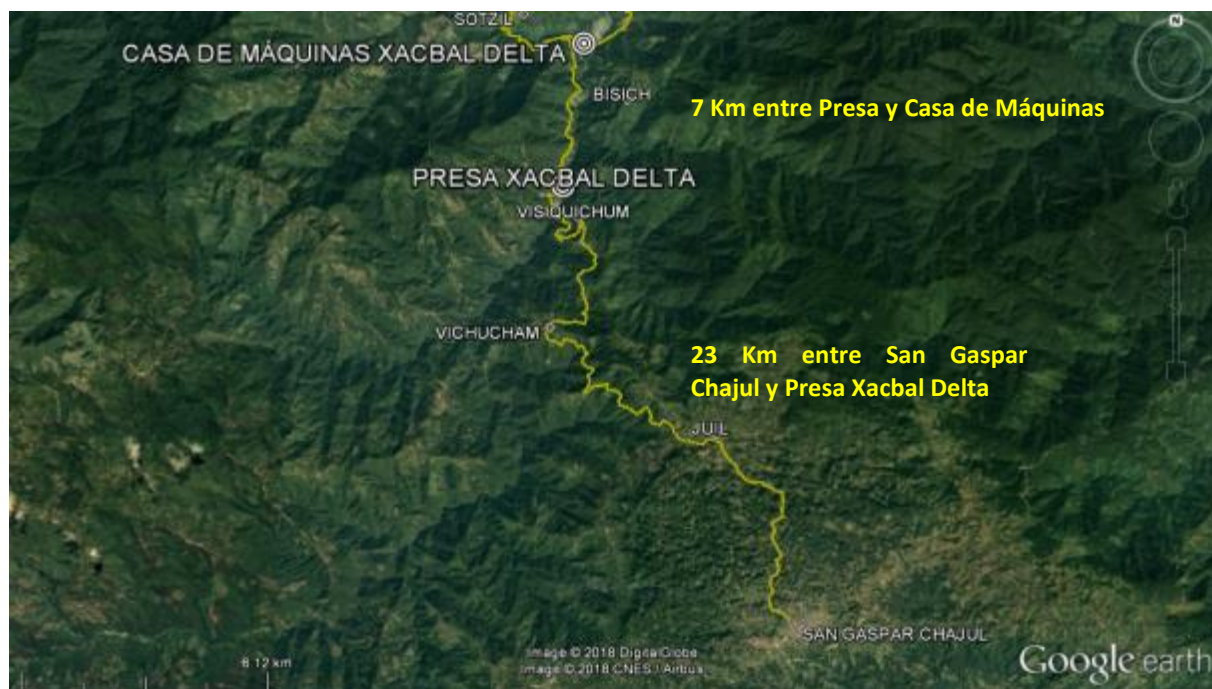


Fig. 2.4 Mapa de Acceso a las Obras de la Hidroeléctrica HidroXacbal Delta desde la Cabecera Municipal, San Gaspar Chajul .

 Terra Energía ELGUA Central Hidroeléctrica Hidro Xacbal Delta	PLAN DE PREPARACIÓN ANTE EMERGENCIAS HIDRO XACBAL DELTA	Revisión 1
PPE-HXD-001		Página 26 de 63

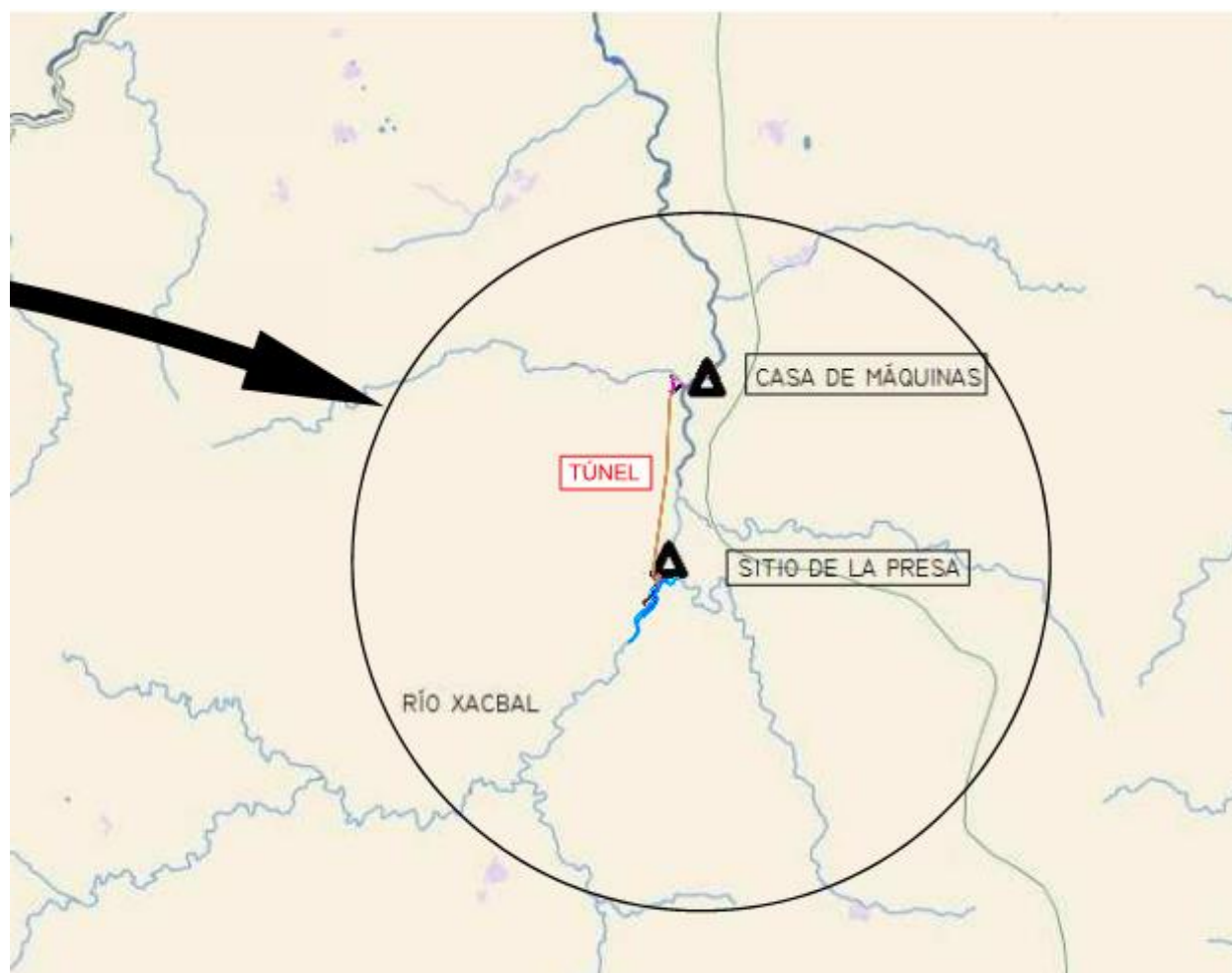


Fig. 2.5 Ubicación de las Obras de la Hidroeléctrica HidroXacbal Delta (la Casa de Máquinas esta 4.4 Km río abajo de la Presa, equivalentes a 7 Km de camino entre ambos puntos).

2.6.2 ACCESO A LA PRESA

Desde la Casa de máquinas de Hidro Xacbal Delta hasta el sitio de la Presa la distancia es de 7km por un camino de terracería balastrado recorriendo hacia el sur, hasta llegar al sitio de presa. En la figura 2.5 se muestra indica el trazo de la ruta desde casa de máquinas de Hidro Xacbal Delta hasta la presa y en la sección de anexos se muestra el plano de planta del acceso en detalle al sitio de presa. En la figura 2.6 se muestran las rutas de acceso al sitio de Presa vista en planta.

 Terra Energía	 Central Hidroeléctrica Hidro Xacbal Delta	PLAN DE PREPARACIÓN ANTE EMERGENCIAS HIDRO XACBAL DELTA	Revisión 1
PPE-HXD-001			Página 27 de 63

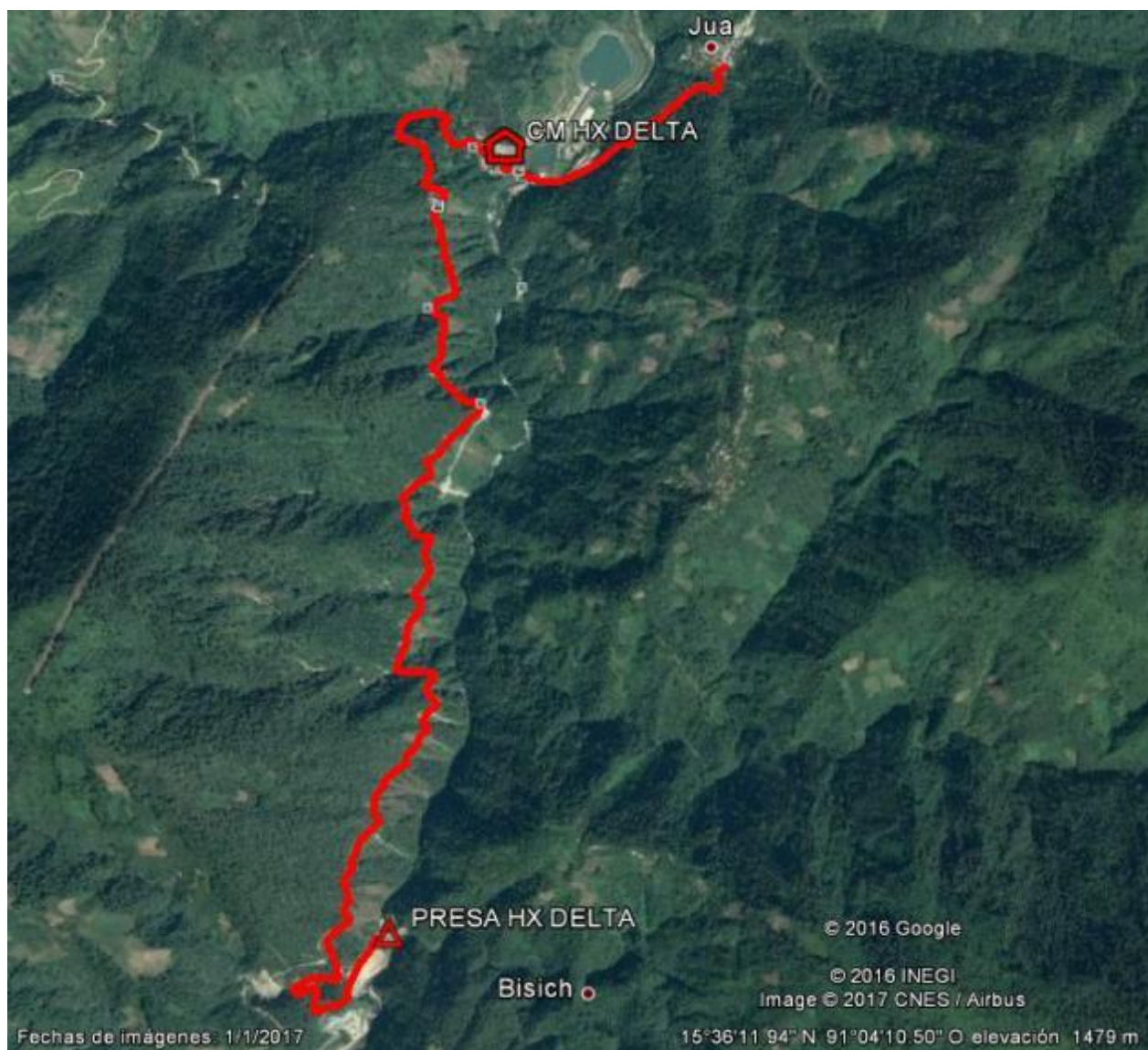


Fig. 2.6 Ubicación de las obras principales de HidroXacbal, en foto aérea. Se muestra también el camino principal entre las Obras de la Central.

 Terra Energía	 Central Hidroeléctrica Hidro Xacbal Delta	PLAN DE PREPARACIÓN ANTE EMERGENCIAS HIDRO XACBAL DELTA	Revisión 1
PPE-HXD-001			Página 28 de 63



Fig. 2.7 Rutas de acceso a presa y obra de toma (sólo la vía izquierda se encuentra habilitada, las otras son con el Embalse vacío).

 Terra Energía  ELGUA <i>Central Hidroeléctrica Hidro Xacbal Delta</i>	PLAN DE PREPARACIÓN ANTE EMERGENCIAS HIDRO XACBAL DELTA	Revisión 1
PPE-HXD-001		Página 29 de 63

3. ACCIONES PREVENTIVAS

3.1 INSPECCIONES DE LA PRESA

Se realizan inspecciones rutinarias, intermedias y especiales con el objeto de verificar el buen funcionamiento de la presa y su embalse, y para identificar a tiempo anomalías y corregirlas y actuar preventivamente. Las inspecciones son realizadas por el Supervisor de Obra Civil, como parte de sus actividades de mantenimiento y vigilancia. Este personal ha sido capacitado para realizar dichas tareas. El resultado de toda inspección es registrado en el respectivo cuaderno de inspecciones rutina de la presa y en el caso de cualquier irregularidad, de inmediato se informa al Jefe de O & M y Gerente de Planta.

3.1.1 INSPECCIONES RUTINARIAS

La presa y embalse es objeto de inspecciones de rutina semanales, de acuerdo a lo descrito en el artículo 13 de la NSP vigente, esta actividad es una inspección visual de la presa y sus estructuras accesorias. Si las circunstancias lo demandan, se toman fotografías. Entre los principales aspectos que se les da particular atención incluyen:

- Detección de desplazamiento o hundimiento de la presa, mediante la nivelación y control angular de los puntos de control ubicados en la presa y bancos de marca fijos
- La detección de evidencia de cambios en fugas (desde la galería de inspección de la presa)
- Erosión
- Sumideros
- Filtraciones
- Deslizamientos o derrumbes en el contorno del embalse
- Excesiva sedimentación
- Desplazamientos, grietas y funcionamiento irregular de los desagües
- Desperfectos en el equipo eléctrico y mecánico relacionado con la operación de la presa

Cualquier condición inusual que parezca crítica o peligrosa será reportada inmediatamente al Jefe de O & M y Gerente de Planta.

 Terra Energía  Central Hidroeléctrica Hidro Xacbal Delta	PLAN DE PREPARACIÓN ANTE EMERGENCIAS HIDRO XACBAL DELTA	Revisión 1
PPE-HXD-001		Página 30 de 63

3.1.2 INSPECCIONES INTERMEDIAS

Se realizan inspecciones intermedias dos veces al año para la presa y embalse de acuerdo a lo descrito en el artículo 16 de la NSP vigente. Incluye entre otros:

- Un examen de los registros de las inspecciones previas.
- Un examen de los datos sobre el funcionamiento pasado y presente de la presa y de su instrumentación.
- Revisión total del equipo electromecánico instalado.
- Inspección de los accesos.

Al igual que las inspecciones rutinarias, cualquier condición inusual que parezca crítica o peligrosa debe ser reportada inmediatamente al Jefe de O & M y Gerente de Planta.

3.1.3 INSPECCIONES ESPECIALES

De forma inmediata se realizarán inspecciones especiales posteriormente a la ocurrencia de los eventos potencialmente dañinos, tales como: un incendio, sismo, crecida importante, deslizamiento, acto de sabotaje, etc. Estas inspecciones son realizadas por el Supervisor de Obra Civil, de acuerdo a lo descrito en el artículo 17 de la NSP vigente.

Los eventos potencialmente dañinos que se pueden considerar como usuales durante la operación de la central son sismos y crecidas del río; los valores que disparan la condición de emergencia en estos casos son:

- Sismos:** cuando este supere el umbral de 0.34g (valor de diseño)
- Crecidas:** cuando el caudal del río supere los 2,000 m³/s (que corresponde a la capacidad de evacuación por las compuertas de la presa -límite de control de evacuación de crecidas-).

3.1.4 INSPECCIONES EXTRAORDINARIAS

Se realizarán inspecciones extraordinarias cuando se detecte cualquier condición inusual, deficiencia real o potencial de las instalaciones que pueda poner en peligro a la presa o la seguridad pública, o cuando lo requiera la CNEE. El Examinador designado presentará un Informe inmediatamente después de realizadas las inspecciones, de acuerdo a lo descrito en el artículo 18 de la NSP vigente.

 Terra Energía  ELGUA Central Hidroeléctrica Hidro Xacbal Delta	PLAN DE PREPARACIÓN ANTE EMERGENCIAS HIDRO XACBAL DELTA	Revisión 1
PPE-HXD-001		Página 31 de 63

3.2 MONITOREO DE CONDICIONES METEOROLÓGICAS

En la sala de control de la casa de máquinas se dispone de computadora con acceso a internet. Con esta herramienta se observa el desarrollo de posibles eventos de lluvias intensas y duraderas que podrían originar una crecida en la cuenca. Esto servirá para tomar precauciones en el manejo del agua en el embalse. Esta actividad está bajo responsabilidad del operador de planta.

3.3 RECURSOS DISPONIBLES DURANTE UNA EMERGENCIA

El Jefe de O & M de Hidro Xacbal tomará las decisiones necesarias para la reparación y operación de las obras y embalse y para actuar durante una emergencia. Se dispone de los recursos siguientes:

Recurso	Ubicación
Un mínimo de 2 vehículos todo terreno, hasta un máximo de 10.	Casa de máquinas, Hidro Xacbal Delta.
Linternas portátiles.	Caseta de paneles. Presa Hidro Xacbal Delta.
Alimentación alternativa de energía eléctrica:	Generador diésel en la casa de máquinas y generador diésel en sitio de presa.
Reservas de combustible diésel 3,000 gal	Un cisterna de 3,000 gal en el área de la Casa de Máquinas.
Suministro de alimentos no perecederos en área de Campamento, específicamente guardados para ser utilizados en caso de emergencias.	En área de campamento
Botiquines de emergencia con herramientas e insumos para brindar Primeros Auxilios.	Sala de Control, Casa de máquinas
2 camillas de polietileno	Sala de Control, Casa de Máquinas y en Campamento
1 sistema de radiocomunicación: se utiliza un canal de comunicación con un alcance local suficiente para todas las instalaciones del sistema y con alcance a la cabecera municipal de Nebaj al Destacamento Militar de Bisán.	Sala de Control, Casa de máquinas, Hidro Xacbal Delta, Presa y Personal Técnico
Teléfono fijo, adicional a los celulares de todos los colaboradores.	Casa de máquinas 2312-4834
Un teléfono con conexión vía fibra óptica de la Casa de Máquinas hacia la Subestación Delta y hacia Presa Delta	Sala de Control, Casa de máquinas, Hidro Xacbal Delta
Con el AMM se tiene comunicación vía telefónica, internet y radio.	Sala de Control, Casa de máquinas, Hidro Xacbal Delta

 Terra Energía  ELGUA Central Hidroeléctrica Hidro Xacbal Delta	PLAN DE PREPARACIÓN ANTE EMERGENCIAS HIDRO XACBAL DELTA	Revisión 1
PPE-HXD-001		Página 32 de 63

Con la CNEE existe comunicación vía telefónica e internet.	Sala de Control, Casa de máquinas, Hidro Xacbal Delta
Motosierra, soldadora eléctrica, soldadora portátil de gasolina para efectuar trabajos varios en emergencias.	Almacén, Casa de máquinas, Hidro Xacbal Delta
Moto generador, extensiones y cables auxiliares.	Almacén, Casa de máquinas, Hidro Xacbal Delta
Lazos, escaleras, linternas,	Caseta de paneles, Presa, Hidro Xacbal Delta

La ubicación de los equipos destinados para atención de emergencias se encuentra indicada en la sección de anexos de este documento.

3.4 RESPUESTA EN PERÍODOS DE OSCURIDAD O ADVERSOS

El personal de operación, Jefe de O & M, Supervisor de O & M y coordinador administrativo residen en el campamento ubicado en las cercanías de la Casa de Maquinas (ubicado en la Finca el Tesoro a menos de 3 minutos de la central a pie). En horas no laborables se pueden localizar en dicho campamento mediante teléfono celular o radio. La estructura organizativa de la central está definida de manera que siempre habrá una persona responsable en el sitio, siendo el Jefe de O & M o el supervisor de O&M, adicional al personal de turno, para poder así tomar decisiones de forma inmediata y atender cualquier llamado de emergencia. Así mismo, la casa de máquinas es operada durante las 24 horas del día, los siete días de la semana.

El equipo móvil disponible de iluminación, para realizar diferentes tareas en tiempos de oscuridad son: Una planta portátil con servicio de 110 V – 220 V. Se cuenta con reflectores para iluminación en la Presa que pueden ser alimentadas a través de la planta de emergencia. La casa de máquinas cuenta con iluminación de emergencia instalada en las áreas comunes, en pasillos y en rutas de evacuación

 Terra Energía  ELGUA <i>Central Hidroeléctrica Hidro Xacbal Delta</i>	PLAN DE PREPARACIÓN ANTE EMERGENCIAS HIDRO XACBAL DELTA	Revisión 1
PPE-HXD-001		Página 33 de 63

3.5 TIEMPOS ESTIMADOS PARA LLEVAR A CABO ACCIONES CRÍTICAS

El tiempo de comunicación entre el personal de operación y el Jefe de O & M es, prácticamente instantáneo, ya que todo el personal cuenta con equipo portátil de comunicación. En todo caso se estima que los operadores y gerente de operación queden notificados en un tiempo de 5 minutos.

En caso de que el Jefe de O & M deba desplazarse desde su oficina ubicada en la casa de máquinas hacia la presa, el tiempo estimado de viaje es de 25 min (7 Km en terracería).

Desde su residencia en el campamento en finca El Tesoro hacia la presa, el tiempo estimado es de 25 min (el campamento se encuentra ubicado a 300 m de la Casa de máquinas, en el trayecto hacia la presa a unos 6.7 Km).

Las compuertas radiales del aliviadero toman 36 minutos en lograr su apertura total.

Ante una emergencia los tiempos de evacuación del personal son los siguientes:

- Sitio de presa; se considera inmediato en un tiempo máximo de 5 min.
- Casa de máquinas; el tiempo estimado de evacuación es de 15 min, desenergizando por completo la casa de máquinas y subestación.

El tiempo de comunicación entre el Jefe de O & M y el Gerente de Planta, así como con la Central Hidro Xacbal, CNEE, AMM, CONRED, se estima en unos 5 min para cada institución, la comunicación es vía telefónica.

La ola provocada por la rotura de la presa, tomaría los siguientes tiempos de llegada a los puntos críticos identificados en el mapa de inundación de la presa:

- Casa de Máquinas de Hidro Xacbal Delta: 10.4 min
- Puente Bayley : 10.6 min
- Derivación Central Hidro Xacbal: 11.6 min
- Puente Panchita: 24.1 min
- Casa de Máquinas Central Hidro Xacbal: 25.3 min

 Terra Energía  ELGUA <i>Central Hidroeléctrica Hidro Xacbal Delta</i>	PLAN DE PREPARACIÓN ANTE EMERGENCIAS HIDRO XACBAL DELTA	Revisión 1
PPE-HXD-001		Página 34 de 63

4. VULNERABILIDAD EN EL ÁREA DE INFLUENCIA

De acuerdo a el análisis preliminar a lo largo del cauce del río Xacbal, desde el sitio de presa hasta aguas abajo de la casa de máquinas, se han identificado las áreas e infraestructura que potencialmente podrían estar expuestos a los efectos de la onda de crecida que se desencadenaría en caso de falla de la presa o embalse de Hidro Xacbal Delta, junto a la ocurrencia de la crecida de diseño. Los sitios identificados son:

- a) La Casa de Máquinas del proyecto Hidro Xacbal Delta, a 4.4 km aguas abajo de la presa.
- b) La construcción del puente *Bailey* aguas abajo de la presa vino a reemplazar el uso del puente peatonal de hamaca 4.6 Km.
- c) Presa derivadora de Hidro Xacbal, se ubica a 4.8 km aguas abajo de la presa.
- d) Puente Panchita. Este se ubica a 11.4 km aguas abajo de la presa. Este puente es de uso exclusivo de la empresa operadora de la planta hidroeléctrica y sirve de acceso hacia la casa de máquinas. Este puente es de concreto.
- e) A una distancia de 11.8 km aguas abajo de la presa, inician las instalaciones de la casa de máquinas de la Central Hidro Xacbal.

Es importante hacer notar que el cauce del río Xacbal se caracteriza por ser rocoso y encañonado con márgenes de topografía muy empinada, y no presenta infraestructura ni usos de vivienda ni agrícolas, por carecer de terrazas aluviales (ver Figs. 2.1 y 2.3). Un desarrollo futuro como el establecimiento de viviendas o desarrollo agrícola es, prácticamente, nulo, por las mencionadas características del cauce.

La evaluación del riesgo por inundaciones a que están expuestas las áreas indicadas arriba, se hizo mediante la simulación matemática del flujo de agua que se generaría en un evento crítico. El modelo utilizado para la simulación es del tipo *dambreak* el cual simula la ruptura de la presa y el subsecuente tránsito de la crecida generada por el cauce del río.

 Terra Energía  ELGUA Central Hidroeléctrica Hidro Xacbal Delta	PLAN DE PREPARACIÓN ANTE EMERGENCIAS HIDRO XACBAL DELTA	Revisión 1
PPE-HXD-001		Página 35 de 63

5. SITUACIÓN DE EMERGENCIA

5.1 CLASIFICACIÓN DE EMERGENCIAS

Se han establecido 4 categorías de emergencias, según el código de CONRED.

- 1. EMERGENCIAS DE CATEGORÍA VERDE:** No se observa ninguna condición anormal. En esta categoría se continúa con las actividades normales, únicamente es de Vigilancia.
- 2. EMERGENCIAS DE CATEGORÍA AMARILLA:** Se observa algún posible riesgo. En esta categoría se continúa con las actividades normales, se establecen actividades de Vigilancia, atendiendo los procedimientos y protocolos ante emergencias.
- 3. EMERGENCIAS DE CATEGORÍA ANARANJADA:** Se está desarrollando una situación potencialmente peligrosa. Bajo esta categoría la condición reportada representa una situación donde la falla puede desencadenarse; Sin embargo, acciones de respuesta pueden impedir o mitigar la misma. En este caso, se espera tener cierto tiempo disponible antes de la falla con pérdida de agua de los embalses.
- 4. EMERGENCIAS DE CATEGORÍA ROJA:** La falla es inminente o ha ocurrido. En esta categoría se parte de que la condición reportada representa una situación incontrolable que está conduciendo a la falla, o una falla actual de la presa y el embalse detrás de ella está perdiendo agua. Se supone en este caso que no se dispone de tiempo para evaluar y controlar la situación.

 Terra Energía ELGUA Central Hidroeléctrica Hidro Xacbal Delta	PLAN DE PREPARACIÓN ANTE EMERGENCIAS HIDRO XACBAL DELTA	Revisión 1
PPE-HXD-001		Página 36 de 63

5.2 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE EMERGENCIAS

5.2.1 PRONÓSTICO CLIMÁTICO, LLUVIAS Y CRECIDAS:

En la sala de control se observa el desarrollo de posibles eventos de lluvias intensas y duraderas que podrían originar una crecida en la cuenca. Esto servirá para tomar precauciones en el manejo del agua en el embalse. Esta actividad está bajo responsabilidad del operador de planta.

En el área se cuenta con dos estaciones climatológicas las cuales son propiedad de la empresa Hidro Xacbal quien autoriza compartir la información con Hidro Xacbal Delta, y se tiene acceso por medio de su sitio en internet:

1. **ESTACIÓN NEBAJ:** monitoreada por el operador de Planta de manera horaria.
2. **ESTACIÓN HIDRO XACBAL:** monitoreada por el operador de Planta de manera horaria.

En los anexos se muestra la ubicación de las estaciones mencionadas.

Adicionalmente para las proyecciones diarias de caudales se consulta diariamente los sitios WEB:

1. **INSIVUMEH:** <http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia.html>
2. **NATIONAL HURRICANE CENTER:** <http://www.nhc.noaa.gov>

 Terra Energía  ELGUA Central Hidroeléctrica Hidro Xacbal Delta	PLAN DE PREPARACIÓN ANTE EMERGENCIAS HIDRO XACBAL DELTA	Revisión 1
PPE-HXD-001		Página 37 de 63

5.2.2 CONDICIONES QUE INDICAN UNA EMERGENCIA

A continuación se distinguen las anomalías que podrían representar condiciones favorables para desencadenar una emergencia, ya sea de categoría Verde, Amarilla, Anaranjada o Roja. Es importante notar que no todas las condiciones pueden ser anticipadas.

- 1. EMERGENCIAS DE CATEGORÍA ROJA: La falla es inminente o ha ocurrido.** Las anomalías incluidas en el Cuadro 5.1 deben considerarse como situaciones que podrían desencadenar una emergencia de Categoría Roja; excepto que el Comité de Emergencia determine que otros factores conocidos puedan impedir la falla inminente de la presa.

Cuadro 5.1 Anomalías que podrían desencadenar una emergencia de categoría Roja.

Escenario	Signos posibles del escenario	Medio de detección
1. Brecha o falla con flujo incontrolado del agua del embalse detrás de la presa de derivación y del embalse de regulación	Evidentes para un observador	Observación directa <i>in situ</i>
2. Sobrepaso o conocimiento de que la presa será sobrepasada por una crecida	Caudal vertido por la presa superior al caudal de diseño	Caudal medido
3. Progresivo ensanchamiento de grietas con filtraciones incontrolables en presa o embalse	Aumento de caudales de filtración	Observación directa
4. Inestabilidad de los estribos de la presa	Derrumbes, hundimientos y deslizamientos de material o deformaciones en estribos	Observación directa <i>in situ</i>
5. Filtraciones con flujo creciente	Aumento de caudales de filtración; turbiedad del agua de drenaje	Observación directa
6. Deslizamiento inminente de gran magnitud en el embalse detrás de la presa	Evidentes para un observador	Observación directa
7. Acumulación de residuos, sedimentos, troncos, piedras que interfieran el flujo normal del agua	Evidentes para un observador	Observación directa

 Terra Energía  ELGUA <i>Central Hidroeléctrica Hidro Xacbal Delta</i>	PLAN DE PREPARACIÓN ANTE EMERGENCIAS HIDRO XACBAL DELTA	Revisión 1
PPE-HXD-001		Página 38 de 63

2. EMERGENCIAS DE CATEGORÍA ANARANJADA: Se está desarrollando una situación **potencialmente peligrosa**. La evaluación de anomalías que puede desencadenar una emergencia de Categoría Anaranjada dependerá, principalmente, del juicio del Comité de Emergencia. Este juicio estará apoyado en los datos del sistema de monitoreo de la presa. Además, se considerará la comparación del comportamiento actual de la presa (tal como deformaciones, presiones, caudales, etc.) con las condiciones de riesgo (niveles de comportamiento que se aproximan a las condiciones de peligro potencial) o con las condiciones de diseño, según sea apropiado. Las siguientes condiciones, entre otras, pueden considerarse potencialmente como alerta de emergencia de categoría Anaranjada.

- Nuevas grietas o desplazamientos observados en la presa después de un movimiento sísmico
- Actos significativos de vandalismo o sabotaje
- Allanamiento de las instalaciones por descontento social
- Incendio causado por corto circuito, descarga atmosférica o incendio forestal
- Inestabilidad en los estribos
- Filtraciones con flujo creciente a través de la presa o márgenes del embalse de regulación
- Falla de las obras de descarga
- Deslizamiento de tierra (o alud)
- Sismos o terremotos
- Crecidas extraordinarias, derivadas de huracanes, depresiones tropicales, tormentas, erupciones

3. EMERGENCIAS DE CATEGORÍA AMARILLA: Se observa algún posible riesgo. En esta categoría se continúa con las actividades normales, se establecen actividades de Vigilancia, atendiendo los procedimientos y protocolos ante emergencias. Pueden considerarse como alerta de emergencia de categoría Amarilla las siguientes:

- Lluvias inesperadas o cambios climatológicos fuera de pronóstico
- Actos significativos de vandalismo o sabotaje
- Deslizamiento de tierra en taludes aguas arriba o aguas abajo de presa.

 Terra Energía  Central Hidroeléctrica Hidro Xacbal Delta	PLAN DE PREPARACIÓN ANTE EMERGENCIAS HIDRO XACBAL DELTA	Revisión 1
PPE-HXD-001		Página 39 de 63

- 4. EMERGENCIAS DE CATEGORÍA VERDE:** No se observa ninguna condición anormal. En esta categoría se continúa con las actividades normales, únicamente es de Vigilancia.

5.2.3 CRITERIOS PARA CAMBIAR LA CATEGORÍA DE EMERGENCIA O DETERMINAR SU FINALIZACIÓN

El Coordinador del Comité de Emergencia de la Central Hidro Xacbal Delta en conjunto con el Supervisor de Obra Civil y el Departamento de Salud Ocupacional, Seguridad Industrial y Medio Ambiente (HSSE), calificarán e indicarán un cambio en la categoría de la Emergencia o la finalización de la misma. Esta calificación se basará en la evaluación de las condiciones de desarrollo de las condiciones que motivaron la misma. Los cambios de categoría pueden incluir:

- ✓ **Cambio de emergencia de categoría Verde, Amarilla, Anaranjada o Roja:** El cambio de categoría de una emergencia será evaluada por el Comité de Emergencias en Planta, según evaluación de las categorías de Emergencia descritas en el apartado 5.2.2.
- ✓ **Finalización de la emergencia de categoría Verde, Amarilla, Anaranjada o Roja:** Se solicitará cuando todas las notificaciones y acciones asociadas al peligro se han completado y la situación de riesgo ha pasado.

 Terra Energía  ELGUA <i>Central Hidroeléctrica Hidro Xacbal Delta</i>	PLAN DE PREPARACIÓN ANTE EMERGENCIAS HIDRO XACBAL DELTA	Revisión 1
PPE-HXD-001		Página 40 de 63

5.3 ACCIONES A SEGUIR EN CASO DE EMERGENCIA

5.3.1 DETECCIÓN DE ANOMALÍAS O FALLA EN LA PRESA O EMBALSE

Al momento de que un operador u otra persona detectaran una anomalía o falla en la presa o en sus inmediaciones, deberá comunicarla al Jefe de O & M y/o al Supervisor de O & M y al Operador de Turno de Hidro Xacbal. La comunicación deberá transmitir con claridad la naturaleza del incidente. Si a juicio del Supervisor de Obra Civil se trata de una situación de mucha urgencia, informará primero de ello al Jefe de O & M y/o al Supervisor de O & M y luego procederá a completar su informe de inspección especial. El operador permanecerá próximo al lugar del incidente y en comunicación con el Jefe de O & M y/o al Supervisor de O & M, observando la evolución de la anomalía detectada y en condiciones de proveer la información que le pueda ser requerida. El operador permanecerá en esa condición hasta recibir instrucciones de parte del Gerente de Planta y/o Jefe O & M.

El Jefe de O & M y/o el Supervisor de O & M, se trasladarán al sitio y convocará al Comité de Emergencia. En base a la información que se dispone sobre el evento, se determinará la gravedad de la anomalía y se procederá a realizar las notificaciones que correspondan, indicando si fuera el caso, la declaración de la emergencia, según flujograma de comunicación.

Una vez declarada la emergencia por parte del Jefe de O & M y/o el Supervisor de O & M, se procederá a los cursos de acción dependiendo si la emergencia es de categoría Verde, Amarilla, Anaranjada o Roja.

5.3.2 ACCIONES ANTE EMERGENCIAS CATEGORÍA ROJA: LA FALLA ES INMINENTE O HA OCURRIDO

Si el Comité de Emergencia coordinado por el Gerente de Planta, Jefe de O & M y/o por el Supervisor de O & M y/o Supervisor de Obra Civil y el Departamento de HSSE, determinara que la falla es inminente y no es posible tomar ninguna medida que controle o demore ese evento, se llevará a cabo el siguiente conjunto de acciones:

1. Seguir el plan de notificaciones del flujograma (Fig. 5.1). La comunicación típica en esta situación sería: **"La presa y/o el Embalse Hidro Xacbal Delta ha fallado a las (indicar la hora exacta de la falla). Por favor lleve a cabo sus tareas asignadas en el Plan de Preparación de Emergencias para esta presa."**
2. Después de dar el aviso correspondiente, sacar de servicio las unidades generadoras en casa de máquinas, si las mismas están en operación.

 Terra Energía  ELGUA <i>Central Hidroeléctrica Hidro Xacbal Delta</i>	PLAN DE PREPARACIÓN ANTE EMERGENCIAS HIDRO XACBAL DELTA	Revisión 1
PPE-HXD-001		Página 41 de 63

- El Gerente de Planta, Jefe de O&M o Supervisor de O&M dan la orden de evacuar la central de acuerdo con el plan de evacuación correspondiente, siguiendo las rutas y puntos de reunión pre-establecidos. Para dar la señal de evacuación se hace uso de señales auditivas y visuales (alarma y sirenas de evacuación y luces estroboscópicas), de manera que todo el personal sepa que existe una emergencia y es necesario evacuar hacia los puntos de reunión. Las alarmas y señales de evacuación (sirenas) pueden ser activadas de forma manual desde la sala de control (tanto la sirena de evacuación en Casa de Máquinas como la sirena de evacuación en área de Embalse).

Si el Comité de Emergencia determinara que existen acciones que disminuirían la magnitud de la falla o la demorarían, procederá, de igual manera a cumplir el diagrama de notificaciones (Fig. 5.1), y posteriormente llevará a cabo las acciones recomendables para el tipo de anomalía que se esté desarrollando, previo a la evacuación de las instalaciones.

En la etapa de detección de la falla de categoría Roja, el coordinador del comité de emergencia (Jefe de O & M y/o al Supervisor de O & M) informará a:

- Bomberos voluntarios de Chajul, quienes se trasladarán hacia el sitio de la emergencia para estar disponibles, si se declara la misma.

Una vez declarada la emergencia, el coordinador del comité de emergencia informará inmediatamente a:

- Bomberos voluntarios de Chajul.
- Administración del Mercado Mayorista (AMM).
- CONRED, para brindar asesoría necesaria, según la magnitud del evento.
- CNEE, quienes deberán mantenerse informados de la emergencia.
- Municipalidad de Chajul, quienes deberán mantenerse informados de la emergencia.

5.3.3 ACCIONES ANTE EMERGENCIAS CATEGORÍA ANARANJADA: SE ESTÁ DESARROLLANDO UNA SITUACIÓN POTENCIALMENTE PELIGROSA

Si el Comité de Emergencia determinara que se está desarrollando una situación potencialmente peligrosa pero sin riesgo de rotura inminente, llevará a cabo el siguiente conjunto de acciones:

- Dar cumplimiento al plan de notificaciones del flujograma correspondiente (Fig. 5.2).
- Analizar la situación, con el apoyo del comité de emergencia, y determinar el curso de acción a seguir.

 Terra Energía  Central Hidroeléctrica Hidro Xacbal Delta	PLAN DE PREPARACIÓN ANTE EMERGENCIAS HIDRO XACBAL DELTA	Revisión 1
PPE-HXD-001		Página 42 de 63

3. Evaluar la evolución de la anomalía.

Una vez declarada la emergencia de categoría Anaranjada, el jefe del comité de emergencia (Jefe de O & M) informará inmediatamente a:

1. Bomberos Voluntarios, quienes brindarán apoyo en los aspectos de socorro.
2. Administración del Mercado Mayorista (AMM), quienes realizarán las operaciones necesarias para reemplazar la potencia fuera de servicio, en caso de un eventual desarrollo de la emergencia a categoría Roja.
4. CONRED, para brindar apoyo y asesoría necesarios, según la magnitud del evento, en caso del desarrollo de la emergencia a categoría Roja.
5. CNEE, quienes deberán mantenerse informados de la emergencia y su desarrollo en el tiempo.

5.3.4 ACCIONES ANTE EMERGENCIAS CATEGORÍA AMARILLA: SE OBSERVA ALGÚN POSIBLE RIESGO.

Si el Comité de Emergencia determinara que se está desarrollando una situación de posible riesgo, llevará a cabo el siguiente conjunto de acciones:

1. Dar cumplimiento al plan de notificaciones del flujograma correspondiente (Fig. 5.3).
2. Analizar la situación, con el apoyo del comité de emergencia, y determinar el curso de acción a seguir.
3. Evaluar la evolución del riesgo detectado.

Una vez declarada la emergencia de categoría Amarilla, el jefe del comité de emergencia (Jefe de O & M) informará inmediatamente a:

1. Administración del Mercado Mayorista (AMM), quienes tomarán en cuenta el reporte de posible riesgo
2. CNEE, quienes deberán mantenerse informados de la emergencia y su desarrollo en el tiempo.

5.3.4 ACCIONES ANTE EMERGENCIAS CATEGORÍA VERDE: OPERACIÓN NORMAL

No se realiza ninguna acción ni comunicación.

 Terra Energía  ELGUA Central Hidroeléctrica Hidro Xacbal Delta	PLAN DE PREPARACIÓN ANTE EMERGENCIAS HIDRO XACBAL DELTA	Revisión 1
PPE-HXD-001		Página 43 de 63

5.4 FLUJOGRAMAS Y PROCEDIMIENTOS DE NOTIFICACIÓN

5.4.1 EMERGENCIA CATEGORÍA ROJA: LA FALLA ES INMINENTE O HA OCURRIDO

Una vez que se establezca que la falla ha ocurrido o es inminente, el operador de turno de Hidro Xacbal Delta dará aviso al operador de turno de Hidro Xacbal y el jefe de turno inicia las notificaciones a las personas e instituciones indicadas en la Fig. 5.1 y cuadro 5.2. Una vez declarada la emergencia, cada uno de los notificados realizará las notificaciones indicadas en las casillas inmediatamente debajo de éste, en el orden según el número que indica arriba de la casilla de destino (ver Fig. 5.1).

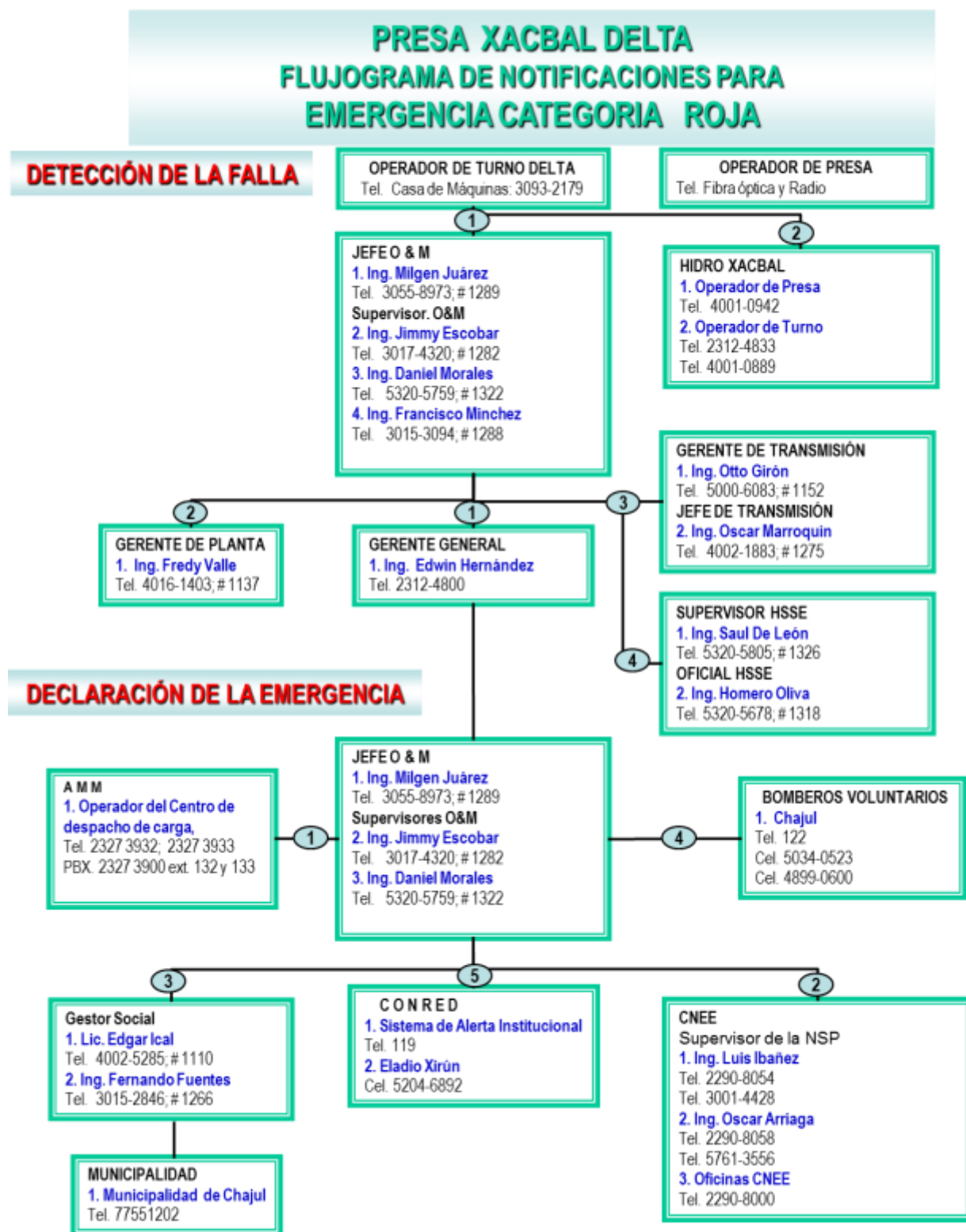


Fig. 5.1 Presa Xacbal Delta: Flujoograma de notificaciones para la falla categoría Roja: La falla es inminente o ha ocurrido.

 Terra Energía ELGUA Central Hidroeléctrica Hidro Xacbal Delta	PLAN DE PREPARACIÓN ANTE EMERGENCIAS HIDRO XACBAL DELTA	Revisión 1
PPE-HXD-001		Página 45 de 63

Cuadro 5.2 Responsabilidad de notificaciones a entidades fuera de la empresa operadora de la presa, en caso de emergencia de categoría Roja: La falla es inminente o ha ocurrido.

Nombre de la Empresa	Contacto	Cargo / Puesto	Número de teléfono
Hidro Xacbal Delta	-Ing. Edwin Hernández	- Gerente de País	2312-4800
	-Ing. Fredy Valle	-Gerente de Planta	4016-1403, #1137
	-Ing. Milgen Juárez	-Jefe de O&M	3055-8973, #1289
	-Ing. Jimmy Escobar	-Supervisor de O&M	3017-4320, #1282
	-Ing. Daniel Morales		5230-5759, #1322
	-Ing. Otto Girón	-Gerente de Transmisión	5000-6083, #1152
	-Ing. Oscar Marroquín	-Jefe de Transmisión	4002-1883, #1275
	-Ing. Saúl De León	-Supervisor HSE	5320-5805, #1326
	-Ing. Homero Oliva	-Oficial HSE	5320-5678, #1318
	-Lic. Edgar Ical	-Gestor Social	4002-5285, #1110
	-Lic. Fernando Fuentes	-Gestor Social	3015-2846, #1266
	-Ing. Francisco Míncez	-Supervisor Obra Civil	3015-3094, #1288
Hidro Xacbal	-Operador de Presa	-Operador de turno de presa	2312-4833
	-Operador de Casa de maquinas	-Operador de Turno de casa de maquinas	2312-4833
AMM	-Operador del CDC -Ing. Manuel Medina	- Operador de turno CDC - Jefe de OTR	2327-3932, 2327- 3933 Pbx. 2327-3900 ext. 132 y 133 5000-6083
CONRED	-Sistema de alerta Institucional -Eladio Xirun	-Sistema de alerta Institucional	Tel. 119 Tel. 5204-6892
CNEE	-Ing. Luis Ibañez -Ing. Oscar E. Arriaga	-Supervisor de la NSP	3001-4428, 2290-8054 5761-3556, 2290-8058 2290-8000
Bomberos Voluntarios	-Bomberos Voluntarios San Gaspar Chajul	- Sebastian Caba Pacheco	Tel. 7765-6096 Cel. 5034-0523 Cel. 4899-0600
Municipalidad de San Gaspar Chajúl	-Dirección Municipal de planificación	-Pedro Luis Teliz López	Cel. 3072-4141

Comunicación Interna: Gerente de País, Gerente de Planta, Jefe de O & M, Supervisor de O & M y a todo el personal técnico de planta.

Comunicación Externa: Hidro Xacbal, AMM, CNEE, Municipalidad de Chajul, CONRED.

 Terra Energía  ELGUA <i>Central Hidroeléctrica Hidro Xacbal Delta</i>	PLAN DE PREPARACIÓN ANTE EMERGENCIAS HIDRO XACBAL DELTA	Revisión 1
PPE-HXD-001		Página 46 de 63

5.4.2 EMERGENCIA CATEGORÍA ANARANJADA: SE ESTÁ DESARROLLANDO UNA SITUACIÓN POTENCIALMENTE PELIGROSA

Una vez que se identifique que se está desarrollando un escenario potencialmente peligroso, el operador de turno inicia las notificaciones a las personas e instituciones indicadas en la Fig. 5.2 y cuadro 5.1. Una vez declarada la emergencia, cada uno de los notificados realizará las notificaciones indicadas en las casillas inmediatamente debajo de éste, en el orden según el número que indica arriba de la casilla de destino (ver Fig. 5.2).

 Terra Energía ELGUA Central Hidroeléctrica Hidro Xacbal Delta	PLAN DE PREPARACIÓN ANTE EMERGENCIAS HIDRO XACBAL DELTA	Revisión 1
PPE-HXD-001		Página 47 de 63

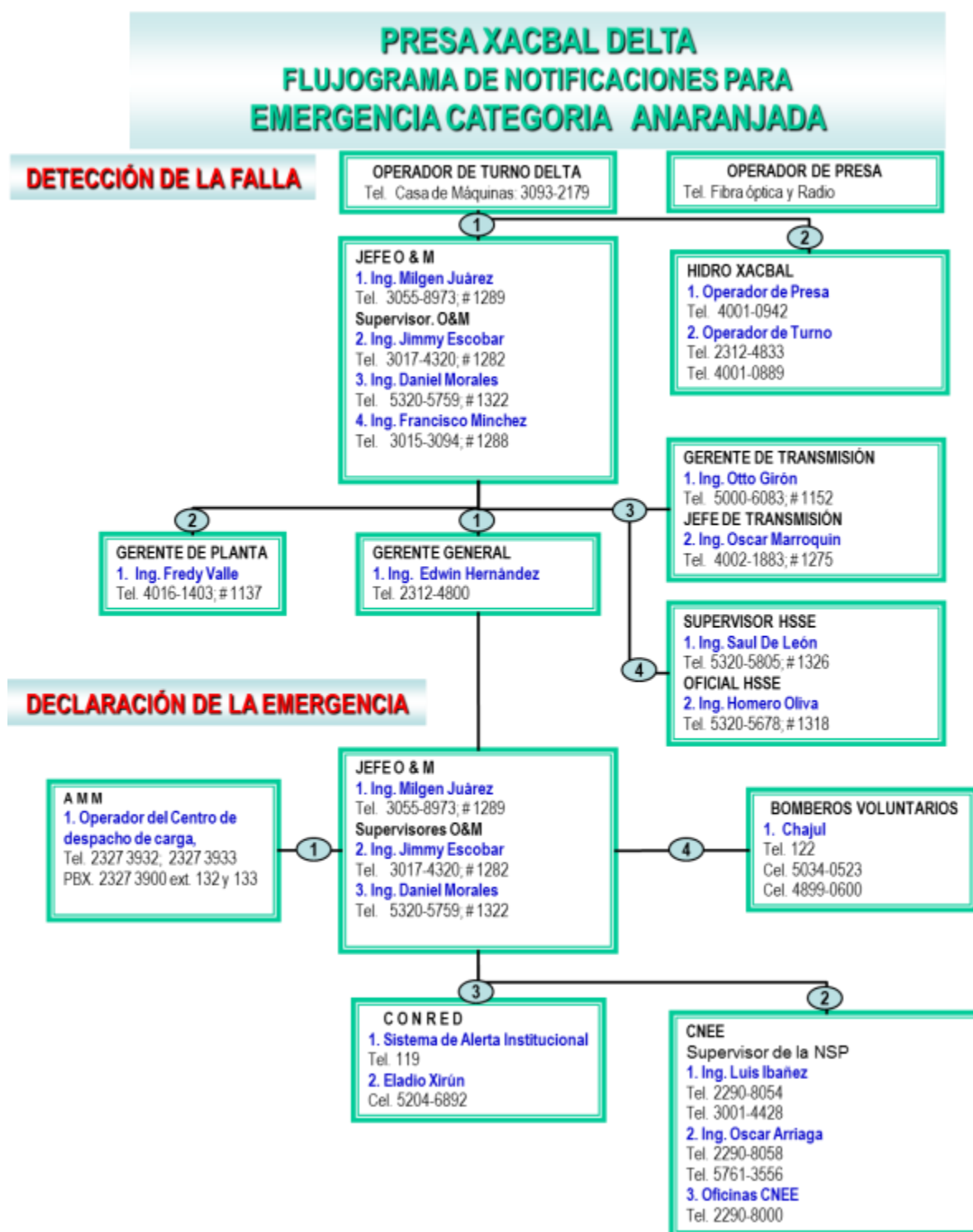


Fig. 5.2 Presa Hidro Xacbal Delta: Flujoograma de notificaciones para la falla categoría Anaranjada: Se está desarrollando una situación potencialmente peligrosa.

5.4.3. EMERGENCIA CATEGORÍA AMARILLA: SE OBSERVA ALGÚN POSIBLE RIESGO.

Una vez que se identifique que se está desarrollando un escenario de posible riesgo, el operador de turno inicia las notificaciones a las personas e instituciones indicadas en la Fig. 5.3 y cuadro 5.1. Una vez declarada la emergencia, cada uno de los notificados realizará las notificaciones indicadas en las casillas inmediatamente debajo de éste, en el orden según el número que indica arriba de la casilla de destino (ver Fig. 5.3).

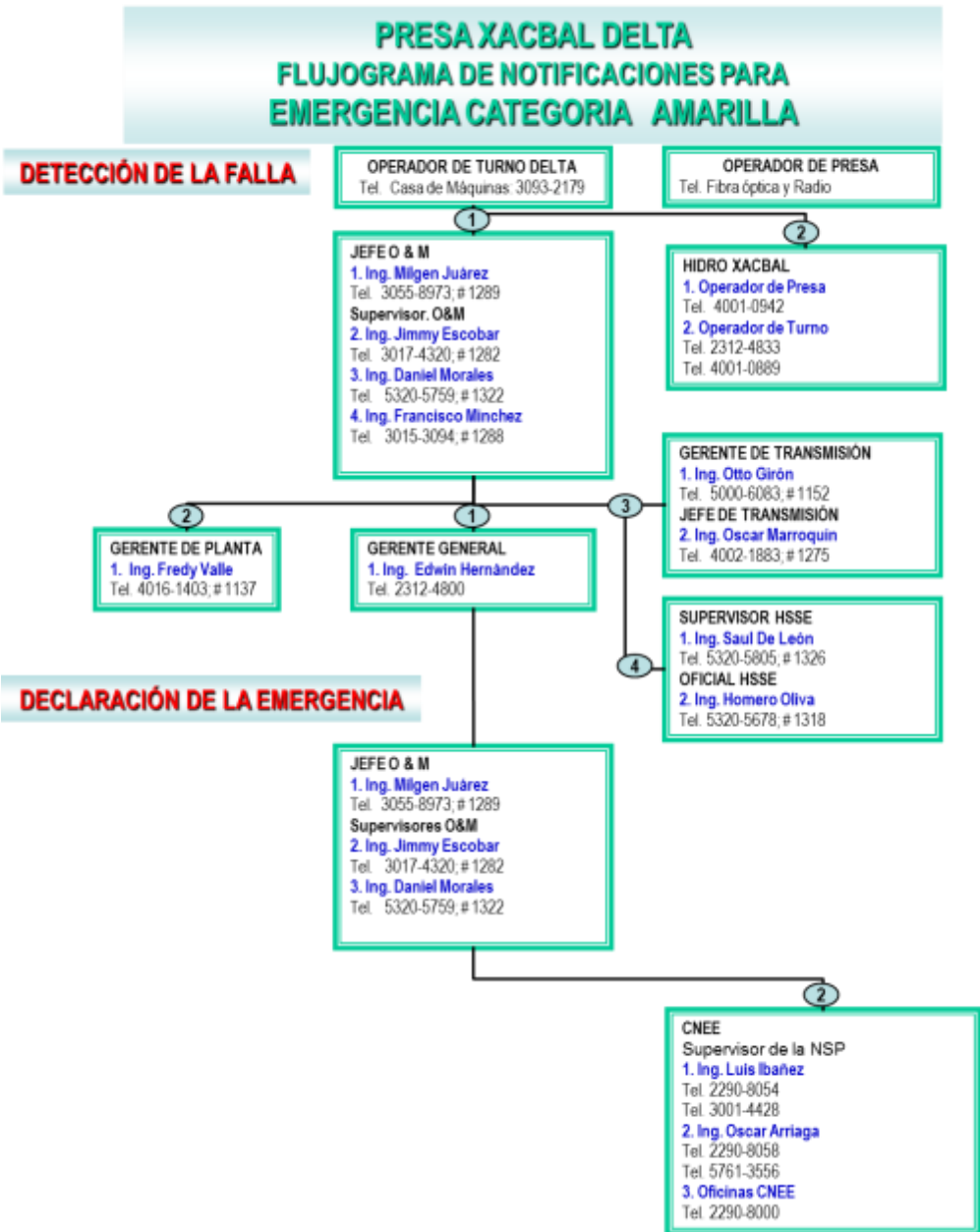


Fig. 5.3 Presa Hidro Xacbal Delta: Flujograma de notificaciones para la falla categoría Amarilla: Se está desarrollando una situación potencialmente peligrosa.

 Terra Energía  ELGUA Central Hidroeléctrica Hidro Xacbal Delta	PLAN DE PREPARACIÓN ANTE EMERGENCIAS HIDRO XACBAL DELTA	Revisión 1
PPE-HXD-001		Página 49 de 63

5.4.3 EXHIBICIÓN DE LOS FLUJOGRAMAS DE NOTIFICACIONES

Los flujogramas de notificaciones para las categorías Verde, Amarilla, Anaranjada y Roja estarán exhibidos en un lugar bien visible en los lugares siguientes:

1. Oficina del Jefe de O & M, quien es el encargado del control y previsión de la misma.
2. Sala de control de la presa.
3. Sala de control de la casa de máquinas.
4. Oficinas centrales de Hidro Xacbal Delta, quien es la responsable primaria de la operación de la presa.

5.4.4 VALIDACIÓN DE LAS NOTIFICACIONES

En la cadena de notificaciones, los interlocutores no necesariamente se conocen, por lo que es muy importante la validación de las mismas. Se establecerá un mecanismo de autenticación de las notificaciones con entidades fuera de la empresa operadora de la presa, durante la presentación del PPE a los involucrados, una vez sea aprobado por la CNEE. Este mecanismo establecerá que toda notificación debe ser legitimizada mediante la solicitud de una clave confidencial, tanto del emisor como del receptor de la notificación. El procedimiento de validación será revisado anualmente, durante la actualización del PPE.

5.5 MANTENIMIENTO Y PRUEBA DEL PPE

Una vez aprobado el PPE por la CNEE, éste será enviado a las personas e instituciones involucradas, además de Hidro Xacbal Delta (ver listado en los anexos):

1. Municipalidad de Chajul
2. Bomberos voluntarios de Chajul
3. Administrador del Mercado Mayorista (AMM)
4. Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (CONRED)
5. Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE).

Las instituciones que reciban el documento firmarán la nota de recibido (en los anexos se presenta el listado oficial de poseedores de ejemplares del PPE). Esta evidencia será enviada a la CNEE, en su oportunidad.

En los anexos se presenta la hoja de registro de las actualizaciones que se han realizado al PPE desde su versión inicial. Estas actividades son responsabilidad del Jefe de O & M de la central hidroeléctrica.

ANEXO A

RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA CENTRAL GENERADORA HIDROXACBAL DELTA

Cuadro B.1 Características principales de la Planta

Característica	Magnitud	Unidad
Capacidad instalada	58.44	MW
Caudal de diseño	45.00	m ³ /s
Cota máxima de Explotación	975.00	msnm

Cuadro B.2 Características específicas de la Presa y Embalse.

Localización (coordenadas GTM)	436473.66 Este; 1723504.19 Norte
Localización geográfica	91°05'32.7" Oeste; 15°35'07.3" Norte
Nombre de río	Xacbal
Tipo de construcción de presa	Concreto de gravedad
Tipo de uso de la presa	Almacenamiento
Tipo y uso de embalse	Regulación Diaria
Volumen útil del Embalse	632,000 m ³
Volumen total de almacenamiento del Embalse:	1,087,218 m ³
Rango de cotas de operación normal	975 y 967 msnm
Área superficial, hasta cota de vertedero	10.38 ha
Altura de la presa sobre cota de cimentación	37.5 m
Altitud de la corona de la presa	977.50 msnm
Longitud de presa	74.34 m
Caudal de diseño de vertedero	2,000 m ³ /s (mayor que crecida milenaria)

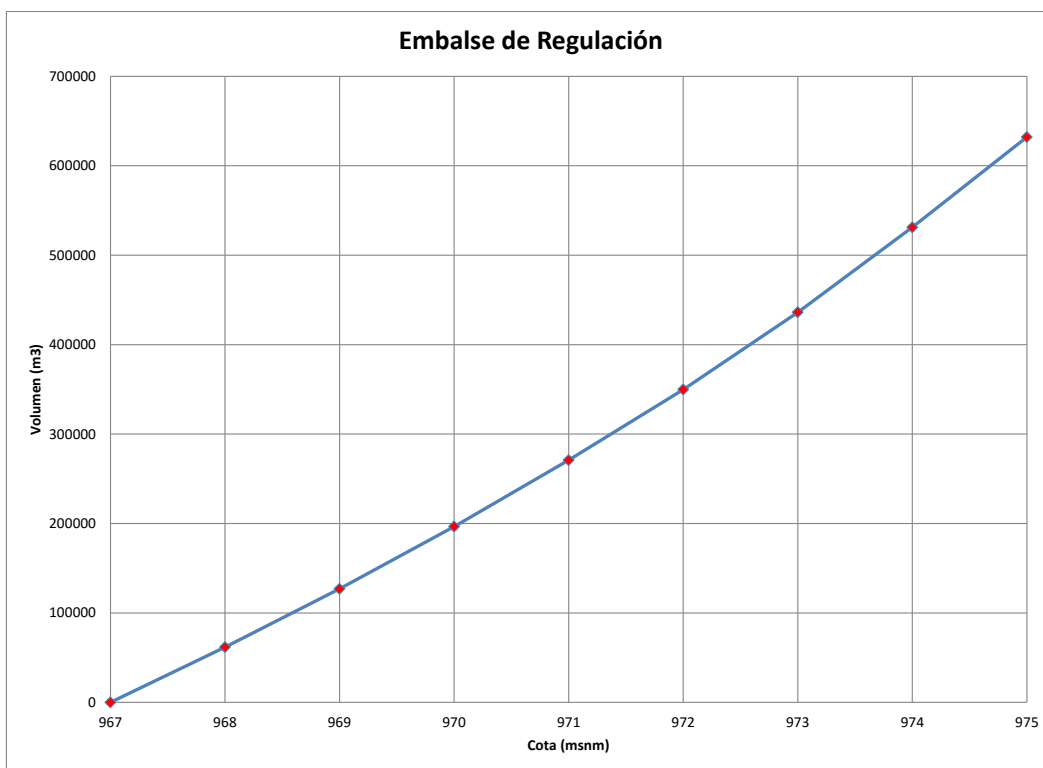


Fig. B.1 Relación elevación del nivel de agua en el embalse con el volumen de embalse.

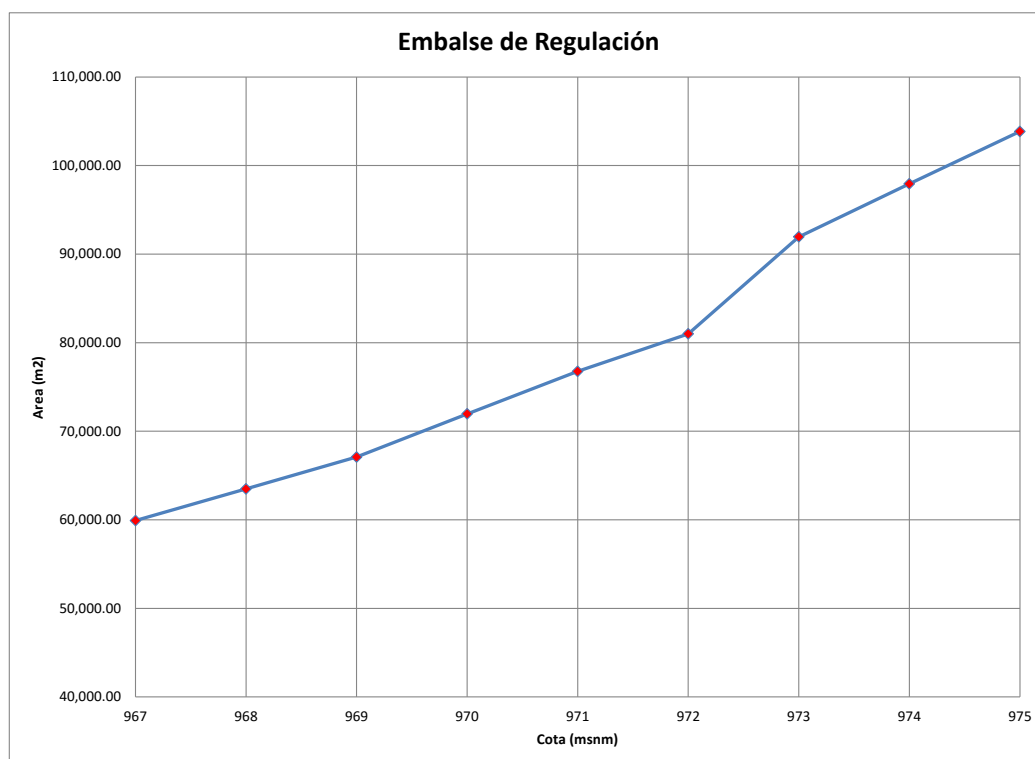


Fig. B.2 Relación elevación del nivel de agua en el embalse con el área de embalse.

 Terra Energía ELGUA Central Hidroeléctrica Hidro Xacbal Delta	PLAN DE PREPARACION ANTE EMERGENCIAS HIDRO XACBAL DELTA	Revisión 1
PPE-HXD-001		Página 52 de 63

ANEXO B

ARCHIVO FOTOGRAFICO



2018. Presa Xacbal Delta.

 Terra Energía ELGUA Central Hidroeléctrica Hidro Xacbal Delta	PLAN DE PREPARACIÓN ANTE EMERGENCIAS HIDRO XACBAL DELTA	Revisión 1
PPE-HXD-001		Página 53 de 63

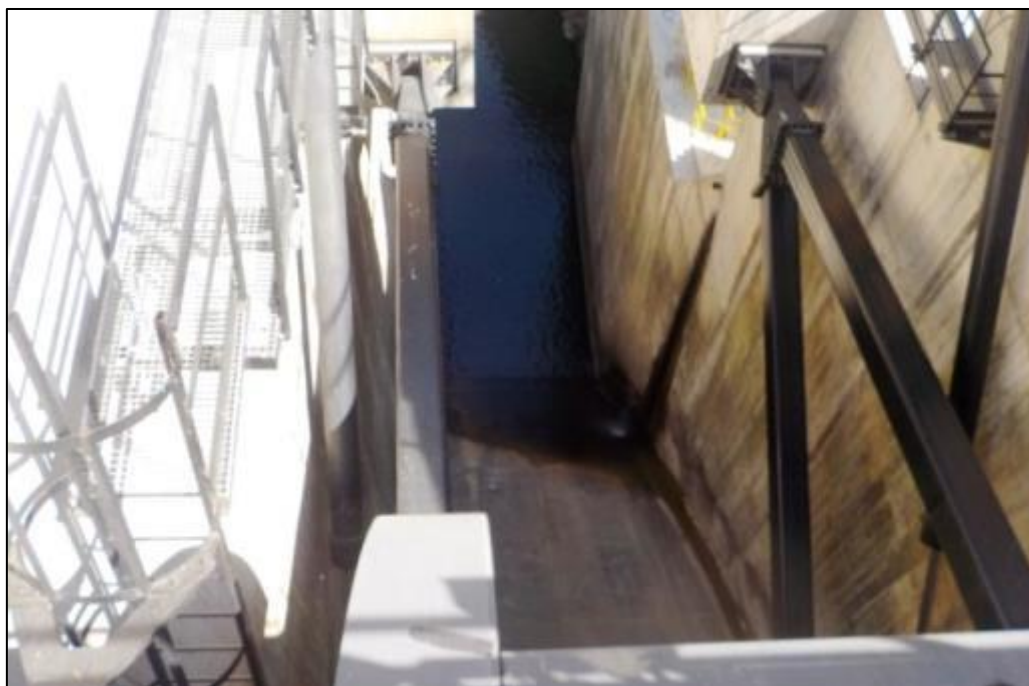


2018. Embalse Xacbal Delta



2018. Presa y Embalse Xacbal Delta

 Terra Energía ELGUA Central Hidroeléctrica Hidro Xacbal Delta	PLAN DE PREPARACIÓN ANTE EMERGENCIAS HIDRO XACBAL DELTA	Revisión 1
PPE-HXD-001		Página 54 de 63

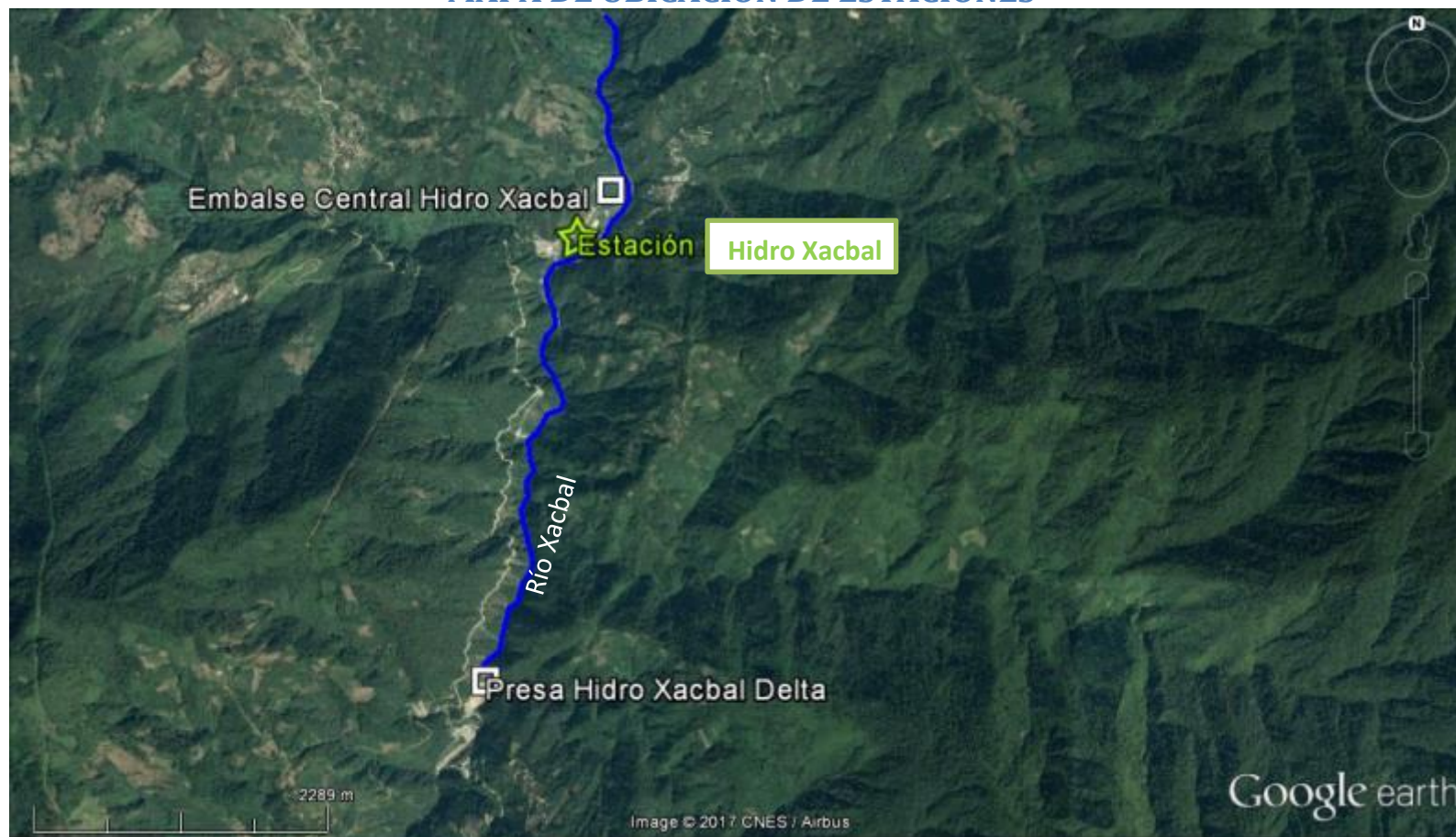


2018. Compuertas de Aliviadero Presa Xacbal Delta

 Terra Energía	 Central Hidroeléctrica Hidro Xacbal Delta	PLAN DE PREPARACION ANTE EMERGENCIAS HIDRO XACBAL DELTA	Revisión 1
PPE-HXD-001		Página 55 de 63	

ANEXO C

MAPA DE UBICACIÓN DE ESTACIONES



Estación Embalse Hidro Xacbal

 Terra Energía	 Central Hidroeléctrica Hidro Xacbal Delta	PLAN DE PREPARACIÓN ANTE EMERGENCIAS HIDRO XACBAL DELTA	Revisión 1
PPE-HXD-001		Página 56 de 63	

MAPA DE UBICACIÓN DE ESTACIONES



Estación Nebaj

 Terra Energía	PLAN DE PREPARACIÓN ANTE EMERGENCIAS HIDRO XACBAL DELTA	Revisión 1
PPE-HXD-001		Página 58 de 63

ANEXO E

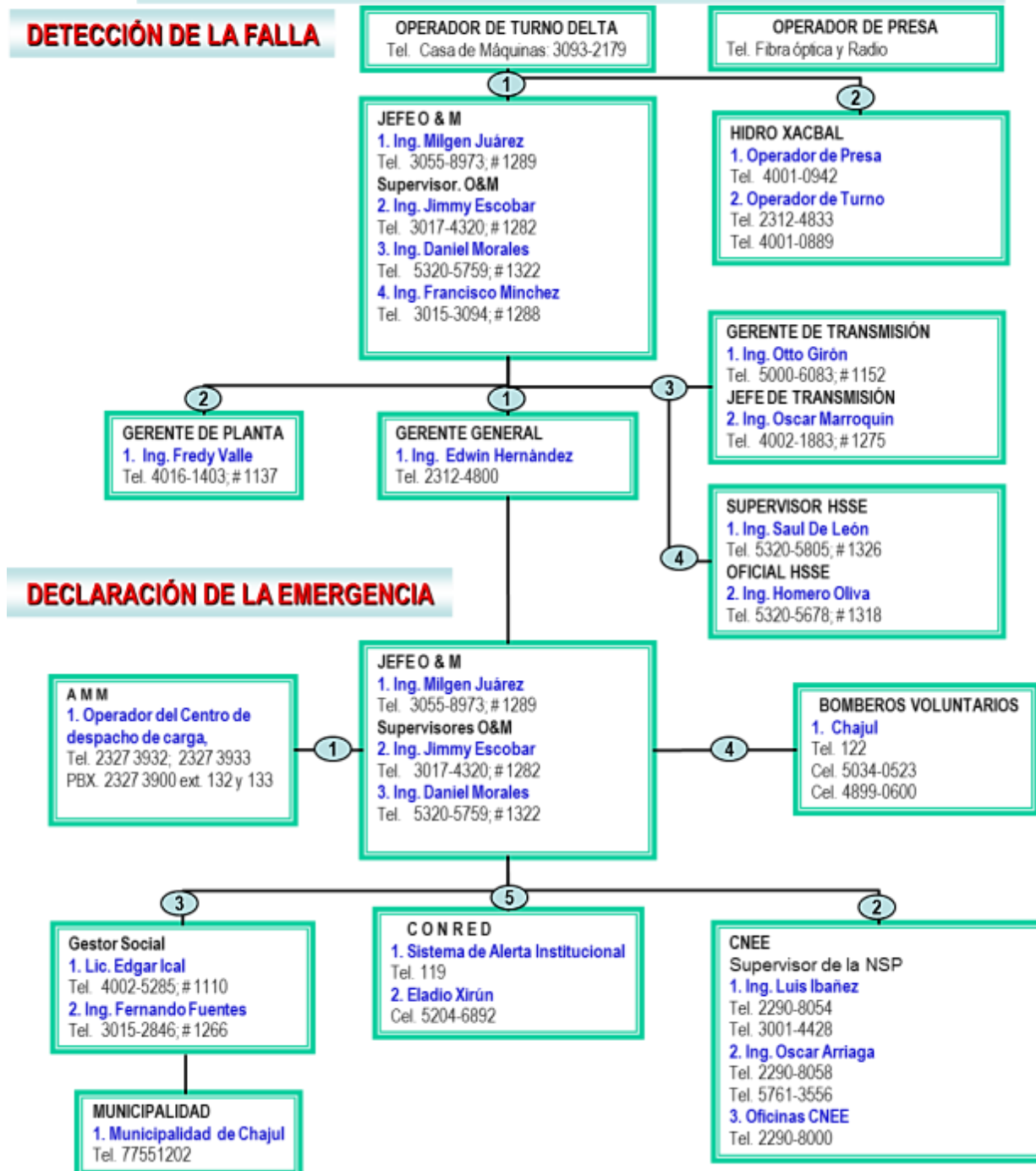
PLANO DE UBICACIÓN DE EQUIPOS DE EMERGENCIAS Y RUTAS DE EVACUACIÓN



ANEXO F

FLUJOGRAMA DE EMERGENCIAS CATEGORÍA ROJA

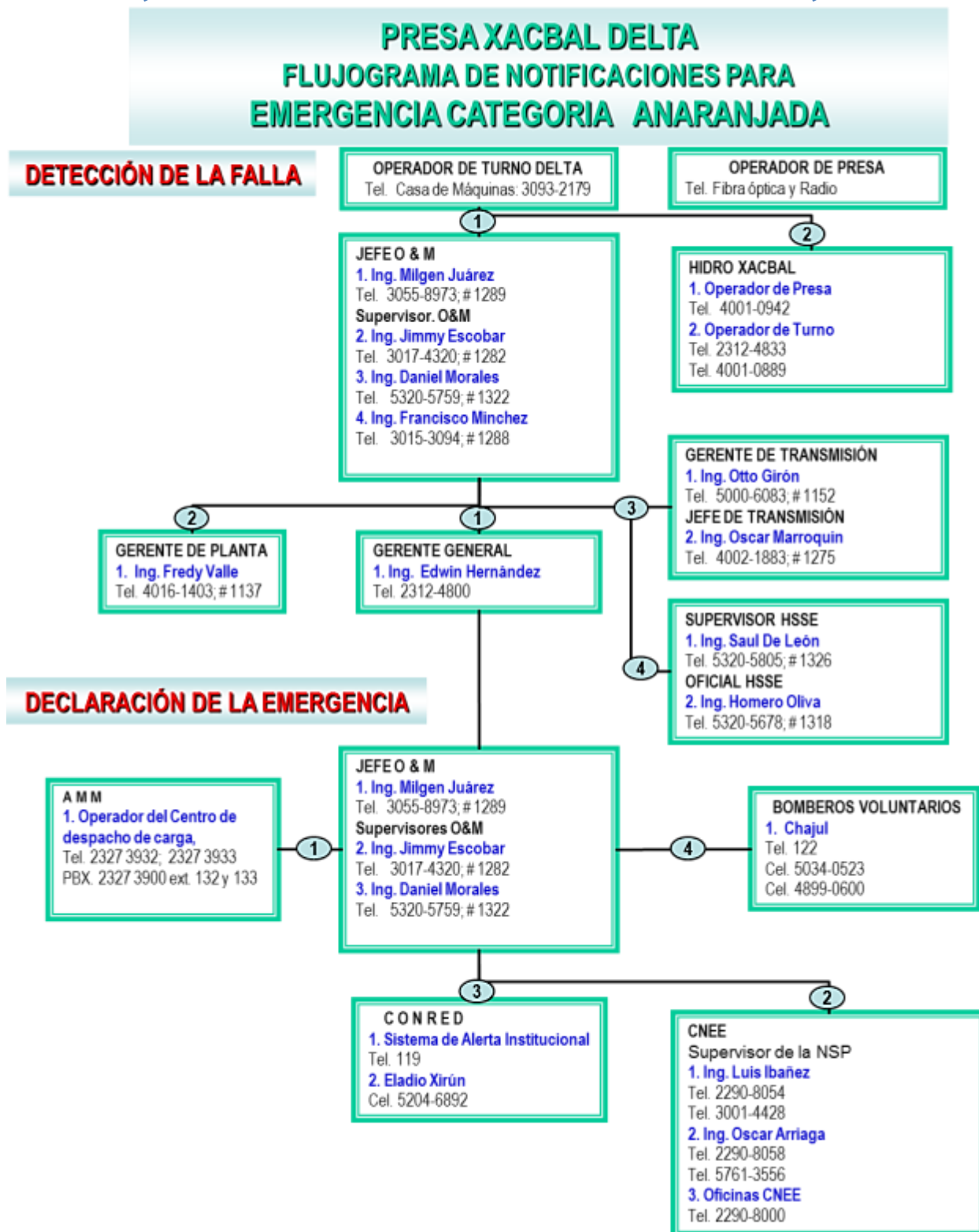
PRESA XACBAL DELTA FLUJOGRAMA DE NOTIFICACIONES PARA EMERGENCIA CATEGORIA ROJA



 Terra Energía ELGUA Central Hidroeléctrica Hidro Xacbal Delta	PLAN DE PREPARACIÓN ANTE EMERGENCIAS HIDRO XACBAL DELTA	Revisión 1
PPE-HXD-001		Página 60 de 63

ANEXO G

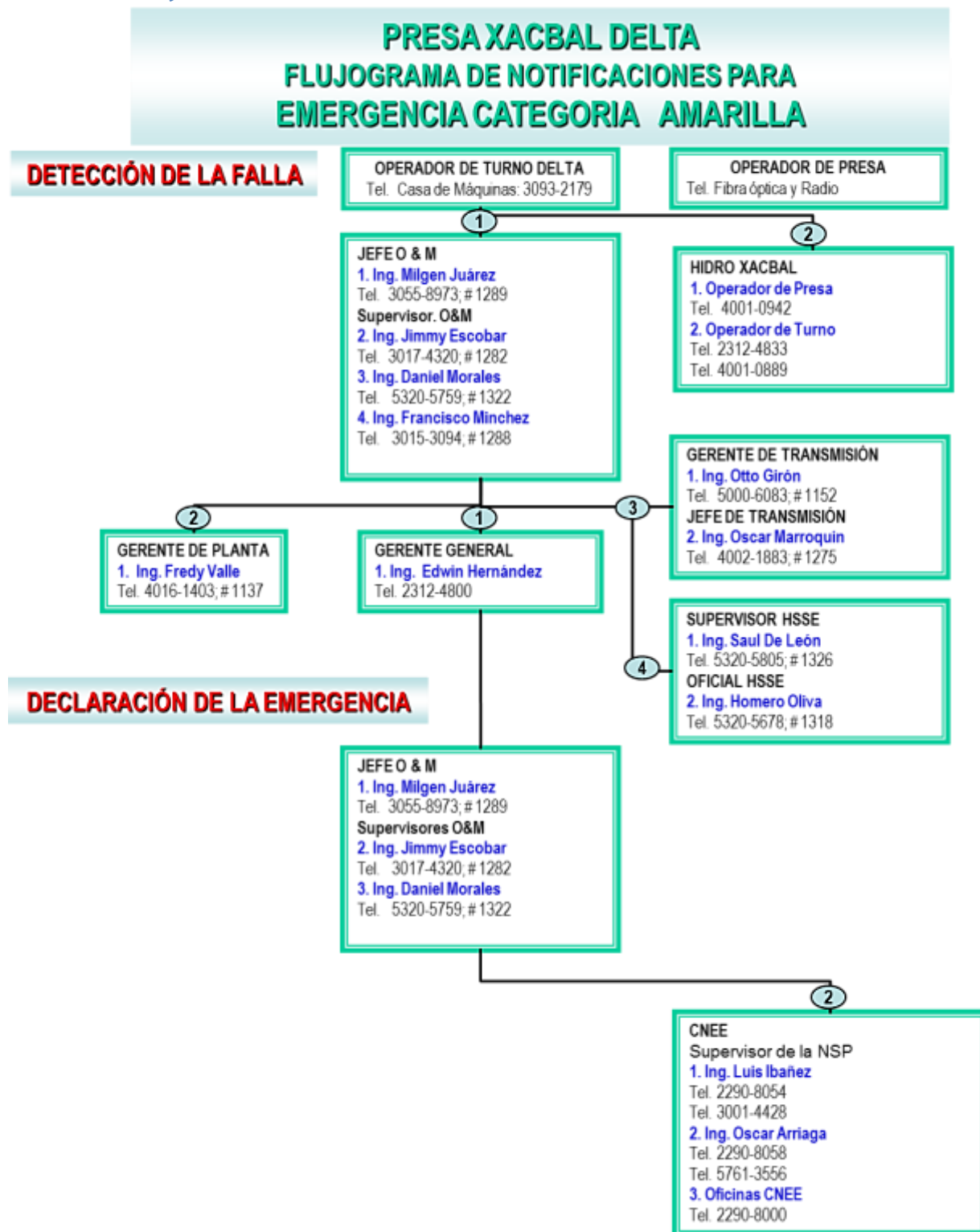
FLUJOGRAMA DE EMERGENCIAS CATEGORÍA ANARANJADA



 Terra Energía	ELGUA Central Hidroeléctrica Hidro Xacbal Delta	PLAN DE PREPARACIÓN ANTE EMERGENCIAS HIDRO XACBAL DELTA	Revisión 1
PPE-HXD-001		Página 61 de 63	

ANEXO H

FLUJOGRAMA DE EMERGENCIAS CATEGORÍA AMARILLA



 Terra Energía  ELGUA Central Hidroeléctrica Hidro Xacbal Delta	PLAN DE PREPARACIÓN ANTE EMERGENCIAS HIDRO XACBAL DELTA	Revisión 1
PPE-HXD-001		Página 62 de 63

ANEXO I

LISTADO OFICIAL DE ENTIDADES A NOTIFICAR EL PPE

NOMBRE	POSICIÓN/CARGO	INSTITUCIÓN/EMPRESA	RECIBIDO
Ing. Oscar Arriaga Ing. Luis Ibañez	Supervisión de la NSP	CNEE	
Ing. Edwin Hernández	Gerente General	Terra Energía Guatemala - Hidro Xacbal Delta - Hidro Xacbal	
Ing. Fredy Valle Ing. Milgen Juárez	Gerente de Planta Jefe de O & M	- Hidro Xacbal e Hidro Xacbal Delta - Hidro Xacbal e Hidro Xacbal Delta	
Ing. Sergio Cabañas	Secretario General	CONRED	
Sr. Pedro Caba Caba	Alcaldía Municipal	Municipalidad de Chajul	
Ing. José Luis Herrera Gálvez	Gerente General	AMM	
Sr. Sebastian Caba Pacheco	Comandante CBV	Bomberos Voluntarios de Chajul	

Nota: Cada organismo o institución será responsable de proporcionar una copia del PPE a al personal de su dependencia que deba ejecutar las acciones indicadas en el PPE.

 Terra Energía	PLAN DE PREPARACIÓN ANTE EMERGENCIAS HIDRO XACBAL DELTA	Revisión 1
PPE-HXD-001		Página 63 de 63

ANEXO J

MAPA DE INUNDACIONES