



## **AUDITORÍA Y PLAN DE ADECUACIÓN Y MANEJO AMBIENTAL DEL COMPLEJO HIDROELÉCTRICO FORTUNA Y SU RESERVA FORESTAL**

**María de los Ángeles Castillo**

Planeta Panamá Consultores S. A.

### **RESUMEN**

La Estrategia Nacional del Ambiente de Panamá formulada en 1998–1999 señala en su numeral referente al **DESARROLLO SOSTENIBLE DE BOCAS DEL TORO, TERRITORIOS Y COMARCAS INDÍGENAS DE LA REGIÓN**, que como punto estratégico hacia el 2005, “debemos promover la conservación de áreas protegidas como el Parque Internacional La Amistad, el Parque Nacional Bastimentos, el Humedal de San San, el Bosque Protector de Palo Seco y la Reserva Forestal de Fortuna; a través de actividades ecoturísticas y de educación ambiental basadas en planes de manejo y una amplia participación ciudadana”. Dentro de ese marco, la Empresa Generadora de Electricidad (EGE) Fortuna, S.A. hizo una auditoría ambiental para elaborar el Plan de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA). Esto constituye un ejemplo de cómo la empresa privada y el Estado pueden colaborar para lograr el objetivo importante de proteger el tesoro que contienen las áreas protegidas.

### **PALABRAS CLAVES**

Fortuna, auditoría, ambiente, manejo, impacto ambiental.

### **INTRODUCCIÓN**

Dentro del marco definido por la Estrategia Nacional del Ambiente de Panamá formulada en 1998–1999, EGE Fortuna, S.A. contrata a la empresa consultora ambiental Planeta Panamá Consultores, S. A. para

realizar una auditoría con miras a elaborar el Plan de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA) DEL COMPLEJO HIDROELÉCTRICO FORTUNA Y SU RESERVA FORESTAL. El sistema de producción eléctrica de Fortuna es uno de los procesos productivos más eficientes de Panamá, el cual se encamina ahora, con estos resultados, hacia la consolidación de una producción más limpia y ecoeficiente, en cumplimiento con la mencionada Estrategia Nacional del Ambiente. En este trabajo, presentamos los resultados más importantes de la auditoría y del Plan de Manejo.

### **EL COMPLEJO HIDROELÉCTRICO**

El Complejo Hidroeléctrico Fortuna se encuentra en el corregimiento de Hornito, en Gualaca, provincia de Chiriquí. La Reserva Forestal de Fortuna es el eslabón clave del importante proceso de producción de energía hidroeléctrica, y su conservación es vital para la producción de la principal materia prima (el agua) indispensable para la generación de energía eléctrica. La presa y el embalse de Fortuna se ubican a 6,0 km al noreste de la casa de máquinas en el Valle de las Sierpes. El reservorio, con una altura de la presa a 100 m (elevación 1,056 m), almacena hasta un volumen de 172,30 Mm<sup>3</sup>. El volumen útil de operación es 165,77 Mm<sup>3</sup>.

Para la generación de electricidad, se presenta una serie de eslabones conformados, en primera instancia, por el *embalse y la presa*. La presa es de tipo enrocado compactado con pantalla de hormigón. La longitud de la presa es de 600 m, y se utilizaron 2,3 Mm<sup>3</sup> de roca andesita para su construcción. La producción y reserva de agua depende de la Reserva Forestal, que se extiende unas 15,000 hectáreas, con una zona de amortiguamiento de 5,000 Ha.

El agua es transportada por una caída de agua, canalizada por un *túnel de presión* que se adentra hasta una profundidad de 430 m, al final del cual se encuentra la *Casa de Máquinas*. Este túnel tiene una longitud de 6,0 km y la Casa de Máquinas mide 80,0 m de largo, 23,0 m de ancho y 29,0 m de alto. El personal tiene acceso a través de un túnel de 1,630 km de longitud y 5,5 m de diámetro, con una sección en forma de herradura, la pendiente es de 13,0 %.

Esta imponente gruta posee tres niveles. El nivel más profundo alberga el sistema hidráulico, las turbinas y otros sistemas para la

operación. En el nivel medio se ubican los transformadores y la mayoría de los equipos operacionales. En nivel menos profundo se encuentran oficinas, baños, áreas de almacenaje y estacionamientos. Posee tres turbinas de 100 MW, con tres generadores de 13,8 kV y 100 MW cada uno, para luego elevar el voltaje utilizando tres transformadores de 230 kV. Es interesante destacar que la caída neta de agua que reciben las turbinas es de 7,655 m. Luego que las aguas pasan a través de las turbinas, son conducidas por el túnel de descarga hacia la quebrada Buenos Aires. Este túnel tiene una sección de herradura de 5,5 m, una longitud de 8,0 km y pendiente de 0,2 %.

De la Casa de Máquinas, la energía eléctrica es enviada a la superficie a través de un pozo de cables hasta la **Subestación** o patio de transformadores. Todas las operaciones son monitoreadas y controladas desde el **Centro de Control**, que cuenta con poderosos sistemas y tecnología de punta para el procesamiento de la información.



## **EL MEDIO AMBIENTE**

El río Chiriquí fue represado a la altura del Valle de las Serpes en los años 1982 (primera etapa) y 1993 (segunda etapa) por el Instituto de Recursos Hidráulicos y Electrificación (IRHE). Este río forma parte de la gran cuenca del Río Chiriquí, con un área total de 1,905 km<sup>2</sup>, y tiene un alto rendimiento (está por arriba de los 72 l/km<sup>2</sup>s). El caudal medio anual, en el sitio de presa, es aproximadamente 26 m<sup>3</sup>/s. El patrón de drenaje, tipo dendrítico, presenta rocas sedimentarias blandas, tobas volcánicas y depósitos glaciales. Puntualmente se

presentan variaciones, como la presencia de drenaje rectangular y angulado, que se origina en fallas, fracturas y sistemas de unión.



El clima en la zona de la hidroeléctrica<sup>1</sup> va desde el “clima templado muy húmedo de altura” (Cfh) en el lago, al “clima tropical húmedo” (Ami) en la zona de descarga del agua turbinada. El espacio cubierto atraviesa por dos zonas de vida: el “Bosque Muy Húmedo Premontano” (Bmh-p) y el “Bosque Húmedo Premontano (Bh-p) (transición cálido)”.

El complejo es atravesado por la zona de convergencia intertropical y es influido por los vientos alisios del Caribe, que incrementan la humedad, manifestándose en precipitaciones anuales hasta de un máximo de 6,800 mm. La temperatura media anual está en el rango comprendido entre 20,0 °C y 16, 0 °C.

El Lago recibe, además del río Chiriquí, el aporte de las aguas de 10 subcuencas, entre las que se destacan las de Quebrada Bijau y las del Río Hornito.

El bosque protegido, de exuberante belleza, ha sido muy estudiado, caracterizándose por la presencia de angiospermas, briófitas, insectos, aves, mamíferos, anfibios y reptiles, y se han reportado especies endémicas.

Los ecosistemas naturales característicos están representados por el bosque primario, el bosque primario degradado y el bosque secundario

---

<sup>1</sup> Según Köppen

y rastrojo. En segundo término, los acuáticos formados por los ambientes fluviales de ríos y quebradas (Hornito, Bijau, Arenas, Frank, Los Chorros, Las Mellizas y otros). También encontramos ecosistemas antropogénicos agrarios, con escasa y controlada ganadería, plantaciones forestales y agroforestales.

Como elemento nuevo, producto de la canalización del río Chiriquí, encontramos un ecosistema lacustre. Se trata del reservorio de la hidroeléctrica de 1 000 Ha de superficie, con una longitud de 8,0 km y anchos que varían desde 200 m hasta 1,300 m.

### **POBLACIONES**

El área de influencia de la hidroeléctrica incluye seis comunidades: Valle de la Mina, Chiriquicito, Londres y Soledad, Entre Ríos, Fortuna, y Calabasal. El café es el principal rubro de producción, aunque no faltan los cultivos de hortalizas. La ganadería en estos territorios es escasa.

### **AUDITORÍA Y EL PLAN DE ADECUACIÓN Y MANEJO AMBIENTAL**

La Ley N° 41 General de Ambiente, en sus artículos 40, 41, 42, 43 y 44 se refiere a la Supervisión, Control y Fiscalización Ambiental. Este instrumento legal ordena a los titulares de las actividades, para todos los procesos productivos, la realización de auditorías ambientales y un Plan de Adecuación y Manejo Ambiental.

El Complejo Hidroeléctrico Fortuna ha realizado una serie de estudios que tienen como objetivo principal el cumplimiento de las leyes nacionales y las normas vigentes, mediante una auditoría, la elaboración de Plan de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA) y la conformación de un Sistema de Gestión Ambiental regido por la normativa ISO 14,000.

### **DIMENSIÓN DEL ESTUDIO**

Con la finalidad de realizar la Auditoría y elaborar el Plan de Adecuación y Manejo Ambiental, se efectuaron una serie de estudios multidisciplinarios. Los resultados de los estudios fueron analizados a través de una serie de etapas que constituyen el desarrollo del

Proyecto. A continuación enumeramos las etapas y presentamos un resumen en el Cuadro N° 1.

Etapas:

- Descripción del proyecto.
- Identificación del área de Influencia Ambiental.
- Diagnóstico Ambiental del Área de Influencia o Auditoría: comprende la caracterización física, biológica, socioeconómica, cultural y aspectos legales

Cuadro N° 1. Representación esquemática del estudio

DIMENSION DEL ESTUDIO		
LÍNEA DE PRODUCCIÓN		
Descripción	Localización del proyecto y descripción del área	
	El proyecto y el contexto nacional	
	Características de la Producción	
	Marco legal	
Área de influencia	Definir el área en espacio	
Elementos de Interpretación	Elaboración de mapas      General, geológico, zonas de vida, etc.	
	Gráficos, matrices, esquemas, modelos matemáticos de interpretación.	
Medio Biótico	Geología (estructuras, fallas, capacidad de carga, sismicidad), Geografía	
	Geomorfología (Forma de relieves, taludes...)	
	Edafología (suelos, horizontes, perfiles)	
	Agua      Hidrología (aguas superficiales, aguas subterráneas, calidad, acuíferos frágiles y vulnerables, etc.)	
	Atmósfera	Calidad del aire
		Ruido y vibración, radiaciones no ionizantes y radiaciones ionizantes
		Climatología (lluvia, temperatura, inversión térmica, vientos)
	Flora      Regiones fisiográficas naturales, flora, unidades de vegetación del área, área de interés especial por su flora o vegetación, etc.	
	Fauna      Espacios de interés faunístico, de gran interés, Espacios y hábitat, etc.	
	Ordenación del territorio	
Ganadería, silvicultura, etc.		

DIMENSION DEL ESTUDIO	
Medio Antrópico	Infraestructura Calidad de vida
	Paisaje
	Patrimonio cultural, Paleontología y Arqueología

### **ETAPA DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN AMBIENTAL.<sup>2</sup>**

La evaluación de los impactos se elaboró y desarrolló definiendo sus efectos. Para cada medio afectado positiva o negativamente se describió el cambio o la alteración que se convertirá, por causa de la realización del proyecto, en un punto concreto en el espacio. Este cambio o impacto es el diferencial entre el estado inicial del medio afectado y el estado final previsible.

Los elementos que sirvieron de base para la elaboración de este estudio se puntualizan a continuación:

1. Evaluación ambiental. Se señalan, previa la caracterización de impactos, el grado de afectación del proyecto y el correspondiente PAMA.
2. Plan de Acción de Manejo Ambiental (PAMA). Se enmarca según los resultados y la norma.
3. Coste Ambiental. Se estudia, de forma diferenciada, los costes de los diferentes tipos de medidas a adoptar.

### **IDENTIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y CONTROL.<sup>2</sup>**

El conjunto de medidas propuestas para evitar o reducir los impactos que hayan sido clasificados como previsibles o mitigables, así como las medidas compensatorias para los impactos irreversibles y el seguimiento de las mismas constituyen, en su conjunto, el Programa de Adecuación y Manejo Ambiental. En él se indica la acción que ocasiona el impacto, se describen las medidas contemplando el carácter, naturaleza, espacio y tiempo, además se señalan las entidades responsables de las inspecciones.

### **PLAN DE MANEJO, MONITOREO Y CONTROL.<sup>2</sup>**

El sistema de control se basará fundamentalmente en el seguimiento de parámetros ambientales:

---

<sup>2</sup> Enmarcados en la normativa de la Comunidad Económica Europea.  
*Tecnociencia, Vol. 4, N° 1*

1. Identificación de variables ambientales afectadas por el proyecto en operaciones que provoquen impactos, tipos de impactos y medidas correctoras propuestas para minimizarlos.
2. Selección de indicadores fácilmente medibles y representativos del sistema afectado.
3. Definición de las operaciones de vigilancia con unidades de control.
4. Localización espacial y temporal de los diferentes impactos y medidas correctivas a controlar.
5. Identificación del conjunto de acciones de control que comporta cada operación de vigilancia, con especificación del sistema de control a esperar, la frecuencia y el momento de aplicación del mismo.

### **PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL<sup>3</sup>**

Inspectorías a los monitoreos: el cumplimiento y documentación de cada uno de los monitoreos recomendados será una herramienta vital para el desarrollo del PAMA. Esta vigilancia debe ser sistemática y precisa, cumpliendo procedimientos. Eventualmente pueden suscitarse cambios que serán incorporados al PAMA, dándole continuidad y dinamismo al mismo. Seguidamente se enlistan las inspectorías de los monitoreos. El Plan de Vigilancia va dirigido a los monitoreos, al factor riesgo y a las medidas de mitigación.

1. Evaluación, de manera continua de las medidas de corrección ambiental, en base a los datos de los diferentes controles efectuados.
2. Comprobación, en espacio y tiempo, de la valoración de los impactos ambientales identificados.

### **PROYECTOS Y PLANES ESPECIALES**

Un conjunto de proyectos están dirigidos a complementar el PAMA en el sentido de cubrir vacíos que generalmente quedan una vez trazadas las medidas de adecuación y manejo interno de la empresa. Estos proyectos están relacionados con el entorno y se destinan a contribuir al restablecimiento del equilibrio en el nuevo sistema medioambiental generado por el complejo. Algunos proyectos propuestos de integración social, en torno a la hidroeléctrica, son:

- Proyecto de Agua para la Quebrada Samudio.
- Proyecto de Desarrollo Ecoturístico.

---

<sup>3</sup> Ibid.



- Proyectos de Producción Sostenible.
- Proyecto de Ordenamiento Territorial.
- Plan de Divulgación y Promoción.
- Plan de Participación Ciudadana.
- Proyecto Acuícola
- Proyecto de Desarrollo Sostenible
- Proyecto de Despulpadora de café
- Proyecto de Reforestación
- Plan de Relaciones con la Comunidad.

## **CONCLUSIÓN**

Las auditorías ambientales con miras a elaborar el plan de adecuación y manejo ambiental de cada complejo productivo es fundamental para preservar el planeta Tierra, en general, y el país, en particular. El caso de Fortuna constituye un ejemplo de cómo la empresa privada y el Estado pueden colaborar para lograr ese objetivo importante hacia el que todos debemos orientar nuestras acciones.

## **ABSTRACT**

The National Environmental Strategy of Panamá, formulated in 1998 –1999 enunciates in its numeral referent to SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF BOCAS DEL TORO, TERRITORIES AND INDIGENOUS DISTRICTS OF THE REGION, that as strategic point toward 2005, “we should promote the conservation of protected areas like The International Park La Amistad, The Bastimentos National Park, The Humedal of San San, The protected forest of Palo Seco and The Fortuna Forest Reserve, through ecotouristic activities and environmental education based on handling plans and an ample citizen participation”. In this context EGE Fortuna, S. A. made an environmental audit to elaborate the adaptation plan and environmental handling. This constitutes an example of how the private enterprise and the State can collaborate to achieve the important objective of protecting the treasure that contain the protected areas.

## **KEYWORDS**

Fortuna, audit, atmosphere, handling, environmental impact.

## **REFERENCIAS**

Adames, A. Evaluación Ambiental y Efectos del Proyecto Hidroeléctrico Fortuna.

ANAM. Panamá 1998–1999. Estrategia Nacional del Ambiente de Panamá.

ANAM. 1999. Lista oficial de la República de Panamá: "Lista de especies de fauna amenazada o en peligro". Resolución en trámite. p. 143-164. En: UICN. Listas de Fauna de Importancia para la Conservación en Centroamérica y México: Listas rojas, listas oficiales y especies en apéndices CITES. UICN, San José, Costa Rica, 224 p.

Araúz, J. 1998. Estrategia Nacional para la Biodiversidad. Componente Fauna. PNUMA-GEF-ANAM FUNDESPA. Panamá.

Atlas Geográfico de Panamá. 1990. Instituto Geográfico Nacional. Panamá.

Behre, E. H. 1928. A list of the fresh water fishes of western Panama between long. 81°45' and 83°15'W. *Annals Carnegie Museum* 18(2-4):305-328.

Bond, C. E. 1996. *Biology of Fishes*. 2ª ed. Saunders College Publishing. Philadelphia. 750 p.

Briceño, J. & J. A. Martínez. 1986. Ictiofauna del río Chiriquí. En: Evaluación ecológica del río Chiriquí en relación a la construcción de la represa hidroeléctrica Edwin Fábrega. Eds: D. Hernández y L. D'Croz, p. 41-56, Informe Técnico, Panamá: IRHE-Universidad de Panamá.

Conesa, V. V. 1995. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. Ediciones Mundi Prensa, Segunda Edición. Madrid, España.

Cowan. 1996. Active Faulting Hazards and the Electricity System, Western Chiriquí. A report prepared for IRHE. Panamá.

Chas T. Main. 1978. Informe N° 3, Geología y Geotecnia del área de Bonyic. Teribe. Prov. de Bocas del Toro Panamá.

De Boer, Z. et al. 1988. Quaternary calc-alkaline volcanism in Western Panamá: Regional variation and Implication for the plate tectonic framework. *American Earth Science*, Vol. 1 # 3 U. S. A.

Del Giudice, D. 1977. Características Geológicas de República de Panamá. Simposio sobre Paleogeografía Mesoamericana. Conexiones terrestres entre Norte y Suramérica. UNAM. En Boletín # 101. México 1977.

Fiksel, J. 1997. Ingeniería de diseño medioambiental. DFE. Mc Graw Hill. México DF.

Gillavry, J. M. 1986. Geological History of the Caribbean. Akademie van Wetenschappen. Amsterdam, Holand.

Goodyear, R.; V. Martínez, & J. B. Del Rosario, 1977. Apéndice No. 4. Fauna acuática. En: Evaluación Ambiental y Efectos del Proyecto Hidroeléctrico Fortuna. Ed: A. Adames, p. 265-334, *Revista Lotería*, 254/256, 1-538.

Hildebrand, S.F. 1928. On a small collection of fishes from Chiriquí, Panama. *Copeia* (168):81-84.

Hildebrand, S.F. 1938. A new catalogue of the freshwater fishes of Panama. *Publ. Field Mus. Nat. Hist. Zool. Ser.*, 22, 217-359.

Larry, W. C. 1999. Manual de Evaluación de Impacto Ambiental. Mc Graw Hill, Segunda Edición. Madrid España.

Lowrie, A. et. Al. 1979. Fossil Spreading Center And Faults Within The Panama racture Zone. Sea Floor Division, Naval Ocean Research. Mississippi. USA.

Manual de Técnicas de Gestión de Vida Silvestre. 1987. WWF. USA.

Mapa Geológico de la República de Panamá. 1990. Dirección General de Recursos a Escala 1:250.000. Minerales. Panamá 1990.

Meek, S.E. & S.F. Hildebrand. 1912. Descriptions of new fishes from Panama. *Publ. Field Mus. Nat. Hist. Zool. Ser.*, 10(6), 67-68.

- Méndez, E. 1987. Elementos de la Fauna Panameña. Edición privada. Panamá.
- Miller, R.R. 1966. Geographical distribution of Central American freshwater fishes. *Copeia* 1966(4):773-802.
- Myers, G.S. 1966. Derivation of the freshwater fish fauna of Central America. *Copeia* 1966(4):766-772.
- Revista Lotería. Abril, Mayo, junio, N° 254-255-256, de 1977. Lotería Nacional de Beneficencia. Panamá.
- Richard, W. 1975. Magmatism and Crustal Evolution in Costa Rica and Panamá (Central America) Edit. F.Enke. Stuttgart, Germany.
- Silva, M. & T. Polansky. 1987. Comportamiento de las Rocas Sedimentarias en el medio acuoso. Conferencia en el VII. Congreso Latinoamericano de Geología. Belém do Pará. Brasil.
- Soldevila, J. F. 1996. Gestión de los Recursos Naturales. Instituto Catalán de Tecnología. Universidad Politécnica de Catalunya.
- Touriño, A. Notas y Mapa Geomorfológico de Panamá. Escuela de Geógrafos Profesionales de Panamá.

*Recibido mayo de 2002, aceptado mayo de 2002.*