

2. SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA

El sector eléctrico, según se ha mencionado, ha sido recurrentemente afectado por el Fenómeno El Niño en el país, debido a las características de las fuentes de generación hidroeléctrica predominantes.

2.1 MARCO GLOBAL DEL SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA EN VENEZUELA

Venezuela contaba para 1998 con una capacidad eléctrica instalada de 19.578 Mw con diversas fuentes de generación:

■ La Hidroeléctrica, con 12.570 Mw (64% del total), la cual generó para ese año 57.927 GWh (73% del total). Estas fuentes están ubicadas en dos zonas del territorio nacional:

□ La Región Guayana, en el Bajo Caroní, con las centrales Guri y Macagua (pertenecientes a EDELCA), con 11.950 Mw que generaron 56.202 GWh (71% del total).

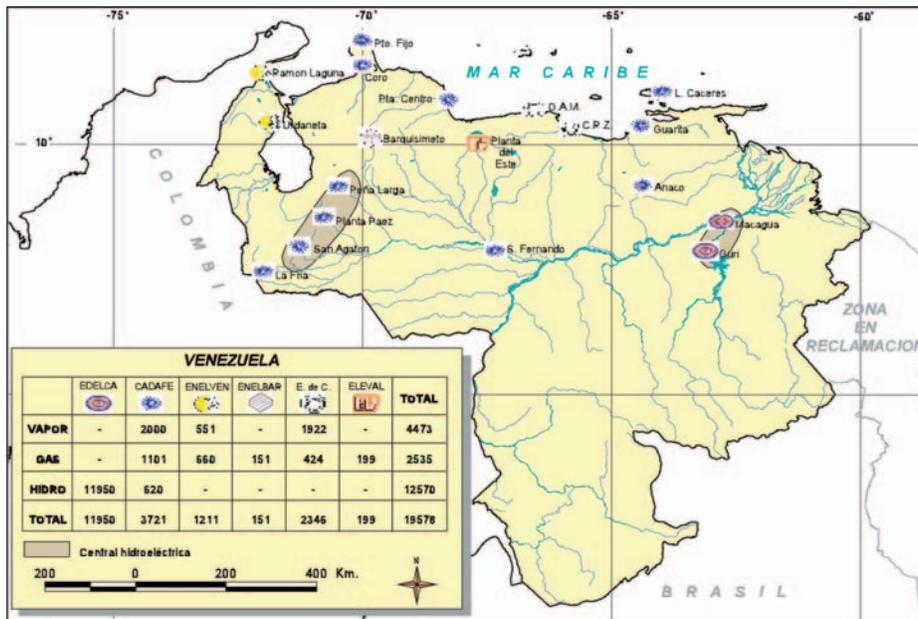
□ La Región Andina, con las centrales San Agatón, Planta Páez y Peña Larga (pertenecientes a CADAFE), con 620 Mw que generaron 1.725 GWh.

■ La Termoeléctrica, con una capacidad instalada de 7.008 Mw, de los cuales 2.535 Mw son a gas y 4.473 Mw son a vapor.

La Figura V.2.1-1 muestra la ubicación de las diferentes plantas de generación de energía en el país, con indicación del tipo de energía producida y de la empresa responsable de dicha generación.

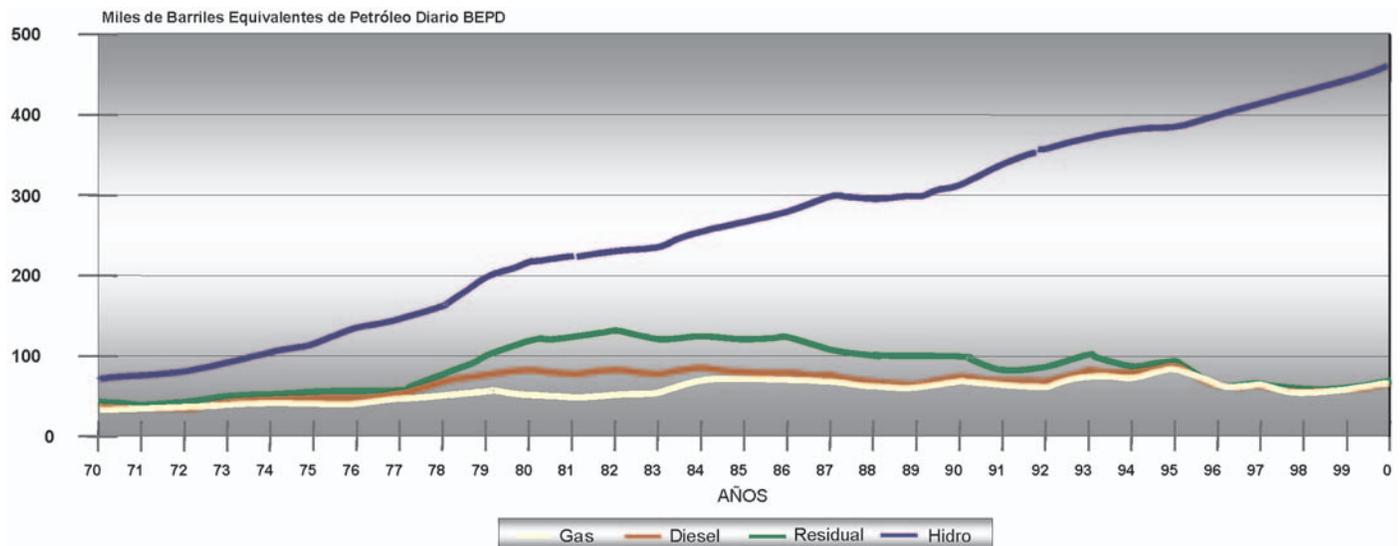
La energía eléctrica que se genera hoy y la que se prevé para un futuro cercano, es básicamente de origen hidroeléctrico; el resto es gas, con una participación mínima a Fuel Oil (como combustible alterno) y a Gasoil en zonas aisladas. La Figura V.2.1-2 muestra gráficamente la participación de los diferentes tipos de energía primaria para el servicio eléctrico.

Figura V.2.1-1 Venezuela. Principales plantas de generación de electricidad 1998



Fuente: EDELCA

Figura V.2.1-2 Venezuela. Uso de energía primaria para el servicio eléctrico

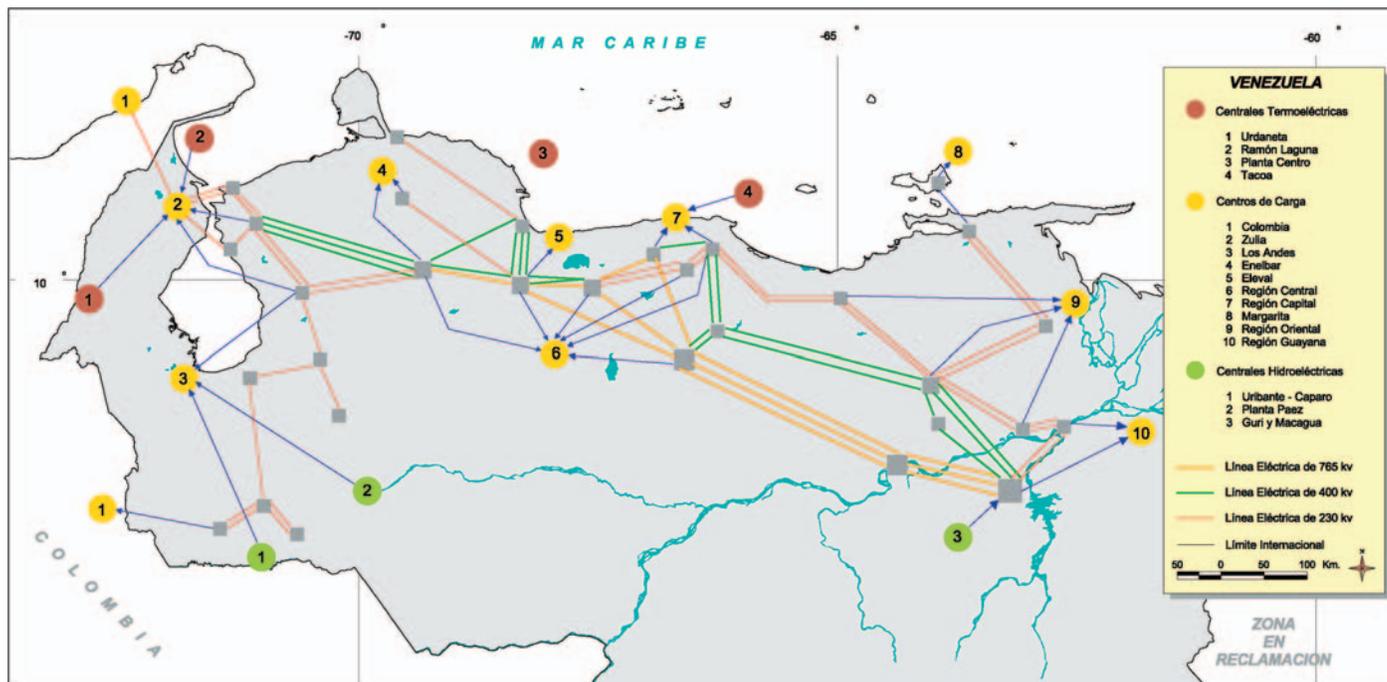


Fuente: EDELCA

El país tiene un alto grado de electrificación del orden del 95%, y toda esta energía fluye desde las plantas de generación a los puntos de carga a través de una Red Troncal de

Transmisión compuesta por líneas a 765, 400, 230, y 115 Kw. La Figura V.2.1-3 muestra la red de líneas eléctricas que conforman el sistema troncal de transmisión nacional.

Figura V.2.1-3 Venezuela. Sistema de transmisión troncal actual



Fuente: EDELCA

Actualmente se presentan serias restricciones en el sistema de transmisión, sobre todo hacia el Oriente del país y hacia la Región Andina, debido a la falta de inversión tanto para la expansión como para el mantenimiento de la Red Troncal.

En el caso de la región andina, debido a que la generación instalada en el Sistema Sur-Occidental no permite cubrir toda la demanda de la zona, parte de ella (40 a 50%) debe ser cubierta por la importación de energía eléctrica que viene, por una parte, del Sistema interconectado Nacional a través de la Subestación Las Morochas (estado Zulia), que a su vez está interconectada con el Sistema Central por las líneas que van hacia el Tablazo y después a la Subestación Yaracuy. También está interconectada con el estado Portuguesa. Otra parte, proviene del Sistema del Norte de Colombia con el cual también mantiene conexiones. Se contempla poner en operación comercial la Central La Vultosa para suplir en un futuro los déficit del propio sistema.

2.2 ENCADENAMIENTO DE EFECTOS DE EL NIÑO 1997-98 EN EL SECTOR ELECTRICO

Debido a los antecedentes históricos del sector eléctrico respecto al Fenómeno El Niño y a la forma como fue manejada la situación para 1997-98, los impactos finales de este evento sobre los usuarios del servicio eléctrico durante ese año, fueron reducidos, aunque generaron para el país afectaciones de tipo económico.

Dichos antecedentes se remontan al año 1992 cuando, por efectos de ese mismo fenómeno, se produjo una disminución de los aportes del río Caroní al embalse Guri, lo cual ocasionó que, desde julio de ese año, se registrasen los niveles mínimos históricos del embalse y que no se observase, para inicios de Octubre, una recuperación de su nivel a la cota máxima como había ocurrido históricamente. Ello coincidió en el tiempo, con los severos racionamientos de energía en Colombia.

Es importante destacar también que, con la entrada de la segunda etapa de Guri en 1986, se produjo desde ese momento un sobre equipamiento en el parque de generación, lo que se reflejó cotidianamente en una poca atención al mantenimiento de las unidades termoelectricas y, por lo tanto, en indisponibilidad de estas unidades dentro del Sistema Interconectado Nacional.

Para esos años aún no se alcanzaba a generar en Guri la energía firme, y la política de regulación que se aplicaba a dicho embalse era anual (recuperación del nivel del embalse todos los años al inicio de octubre), siendo en realidad multianual (3 años).

Desde el punto de vista de modelación del sistema de generación, el análisis de eventos hidrológicos (entre ellos los extremos, como El Niño), se realizaba simulando la operación del embalse Guri con las secuencias más secas y promedio de aportes a este embalse observadas en la historia. No se

contaba con modelos probabilísticos ni de despacho hidrotérmico para evaluar el impacto de eventos hidrológicos extremos en la generación hidroeléctrica.

Con base a este esquema, la no recuperación de la cota del embalse y la alta indisponibilidad del parque térmico que se evidenciaron en 1992, constituyeron elementos de alarma para la generación de una serie de expectativas asociadas a la intensidad del verano en 1993 y a la posibilidad de racionamientos.

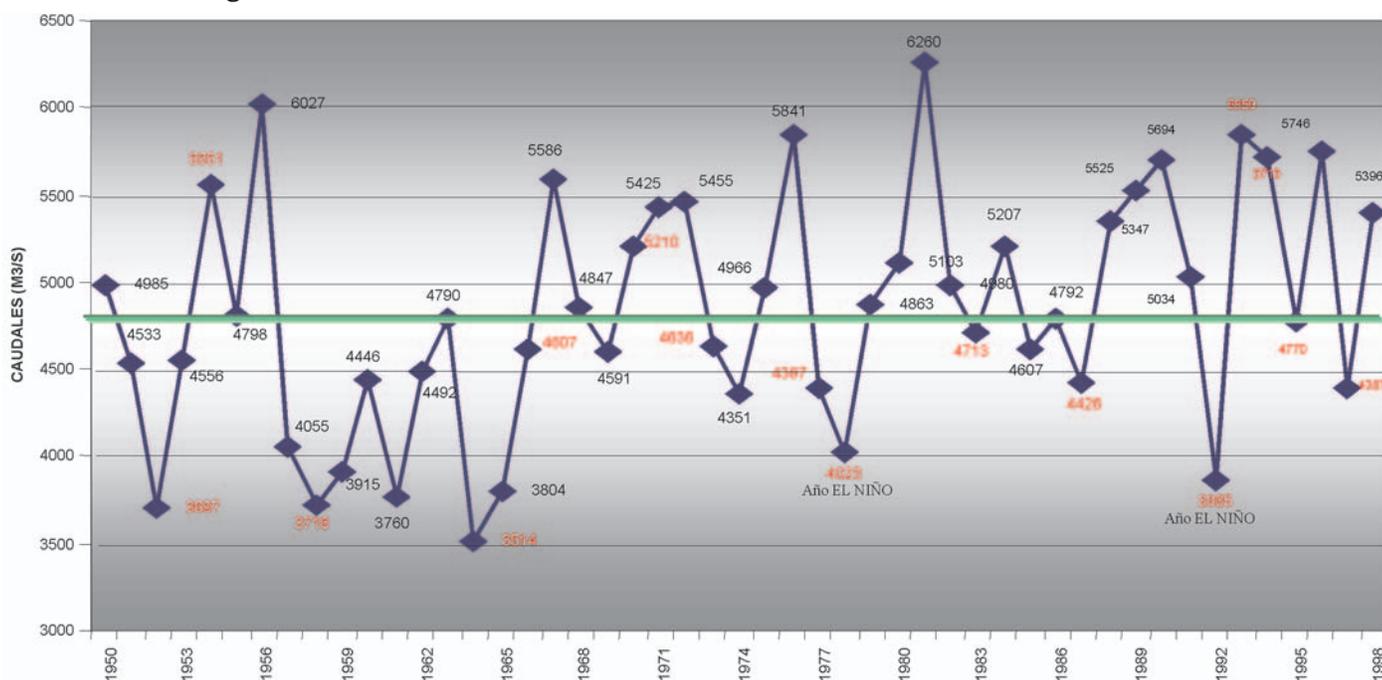
A raíz de lo anterior, EDELCA, como la empresa de mayor peso en la generación hidroeléctrica dentro del sistema, inició una serie de actividades y adquirió equipos, con el objeto de mejorar su capacidad para predecir con antelación la llegada de este fenómeno, de determinar el posible impacto del mismo sobre los aportes y de poder dar pronósticos hidrológicos confiables. Conjuntamente con la Oficina de Planificación sectorial (OP SIS), se adquirió un modelo de

despacho hidrotérmico y se inició un programa de capacitación del personal, para evaluar probabilísticamente el impacto de los eventos hidrológicos en la generación hidroeléctrica.

Como resultado de este reforzamiento pudo determinarse que la ocurrencia de este tipo de eventos tiende a generar sequías en la cuenca del río Caroní y, por lo tanto, a reducir los aportes del río al embalse.

La Figura V.2.2-1 muestra los caudales del río Caroní en Guri para una serie histórica de 48 años (1950-1998), los cuales se han relacionado con los años Niño. Según los análisis realizados por EDELCA, la ocurrencia del fenómeno en el río Caroní se ha manifestado la mayoría de las veces en aportes anuales secos. Durante el período 1950-98, en el que ocurrieron 16 Niños, en 14 ocasiones el caudal anual estuvo por debajo de la media y en la mayoría de ellos fueron los más secos de la historia.

Figura V.2.2-1 Venezuela. Caudales históricos del río Caroní en Guri. Período 1950-98



Fuente: EDELCA

La presencia de variaciones climáticas asociadas a El Niño 1997-98 produjo una serie de efectos, tanto en la generación hidroeléctrica como en la térmica, así como sobre la demanda de electricidad.

Según se desprende de la Figura V.2.2-2, los encadenamientos de efectos generados por las variaciones climáticas en el país durante ese lapso, se produjeron en tres direcciones, todas ellas relacionadas con situaciones de sequía.

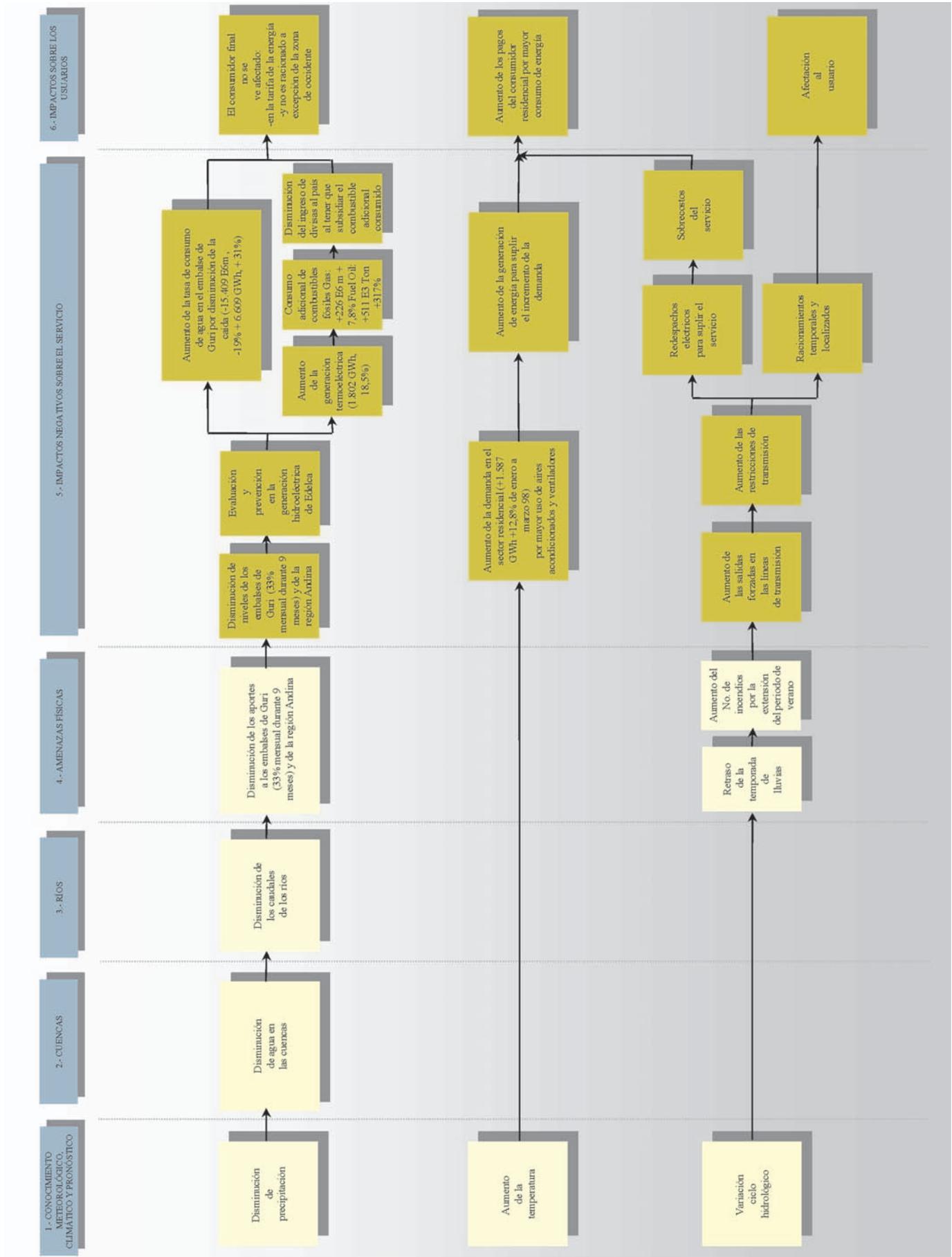
■ La primera fue la disminución de los aportes de agua a los embalses y al aumento de la generación termoeléctrica

como consecuencia de la disminución de la precipitación en las cuencas aportantes y la reducción de los caudales de los ríos que los alimentan.

■ La segunda fue el aumento de la demanda de electricidad residencial debido al incremento de la temperatura.

■ Y la tercera, el aumento del número de incendios que ocasionó un incremento de las salidas forzadas de las líneas de transmisión, obligando a realizar redespachos y racionamientos temporales de energía, esto último relacionado con la variación del ciclo de entrada de lluvias.

Figura V.2.2-2 Venezuela. Encadenamiento de efectos del Fenómeno El Niño 1997-98 sobre el sector eléctrico



El consumidor final, en general, no sufrió afectaciones severas en el suministro de energía eléctrica por el efecto de El Niño en lo que se refiere a la incidencia de la operación sobre la tarifa de energía o por racionamiento, salvo en el caso de la región de Los Andes, en donde sí fue necesario aplicar racionamientos preventivos debido a las restricciones en transmisión que existen hacia esa zona.

2.2.1 IMPACTOS ENCADENADOS SOBRE EL SERVICIO SEGUN FUENTES

a) Impactos sobre el sector hidroeléctrico

El impacto sobre el sector hidroeléctrico está asociado a las características de los sistemas de embalses que lo componen. Según se desprende de la Figura V.2.1-2 antes indicada, en Venezuela hay dos regiones aprovechadas para la generación de energía hidroeléctrica: la región de Guayana, con embalses ubicados en el río Caroní (Complejo del Bajo Caroní), compuesto en la actualidad por Guri y Macagua; y los ubicados en la región Andina, conformados por Planta Páez, San Agatón y Peña Larga.

Los embalses de la región Andina son de baja capacidad de regulación (1 año), por lo que el impacto ocasionado por El Niño, al reducir los aportes de agua a dichos embalses, origina una disminución en la cantidad de energía que normalmente entregan al Sistema Interconectado Nacional (SIN), limitando en estas centrales su generación a valores cercanos a la energía firme.

En esa zona, al ocurrir una reducción de la precipitación sobre las cuencas de los ríos Uribante-Caparo, se redujeron considerablemente los aportes de los mismos a los embalses (Uribante: 0,51 m³/s; Camburito: 2,5 m³/s; Caparo: 6 m³/s). Ello redundó en una disminución del agua almacenada en el embalse la Honda, que alcanzó a 45 millones de m³ debajo de la media. La situación y características de los embalses de esa zona obligó a operar las centrales referidas en períodos cortos de duración, con baja generación, para mantener los niveles de los embalses en rangos permisibles de disponibilidad operativa.

Adicionalmente a lo anterior, la línea 230 Kw Morochas II-Buena Vista, ubicada entre los estados Zulia y Trujillo, que interconecta el Sistema Eléctrico Nacional con la región andina (Táchira, Mérida, Barinas y Trujillo), estaba limitada en su capacidad de transporte para satisfacer las necesidades de importación de energía desde el Sistema Central.

Esta problemática ocasionó déficit de energía por el orden de los 60 Megawatios, que debieron ser racionados para mantener en operación el sistema Eléctrico de la región andina y evitar la interrupción total del servicio en

los cuatro estados. Debido a la amplitud de la afectación, el manejo del racionamiento fue bastante complejo.

La reducción de la generación hidroeléctrica del sistema fue de un 15%, afectando el suministro en el Suroccidente del país. Todo lo anterior determinó una disminución de los ingresos de la empresa prestadora del servicio en la zona (CADAFE), el racionamiento del servicio a los consumidores (12.600 millones de Kw/h), y un aumento de costos de la empresa, al tener que importar energía del sistema interconectado y por la generación con turbinas diesel que debieron utilizarse para paliar la situación.

En el caso particular de El Niño 1997-98 se observó que la generación hidroeléctrica de las centrales ubicadas en la región Andina se redujo durante los meses de febrero a mayo en un 21,12% en promedio, lo que equivale a una disminución de 88 GWh en cada mes respecto al mismo período en 1997 (el cual fue un año hidrológico promedio), debido a la disminución de los aportes de los embalses que alimentan las plantas que conforman el Complejo Hidroeléctrico Uribante-Caparo. Esta disminución causó una reducción en los ingresos de la empresa en 400 millones de bolívares.

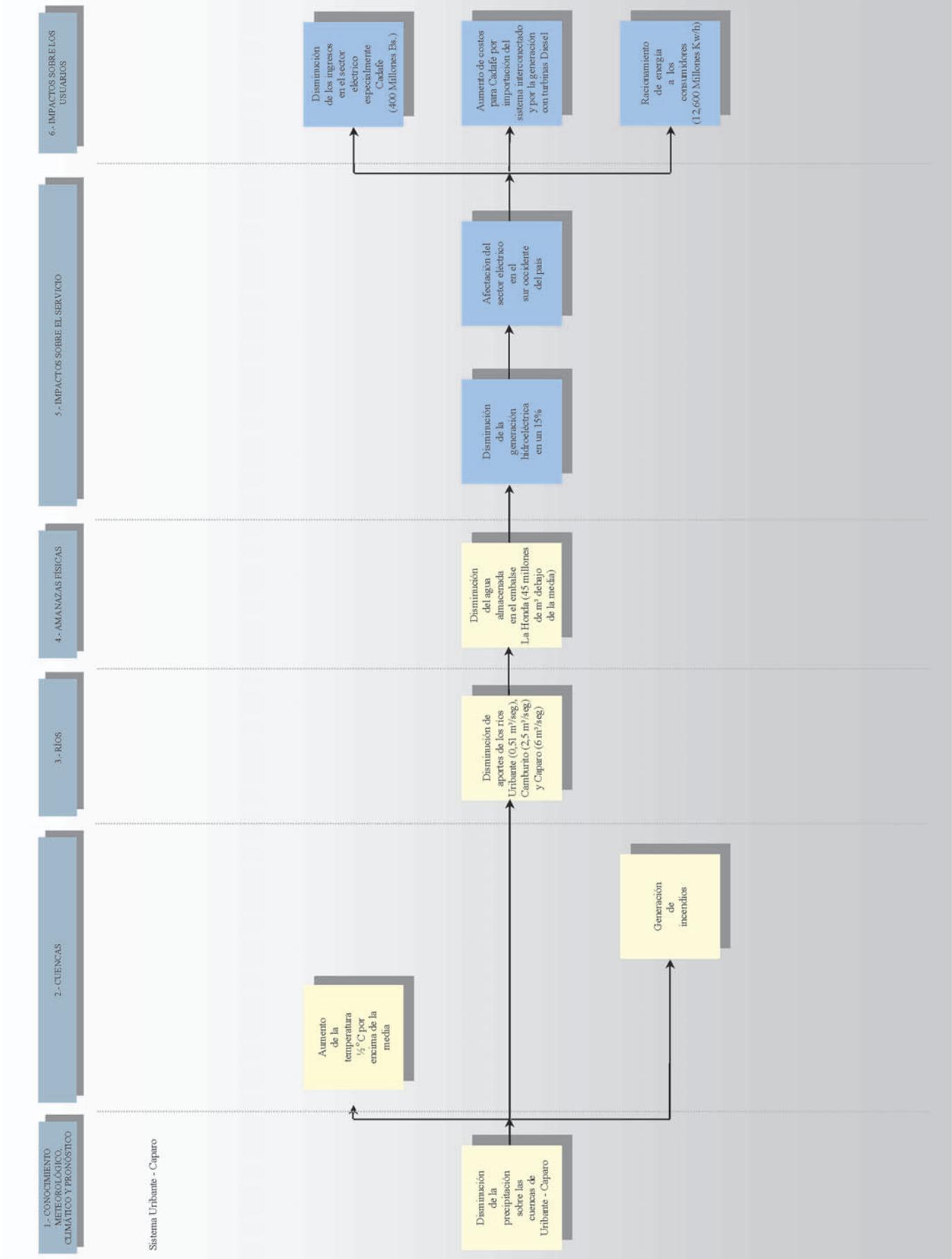
La Figura.V.2.2-3 representa los efectos encadenados sobre el sistema Uribante-Caparo en la región de Los Andes, la cual muestra las especificidades que caracterizaron esa parte del territorio nacional.

En el Bajo Caroní el efecto es distinto a lo ocurrido en la zona andina, debido a las características de los embalses que lo componen y a la ubicación relativa de los mismos. Estos conforman una cadena de embalses en cascada, que operan en conjunto para mantener la generación de energía de EDELCA en forma constante.

El embalse Guri es el que está ubicado más aguas arriba en la cadena y posee una gran capacidad de almacenamiento que le permite realizar una regulación multianual (hasta 3 años). Por esta razón, la disminución de los aportes debido al Fenómeno El Niño no se refleja en la generación de energía eléctrica, pero si se percibe en la disminución del volumen de agua disponible en su embalse, al requerir un mayor volumen de agua a medida que disminuye el nivel de éste para poder mantener constante la generación del conjunto. Esta disminución de la cota es frenada, parcialmente, al realizar la operación energética conjunta de Guri y Macagua (disminuyendo generación en Guri y aumentando generación en Macagua).

El embalse Macagua, ubicado 90 Km aguas abajo de Guri, tiene una capacidad de regulación baja (1 día). A medida que transcurre el verano se incrementa su generación debido al aumento de la descarga de Guri.

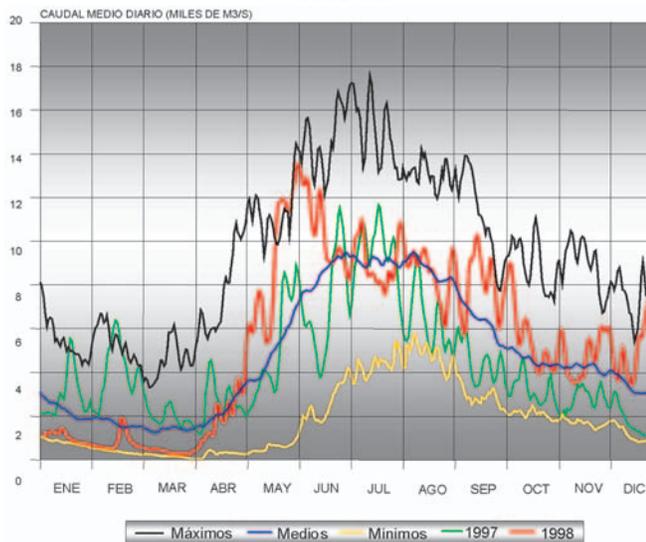
Figura V.2.2-3 Venezuela. Encadenamiento de efectos del Fenómeno El Niño 1997-98 sobre el sistema Uribante-Caparo



En la cuenca del Caroní, el seguimiento que venía realizando EDELCA del Fenómeno El Niño desde octubre de 1997 reveló una disminución drástica de los aportes de ese río en el verano 1997/98. Sin embargo, el crecimiento de la generación de las centrales hidroeléctricas de EDELCA durante los tres primeros meses de 1998 respecto a 1997, siguió su ritmo normal (7% en promedio, lo que equivale a 309 GWh/mes).

La Figura V.2.2-4 muestra el comportamiento del río Caroní para ese período.

Figura V.2.2-4 Venezuela. Caudales diarios del río Caroní. 1997-98



Fuente: EDELCA

Debido a la tendencia de disminución de los aportes que se venía observando, en febrero de 1998 EDELCA y OPSIS recomendaron al Sistema Interconectado Nacional aumentar la generación termoeléctrica, como medida preventiva de posibles racionamientos a futuro, lo cual se pone en práctica en el mes de Marzo. Si bien no se produjo afectación al usuario, hubo una reducción considerable del volumen de agua disponible en Guri, equivalente en términos de energía a 6.609 GWh, representando un total de 31% respecto al año anterior y una disminución de 15.409 millones de m³ en términos de volumen de agua (-19% del volumen total), debido a la utilización del agua del embalse hasta el inicio de mayo, momento en que se alcanzó la cota mínima de este año (normalmente es al final de mayo).

b) Impactos sobre el sector termoeléctrico

El aumento de la generación termoeléctrica antes señalado, se puso en práctica desde marzo hasta mayo, mes en el que se determinó la desaparición del fenómeno y la tendencia de recuperación del embalse Guri.

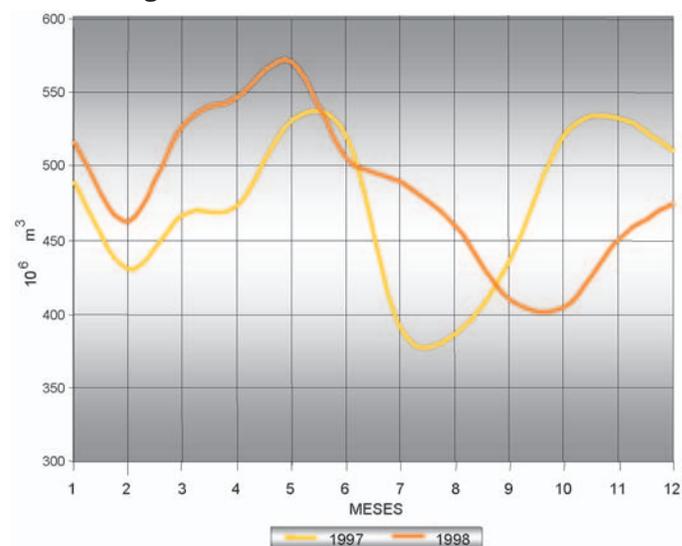
Este incremento de la generación termoeléctrica ocasionó

un consumo adicional de combustible: Gas (226 millones de m³, equivalente a +7,8%) y Fuel-Oil (511 miles de TM, equivalente a +317%), en especial de este último, ya que la mayoría de las unidades que apoyaron esta operación consumen Fuel-Oil.

El aumento de la generación de energía de las unidades termoeléctricas, para el período de febrero a junio, equivale a unos 1.802 GWh (+18,5%) en comparación con el año anterior.

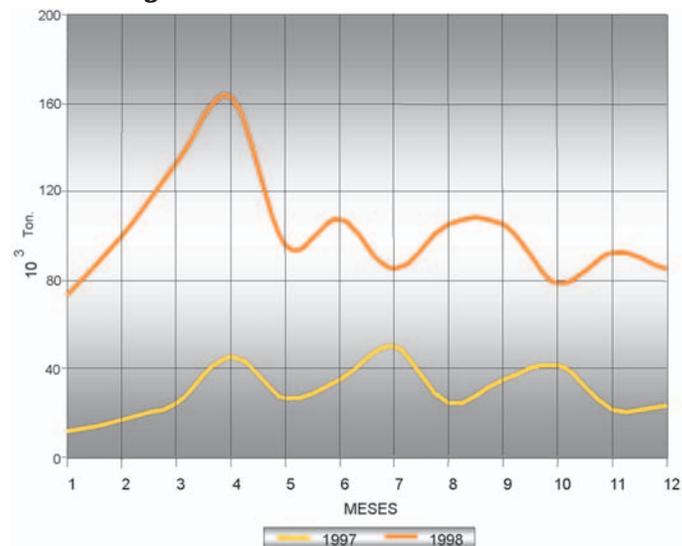
En las Figuras V.2.2-5 y V.2.2-6 se muestran las metas propuestas de generación térmica por compañía durante ese período, así como el consumo adicional total de gas y Fuel Oil para la generación termoeléctrica, respectivamente.

Figura V.2.2-5 Venezuela. Consumo de gas para la generación termoeléctrica. 1997-98



Fuente: EDELCA

Figura V.2.2-6 Venezuela. Consumo de fuel oil para la generación termoeléctrica. 1997-98



Fuente: EDELCA

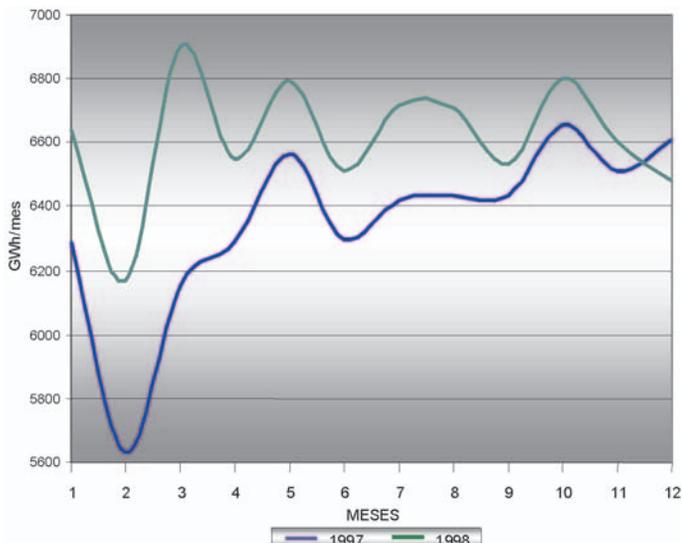
2.2.2 IMPACTOS SOBRE LA DEMANDA POR EXCESO DE TEMPERATURA

El impacto sobre la demanda en este caso está asociado a las variaciones inusuales de la temperatura, tomando en cuenta que normalmente las características climáticas de Venezuela, no muestran una variación estacional importante de esta variable y que los primeros meses del año se caracterizan por ser la época más fría con temperaturas promedio de 27° C.

En 1998, muchas áreas urbanas del país, principalmente la del área metropolitana de Caracas, fueron afectadas por una ola de calor inusual que provocó un aumento del consumo eléctrico residencial, al haber un mayor uso de aire acondicionado y de ventiladores.

Este incremento de la demanda de enero a marzo de 1998 fue de 1.587 GWh, cercano a un 12% adicional respecto al año anterior, valor relativamente alto al compararlo con el crecimiento vegetativo de la demanda de 4,8%, tal como puede observarse en la Figura V.2.2-7. Tal incremento inusual de la demanda fue atendido a través del aumento de la generación hidroeléctrica, empeorando aun más la situación de los embalses. En el caso del abastecimiento de energía en la región andina, las fallas que se produjeron en la generación acentuaron el problema en esa zona del país, que no pudo resolver, sino parcialmente, sus necesidades a través del sistema interconectado, dada la falta de integración de dicho sector al mismo.

Figura V.2.2-7. Venezuela. Energía generada en los sistemas eléctricos. 1997-98



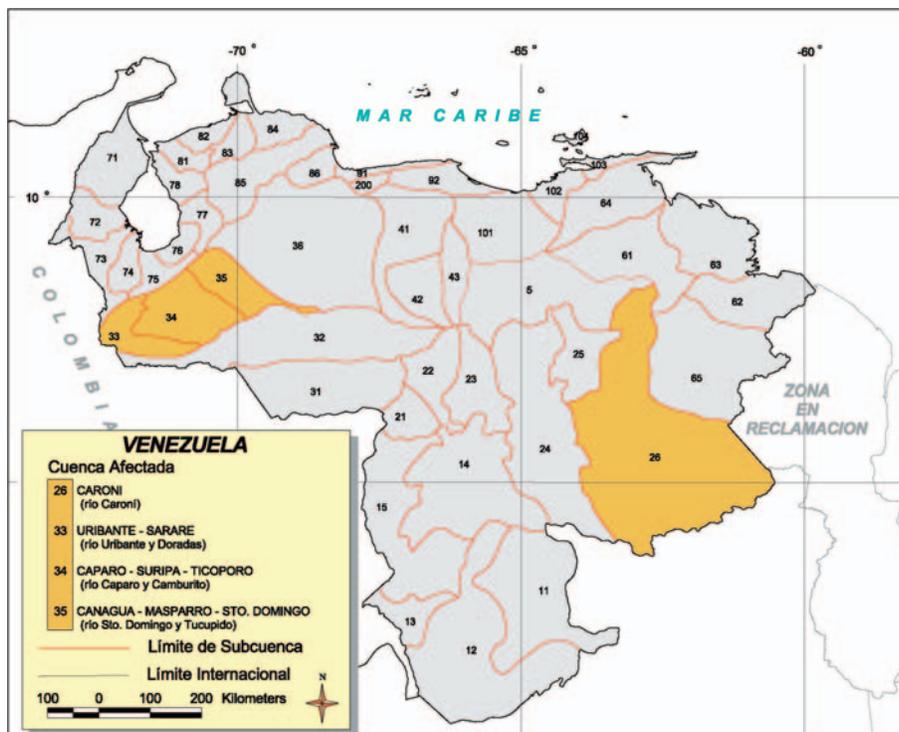
Fuente: EDELCA

2.3 FOCALIZACION DE LAS AFECTACIONES

Con base a los análisis antes reseñados, las afectaciones en el servicio eléctrico estuvieron relacionadas con las cuencas que alimentan los embalses de generación de hidroelectricidad.

La Figura V.2.3-1 muestra las cuencas hidrográficas afectadas en el sector eléctrico.

Figura V.2.3-1 Venezuela. Cuencas hidrográficas afectadas en el sector eléctrico



Fuente: EDELCA

El Cuadro V.2.3-1 muestra el resumen de la focalización de los impactos del fenómeno en el sector eléctrico.

2.4 DAÑOS GENERADOS Y SUS COSTOS

Los daños producidos al sector por efectos del FEN son del tipo indirecto dado que no están relacionados con daños a la infraestructura del sector, sino con mayores costos de producción. Los costos generados están relacionados con el incremento de la generación termoeléctrica para compensar la disminución de la generación hidroeléctrica y poder atender adecuadamente la demanda sin tener que recurrir al racionamiento en el servicio.

La generación total de las plantas termoeléctricas durante los meses de marzo, abril y mayo de 1998 fue de 828 GWh por encima de lo previsto en circunstancias normales, lo cual representó un mayor costo para el sector; sin embargo, con objeto de no afectar a los consumidores al subir las tarifas

Cuadro V.2.3-1 Venezuela. Focalización de los impactos del Fenómeno El Niño 1997-98 sobre el sistema eléctrico

Estados	Ríos o cuencas	Efectos o amenazas	Localidades afectadas y tipo de impacto sobre el servicio de suministro eléctrico
Táchira	Ríos Uribante, Caparo y Camburito	Sequía Disminución del caudal de los ríos: Uribante en 0,15m ³ /seg; Camburito en 2,5m ³ /seg. y Caparo en 6 m ³ /seg., lo que disminuyó el agua almacenada en el embalse La Honda en 45 millones de m ³ debajo de la media obligando a la disminución de generación en 15%	Bajos niveles de agua en los embalses de la Central hidroeléctrica Dr. Leonardo Ruíz Pineda (Planta San Agatón ubicada en Táchira); General José Antonio Páez (Planta Páez) y Dr. José Antonio Rodríguez (Planta Peñas Largas) ubicada en el estado Barinas, lo que afectó el suministro de electricidad en los estados Táchira, Mérida, Trujillo y Barinas. Racionamiento en todo el estado Táchira: Area metropolitana de San Cristóbal, Táriba, Santa Ana, San Josefito, Santo Domingo, Fundación, El Piñal, Adyacentes. Area metropolitana de San Antonio, Urea, Rubio y sectores adyacentes. Area metropolitana de la Fría, Colón, Coloncito, La Tendida y sectores adyacentes. Area metropolitana de la Grita, Pregonero, El Cobre, San Simón y sectores adyacentes. Area metropolitana de Palmira, Cordero, Capacho, Palo Grande, Lobatera, Michelena y sectores adyacentes.
		Aumento de temperatura	Aumento de la demanda de energía eléctrica.
Mérida	Canaguá-Masparro-Santo Domingo	Sequía, disminución de caudales y disminución del aporte del río Santo Domingo	Afectación de la generación de la central José Antonio Páez (Planta Páez) y del abastecimiento normal en el estado Mérida.
Trujillo	Ríos Boconó y Tucupido	Sequía, disminución de caudales, disminución de aportes de los ríos	Afectación de la generación en la central Peñas Largas (Estado Barinas) con repercusiones en el sistema sobre Trujillo.
Bolívar	Caroní	Sequía, disminución de caudales a valores mínimos históricos. Disminución de 33% de los aportes al embalse El Guri, lo que obligó al incremento de la generación termoeléctrica en 18,5% en relación al año anterior	No hubo afectaciones directas a la población debido al manejo de la situación.

Fuente: Elaboración CAF en base a información suministrada por las empresas eléctricas

respectivas, el gobierno decidió subsidiar el costo del fuel oil que se utilizó para ello.

De cualquier forma, se produjeron pérdidas para las empresas, para el país en general y para su balanza de pagos. Las empresas que operan las centrales hiodroeléctricas dejaron de generar y vender el monto arriba indicado de Gigavatios-hora, en tanto que las empresas que operan centrales térmicas que compensaron el déficit, generaron y vendieron la energía indicada. La empresa productora de petróleo, si bien recibió pago por el combustible necesario para la generación, lo hizo a precio subsidiado y dejó de exportar un volumen de 1,7 millones de barriles de fuel oil, cuyo precio internacional era de US\$ 10,10 por barril para ese momento.

A pesar de lo anterior, la adecuada antelación en el aviso acerca de la inminencia del fenómeno, combinada con la

muy buena planificación de la operación del Sistema Eléctrico Interconectado (bajo la que se combinó la generación de centrales térmicas e hidráulicas) permitió que el costo originado por El Niño fuese de una magnitud relativamente baja, especialmente al tener en cuenta la vulnerabilidad del sistema ante la ocurrencia de sequías prolongadas. De no haber sido así se habría tenido que recurrir a racionamientos de energía al final de la estación seca, con el consiguiente efecto negativo sobre las actividades que utilizan electricidad.

El costo del daño total al sector se ha estimado en los 9.014 millones de bolívares, o su equivalente de 17,2 millones de dólares. Adicionalmente, por tratarse de combustible que la empresa petrolera tuvo que destinar a un uso doméstico en lugar de exportarlo, se produjo un efecto negativo en la balanza de pagos, por ese mismo monto. (Ver Cuadro V.2.4-1).

Cuadro V.2.4 -1 Venezuela. Daños en la generación de electricidad. Fenómeno El Niño 1997-98. Millones de bolívares

Tipo de daño o efecto	Daño total	Daño directo	Daño indirecto	Efecto sobre la balanza de pagos
Total Nacional	9.014,3	-	9.014,3	9.014,3
Más altos costos por generación en plantas termoeléctricas	9.014,3	-	9.014,3	9.014,3

Fuente: Estimaciones CAF basadas en información oficial y cálculos propios.

2.5 VULNERABILIDADES FISICAS MAS RELEVANTES EN EL SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA

El sistema eléctrico nacional concentra sus vulnerabilidades frente a fenómenos climáticos adversos como El Niño en varias áreas. Las más importantes relacionadas con cada uno de los eslabones de la cadena de efectos que este fenómeno genera son:

a) Vulnerabilidades asociadas al conocimiento meteorológico, climático y a los pronósticos

El sector eléctrico en Venezuela, debido al predominio de la generación de hidroelectricidad (64%), requiere un manejo preciso y un pronóstico acertado de las amenazas hidroclimáticas y sus efectos sobre la calidad del servicio de generación. Sin embargo, la capacidad de las empresas para dar respuesta a estos requerimientos no es suficiente ya que se requiere adoptar modelos de previsión más sofisticados para facilitar este tipo de tareas. Ha existido, sin embargo, una diferencia entre las distintas empresas en la capacidad de pronóstico, determinando diferentes grados de vulnerabilidad en estos temas. EDELCA, que representa la mayor parte del sector, es en gran medida autónoma en la producción de información hidroclimatológica, mientras que Desurca, en la zona andina, depende en gran medida de la información del MARN.

Si bien para la zona de Guayana, donde se genera el 74% de la electricidad, la información hidroclimatológica de la cuenca del Caroní es buena, la identificación de la relación entre las precipitaciones y el escurrimiento de sus afluentes presenta debilidad en la precisión de los pronósticos ya que éstos se realizan para el corto plazo (3 meses). Con base a lo anterior, para el manejo de la mayor parte de la electricidad del país, existe imprecisión en los pronósticos hidrológicos a nivel sectorial para plazos superiores al mes, debido, por una parte, a la falta de conocimiento de todas las variables que explican el FEN y de su relación con la precipitación y los caudales. Por otra parte, por posibles falencias en la calidad de la información de precipitación y

escurrimiento, que sin ser deficiente puede ser mejorada.

La generación en la zona andina presenta una vulnerabilidad importante en estas áreas. Respecto al monitoreo, el soporte tecnológico es muy débil. La falta de interconexión de la red impide que se obtengan datos en tiempo real. No existe conexión a satélites y algunos parámetros solo disponen de mediciones puntuales por no tener sensores de reporte permanente. Tampoco se dispone de modelos de simulación para pronósticos de corto o mediano plazo ni se cuenta con personal y equipos necesarios para la realización de actividades de análisis e interpretación permanente de las variables monitoreadas y para la predicción de precipitaciones. Adicionalmente, si bien corresponde al MARN el monitoreo y suministro de la información hidroclimática, no existen canales oficiales ni procedimientos que permitan o faciliten la comunicación permanente de información sobre pronósticos de precipitación.

Respecto a otra amenaza que estuvo presente durante el FEN 1997-98, como lo fue la tropicalización a consecuencia del aumento inusual de temperatura durante los primeros meses de 1998, CADAFE-DESURCA realiza monitoreos de la temperatura en sus estaciones climáticas pero no hace proyecciones del comportamiento de esta variable.

b) Vulnerabilidad asociada a las cuencas

Adicional a las vulnerabilidades que se han reseñado en el Capítulo II de este estudio, las cuencas asociadas a las fuentes de generación de energía en el sector presentan diferente grado de intervención, siendo menor en las del sur del país. Sin embargo, en estas últimas se vienen dando procesos que es necesario controlar como son las intervenciones características por la presencia de etnias indígenas en la cuenca del Caroní, con uso de fuego como herramienta de trabajo para las labores agrícolas. De esta forma, las cuencas son sometidas a incendios constantes, lo que se suma a la intervención por la actividad minera que afecta la calidad de los suelos.

En la zona andina también se presentan diferentes grados de intervención en varias de las cuencas lo que, asociado a incrementos de temperatura y a los procesos de deforestación, hace vulnerable la prestación del servicio ante el riesgo de reducción de las aguas aportantes. De las cuencas vinculadas al proyecto Uribante-Caparo, la mayor intervención se presenta en las cuencas de los ríos Uribante y la del río Camburito, tributarios de la Central San Agatón y futura central Vueltosa, respectivamente. Existe también una intervención moderada en la cuenca del río Doradas, que corresponde a la futura Central Las Doradas. La cuenca menos intervenida es la del río Caparo, también tributario de la futura Central La Vueltosa.

Es importante señalar una vulnerabilidad natural relacionada con este conjunto de cuencas de la región andina. Debido a su pequeño tamaño, estas cuencas muestran una alta sensibilidad a las variaciones climatológicas a la vez que una gran capacidad de respuesta.

c) Vulnerabilidad asociada a los ríos

El sector eléctrico, especialmente la generación hidroeléctrica, cuenta con registros diarios de los caudales de los principales ríos utilizados para alimentar sus embalses. Sin embargo, la vulnerabilidad se presenta en la falta de modelos para hacer pronósticos de la variación de los caudales en función de las precipitaciones.

CADAFE y más específicamente el proyecto Uribante-Caparo, ha manejado y contratado consultores para la simulación y proyección de caudales y crecientes y actualmente realiza monitoreo de dichos caudales. Sin embargo, no dispone de modelos para su pronóstico.

d) Vulnerabilidad del servicio para responder a los impactos del fenómeno

En relación a la capacidad del sector para enfrentar la afectación del servicio, se identificaron las siguientes vulnerabilidades:

- Escasez de planes de mantenimiento y rehabilitación de las plantas termoeléctricas, debido a la falta de recursos.
- Parque de generación y red troncal de transmisión con inadecuado tiempo de respuesta al momento de requerir su incorporación en los esquemas de generación para suplir la demanda. Esta lentitud en la disponibilidad es ocasionada por los retrasos en los mantenimientos y en la rehabilitación de viejas unidades, así como por la falta de incorporación de nueva transmisión que complete el sistema hacia occidente y oriente, debido a la falta de recursos financieros para ejecutarlos.
- Restricciones en la red de transmisión para cubrir la

demanda del servicio de energía en ciertas zonas en momentos de crisis.

- Falta de ejecución de obras requeridas para completar el proyecto Uribante-Caparo, lo que limita la capacidad de operación y regulación entre embalses.
- Insuficiencia de la generación instalada en el Sistema Occidental para cubrir toda la demanda, acompañado de un proceso de desinversión de la empresa eléctrica (CADAFE) desde el punto de vista de la infraestructura de transmisión, que no permite, en los períodos en los cuales las unidades de generación no pueden cumplir su función, importar la totalidad de la energía que recibe el sistema.
- Baja capacidad de regulación de los embalses de la región andina debido a la disminución de aportes, asociado a falta de disponibilidad de modelos y equipos adecuados para la explotación hidroenergética de los embalses, lo que conduce a que su uso no sea óptimo.
- Dificultad en la fijación del precio del combustible (fuel oil) para los casos de emergencia de tal forma que no incida significativamente sobre los usuarios, debido a que depende del Ministerio de Energía y Minas.
- Crecimiento de la demanda en los estados andinos así como de la oferta pero sin posibilidad de recuperación de la inversión, lo que afecta la capacidad financiera de la empresa prestadora del servicio.

e) Vulnerabilidad asociada al comportamiento del usuario

Se ha señalado que el usuario del servicio presenta hábitos de alto consumo de energía o de uso ineficiente de la misma. Adicionalmente, durante El Niño se observó un incremento de la demanda energética en momentos en que el suministro se encontraba amenazado por falta de agua en las centrales hidroeléctricas, lo que hizo evidente una falta de comunicación con la población para concientizarla sobre la necesidad de hacer uso racional del recurso.

2.6 RESPUESTA DEL SECTOR. ACCIONES EJECUTADAS DURANTE EL FEN 1997-98

Previas al evento

Las acciones físicas tomadas, una vez conocida la proximidad del evento, estuvieron orientadas a:

a) Mejorar el conocimiento de las amenazas

Los aspectos que fueron considerados en las actuaciones de esta fase se refirieron a mejorar la información y el pronóstico hidrológico.

- Incrementar el monitoreo de la información de las precipitaciones y escurrimiento tanto en EDELCA como en el Occidente.

- Intensificar la medición de los niveles de los embalses y su reporte al despacho de carga, a fin de hacer un uso más adecuado de las aguas del embalse en el sistema Uribante-Caparo. Mejorar la curva de gastos de los embalses también en EDELCA.

- Incorporar nuevos métodos de pronósticos en el caso de EDELCA.

- Medidas para restablecer el control continuo de niveles en los afluentes del embalse Uribante-Caparo (adquisición de limnógrafo).

b) Reducir la afectación de las cuencas

- Con la finalidad de preservar el recurso hídrico, DESURCA viene desarrollando desde 1985 diferentes programas de conservación a través de la Gerencia de Cuencas, para ordenar el uso racional en las cuencas correspondientes a tributarios de los embalses de aprovechamiento hidroeléctrico. Entre los programas implementados están: Programa Integral de Conservación (PIC) donde destaca el asesoramiento técnico al campesino; Control de Torrentes, con la finalidad de controlar el aporte de los sedimentos a los embalses; Programa de Edificación Ambiental, desarrollado en conjunto con las comunidades de la zona; Guardería Ambiental, programa ejecutado en conjunto con la Guardia Nacional y el MARN; y Ecología Ambiental. Existen además programas de monitoreo tales como: inventario de flora y fauna, análisis de calidad de las aguas, estudios batimétricos, entre otros.

- Durante 1997-98, se llevaron a cabo campañas de reforestación y control de torrentes en zonas intervenidas y deforestadas y en las cabeceras de los ríos del Sistema Suroccidental.

- Campañas educativas de concientización ambiental para evitar mayor deforestación en el Sistema Occidental.

- Control de incendios en ambos sistemas.

c) Planificar la respuesta durante la contingencia

En este aspecto las acciones de EDELCA se concentran en:

- La redefinición de las curvas de sequía.

- Elaboración de un plan estratégico para la generación de energía eléctrica.

- Análisis de riesgo de racionamiento y consumo del combustible.

Durante la contingencia

Una vez identificada la necesidad de disminuir la generación hidroeléctrica se procedió a:

- Alertar a los sectores eléctricos y energéticos involucrados en el problema (EDELCA).

- Adoptar un esquema de uso racional de la hidroenergía en el Sistema del Guri. En occidente, plan de racionamiento en todos los estados andinos y distribución de energía de acuerdo al mismo.

- Activar un plan para eliminar las restricciones de transmisión en todo el sistema nacional.

- Ejecutar plan de incremento de generación térmica, incluyendo repotenciación de las unidades térmicas de todo el sistema y funcionamiento de generadores diesel.

- En occidente, comprar energía al Sistema interconectado y a Colombia.

- Atender las reclamaciones de los usuarios en el sistema occidental.

2.7 LECCIONES APRENDIDAS Y LINEAS DE POLITICAS PARA LA REDUCCION DE LAS VULNERABILIDADES DEL SECTOR

La experiencia vivida durante el Fenómeno El Niño evidenció fortalezas en el sector que merecen ser resaltadas:

- Manejo de información y modelos de simulación por parte de EDELCA, lo que permitió prever las limitaciones futuras para la generación de energía hidroeléctrica en Guri.

- Estrecha coordinación entre todos los subsectores del sistema eléctrico, lo que permitió respuesta rápida del sector.

- Contar con un sistema interconectado que aunque no cubrió totalmente todas las regiones, permitió el suministro de energía a muchas zonas afectadas.

- Disponibilidad de capacidad de generación térmica que permitió suplir la disminución de la generación hidroeléctrica.

Las debilidades se observaron fundamentalmente en la falta de pronósticos a largo plazo y en los problemas indicados en las vulnerabilidades antes mencionadas.

Tomando como base las vulnerabilidades que todavía persisten en el sector eléctrico para mitigar o reducir los efectos de variaciones climáticas extremas, como es el caso de las generadas por el Fenómeno El Niño, en las reuniones nacionales que se llevaron a cabo durante este estudio

fueron planteadas una serie de políticas a nivel del sector orientadas a reducir las debilidades en las áreas de información, en la disponibilidad del parque de generación, en los problemas de la red troncal de transmisión, en la disponibilidad de combustibles y en el comportamiento del consumidor.

Se considera como una política central la necesidad de definir con claridad el marco legal del sector eléctrico que dé soporte a la incorporación del sector privado en la prestación del servicio. Se espera que con esta política sea factible incrementar los niveles de inversión tanto para el mejoramiento de la disponibilidad del parque de generación, la ampliación de las redes de transmisión y el fortalecimiento de los programas de mantenimiento permanentes. Dicho marco deberá también definir las políticas nacionales de uso de combustibles y la tarifaria, para que el sector incremente su capacidad de autofinanciamiento.

Dentro de este marco se han propuesto las siguientes líneas de política.

Generales para todo el sector

a) Política para mejorar el conocimiento del impacto del fenómeno, amenazas, vulnerabilidades y pronósticos

- Garantizar la captación y la calidad de la información hidrometeorológica en todas las cuencas de generación hidroeléctrica. Planificar y ejecutar programa de instalación de estaciones.
- Mejorar la calidad del pronóstico de escurrimientos y caudales. Incorporar modelos de estimación y pronóstico en todos los sistemas.
- Apoyar el intercambio de información hidrometeorológica y de pronóstico. Evaluar la posibilidad de centralizar en una institución, la información pertinente para todo el sector.
- Instalar sistema de información y base de datos.

b) Políticas para reducir las vulnerabilidades de las cuencas

- Aplicar las políticas de conservación y manejo de cuencas.
- Definir cuencas de interés para la aplicación de planes de manejo.
- Nombrar autoridades de área por cuenca.
- Actualizar reglamentación del uso de los recursos de las cuencas de interés.

- Formular los planes de desarrollo y conservación de las cuencas y vigilar su aplicación.

c) Políticas para mejorar el manejo de amenazas físicas

- Realizar estudios de amenazas climáticas que puedan afectar el sector eléctrico.
- Realizar estudios de vulnerabilidad y riesgos de los sistemas eléctricos.
- Desarrollar modelos de simulación de la relación entre precipitaciones y variación de caudales y aportes de los mismos a los embalses.

d) Políticas para incrementar la capacidad de respuesta del sector eléctrico

- Ejecutar los planes de inversión en generación y transmisión de energía eléctrica, incluyendo la rehabilitación de las unidades termoeléctricas, completar las obras del sistema interconectado, etc.
- Establecer planes permanentes de mantenimiento del parque termoeléctrico.
- Priorizar el uso de los recursos: a) hídricos, en los embalses. b) combustible (cuotas), así como en las políticas de racionamiento.
- Garantizar la obtención de recursos económicos para el sector público o incentivar la participación de privados para el mantenimiento e inversión en obras de generación y transmisión de energía.

- Definir una política de precio de combustibles para situaciones de emergencia.

- Definir una clara política tarifaria que garantice la prestación adecuada del servicio a nivel nacional.

e) Políticas para mejorar el comportamiento del usuario

- Crear políticas educacionales e informativas para los diferentes tipos de usuario orientadas a un uso más eficiente del recurso.
- Definir e implantar una política de uso racional de la energía, y en combinación con el sector agua potable, realizar campañas de educación al usuario en las escuelas y al público en general.

Políticas específicas por sistemas

El Cuadro V.2.7-1 resume las líneas de política identificadas por las instituciones sectoriales para cada uno de los sistemas afectados.

Cuadro V.2.7-1. Venezuela. Líneas de política para la reducción de vulnerabilidades físicas en los sistemas de generación de energía eléctrica

Conocimiento meteorológico, climático y pronósticos	Cuencas	Ríos	Amenazas físicas	Impactos sobre el servicio	Impactos sobre el usuario
Región Andina. Sistema Desarrollo Uribante-Caparo. Desurca/Cadafe					
<p>Promover la rápida implantación del sistema de pronóstico e investigación de fenómeno meteorológicos. Garantizar el uso público y difusión gratuita de los pronósticos meteorológicos. Promover el análisis e investigación de los fenómenos oceanográficos y su influencia en los cambios meteorológicos.</p>	<p>Campañas de concientización de la población para evitar incendios forestales.</p>	<p>Promover que las instituciones involucradas generen pronósticos de caudales de los ríos.</p>	<p>Optimización del uso de los embalses, presentando tecnologías avanzadas.</p>	<p>Completar las redes del sistema interconectado para garantizar la adecuada prestación del servicio en la región andina.</p>	<p>Concientización de la población para un uso adecuado de la energía según la estación climática.</p>
Estado Bolívar. Sistema Electrificación del Caroní –Edelca					
<p>Mejorar capacidad de pronósticos.</p>				<p>Definir política nacional de uso de combustibles en el sector eléctrico que considere condiciones hidrológicas extremas (emergencias)</p> <p>Aprobación de la ley Eléctrica para definir las reglas de juego. Estimular la participación privada para garantizar recursos para mantenimiento y la inversión en la generación térmica de acuerdo a los planes de expansión.</p> <p>Mejorar la capacidad de transmisión hacia las zonas vulnerables.</p>	<p>Aplicar campañas comunicacionales y educativas para racionalizar el consumo de energía.</p>