

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS  
CENTRO DE INVESTIGACIONES  
PARA EL DESARROLLO –CID-

---

**INFORME PERITAZGO AL MERCADO  
MAYORISTA DE ENERGIA**

**CHIVOR**

Bogotá D.C. julio de 2.001

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS  
CENTRO DE INVESTIGACIONES  
PARA EL DESARROLLO CID

---

**GRUPO ASESOR**

Ing. Hernando Díaz  
Director Técnico del Proyecto

Ing. Javier Barona  
Director Operativo del Proyecto

Ing. Estrella Parra  
Asesora Técnica Plantas Hidráulicas

Ing. Javier Castro  
Asesor Técnico Plantas Térmicas

Dr. Carlos Malagón  
Asesor Jurídico

D.I. Angela Caicedo  
Profesional Asistente

Oscar González  
Profesional Asistente

## **NOTA**

Los precios de oferta que se utilizaron para todos los análisis son los suministrados por el Mercado de Energía Mayorista (MEM) e incluyen un ajuste con respecto a las ofertas enviadas al CND por los generadores. El ajuste, realizado por el MEM, se hace para considerar la diferencia entre el CEE y el CERE. Este valor sólo se puede determinar a posteriori y está incluido en la información oficial suministrada por ISA. El ajuste es constante para todos los generadores y, por lo tanto, no afecta ninguno de los análisis descritos en este documento.

## CHIVOR

1. PRESENTACIÓN .....	2
2. GENERALIDADES DE LA PLANTA .....	3
3. RESPUESTAS DEL GENERADOR.....	3
4. ANALISIS DE LAS OFERTAS .....	4
4.1. Periodo 1: 1° de junio a 30 de junio de 1999 .....	4
4.1.1. Condiciones iniciales.....	4
4.1.2. Evolución del sistema durante el período.....	4
4.1.3. Comportamiento de la oferta .....	4
4.2. Periodo 2: 15 de marzo a 30 de abril de 2000 .....	5
4.2.1. Condiciones iniciales.....	5
4.2.2. Evolución del sistema durante el periodo.....	6
4.2.3. Comportamiento de la Oferta .....	6
4.3. Periodo 3: 1° de agosto a 10 de septiembre de 2000 .....	7
4.3.1. Condiciones iniciales.....	7
4.3.2. Evolución del sistema durante el periodo.....	7
4.3.3. Comportamiento de la Oferta .....	8
Nota: es de resaltar que los valores de oferta bajos coinciden, Chivor – Pagua en la primera y Chivor- Guavio en la segunda.....	11
4.4. Comentarios comunes para los tres periodos de oferta.....	12
5. RESPUESTAS AL CUESTIONARIO DE LA SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS PUBLICOS.....	14



## 1. PRESENTACIÓN

La Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios ordenó adelantar un Auto de Averiguación del agente generador CHIVOR que fue notificado al representante legal el 10/10/2000

Las fechas estipuladas en dicho Auto comprenden los siguientes períodos.

1° a 30 de junio de 1999;

15 de marzo a 30 de abril de 2000; y,

1° de agosto a 10 de septiembre de 2000

Con el objeto de analizar la información suministrada por el agente y la aportada por ISA, la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios contrató a la Universidad Nacional.

Este informe corresponde al estudio realizado; contiene el análisis y conclusiones sobre el comportamiento particular de CHIVOR dentro del mercado mayorista de energía para los periodos especificados.

Para el trabajo adelantado se tuvo en cuenta la información específica aportada por el agente dentro del Auto, la información suministrada por el Mercado Mayorista e información pública obtenida por la Universidad Nacional.

**Nota:** La Universidad Nacional estudió adicionalmente el comportamiento general de los agentes en le período 1° de junio de 1999 a 30 de septiembre de 2000 para obtener el contexto del mercado mayorista, aunque en este informe sólo se incluyen los análisis relacionados con el período del auto específico.



## **2. GENERALIDADES DE LA PLANTA**

CHIVOR es una planta hidráulica de 750 MW en su primera etapa con un embalse con capacidad máxima de 624.82 Mm<sup>3</sup> y un almacenamiento energético de 1105.24 GWh. Se encuentra ubicada en el departamento de Boyacá y está conectada al SIN a través de las líneas Chivor-Guavío, Chivor-Sochagota y Chivor-Torca, todas de doble circuito.

Para efectos operativos el CND considera que la planta está ubicada en el subárea oriental. La planta representa aproximadamente el 9.35 % de la capacidad hidráulica instalada y el 6.12 % de la capacidad total del sistema colombiano.

## **3. RESPUESTAS DEL GENERADOR**

El generador envió a la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios sus respuestas al auto de averiguación en 95 A-Z y 29 disquetes, cuyo contenido se encuentra descrito detalladamente en el anexo A.

Para la justificación de las ofertas, Chivor utilizó 250 hojas aproximadamente por cada día de los solicitados en el periodo. En forma repetida incluyó fotocopias de las resoluciones de la CREG, hojas de cálculo idénticas y documentos con textos iguales para cada uno de los días del periodo. Todas copias innecesarias y no aportaron ninguna información adicional.



## 4. ANALISIS DE LAS OFERTAS

A continuación se hace un análisis de las condiciones del sistema y de las ofertas presentadas por el agente generador durante los periodos considerados en el auto de averiguación.

### 4.1. Periodo 1: 1° de junio a 30 de junio de 1999

#### 4.1.1. Condiciones iniciales

- Estado embalse a 1° de junio

Al 1° de junio el nivel del embalse de Chivor se encontraba en el 75.32% de su capacidad máxima.

#### 4.1.2. Evolución del sistema durante el período

- Comportamiento del embalse durante el periodo

Como puede verse en la Gráfica No. 1 del anexo, el nivel del embalse al 1° de junio estaba en 75.32% y para el 30 de junio en 83.03%, se registraron un máximo de 83.03% y un mínimo del 73.30%.

#### 4.1.3. Comportamiento de la oferta

Durante los primeros días las ofertas fueron constantes para las 24 horas con un precio de 49.20 \$/kW h. Para los siguientes días, y hasta el final del período, las ofertas se realizaron con precios altos para las horas de baja demanda y precios bajos para las horas de alta demanda. Los precios ofertados tuvieron valores mínimos de 23.20 \$/kW h y máximos de 49.20 \$/kW h. El comportamiento del despacho fue



normal: cuando se ofrecieron precios bajos se le asignó una generación grande y con precios altos se le asignaron potencias bajas. Esto solamente se modificó en períodos durante los cuales se le asignó una generación relativamente baja, alrededor de 33 MW, por necesidades de seguridad eléctrica del sistema o inflexibilidades de la planta..

El valor predominante a la hora 19 fue alrededor de 25.70 \$/kW h, en tanto que para la hora 3 se tuvo un valor medio aproximado de 30 \$/kW h, con un máximo de 49.20 \$/kW h y un mínimo de 25.40 \$/kW h.

Es de destacar que a la hora 3 el precio de las ofertas se mantuvo siempre por encima del precio de bolsa.

Aunque los niveles del embalse permanecieron altos durante este periodo, las ofertas presentan diferencias de alrededor del 100%. Además, se presentan diferencias similares en un mismo día, con un nivel de embalse casi constante.

## **4.2. Periodo 2: 15 de marzo a 30 de abril de 2000**

### **4.2.1. Condiciones iniciales**

- Estado Embalse a 15 de marzo

Al 15 de marzo el nivel del embalse se encontraba en 43.07 % de su capacidad máxima.



#### 4.2.2. Evolución del sistema durante el periodo

- Comportamiento del Embalse

Como puede verse en la Gráfica No. 1 del anexo, el nivel a 15 de marzo estuvo en 43.07% y para el 30 de abril estaba en el 31.20%, se registraron un máximo 43.07 % y un mínimo del 31.20%, es decir, que la tendencia del embalse fue decreciente.

#### 4.2.3. Comportamiento de la Oferta

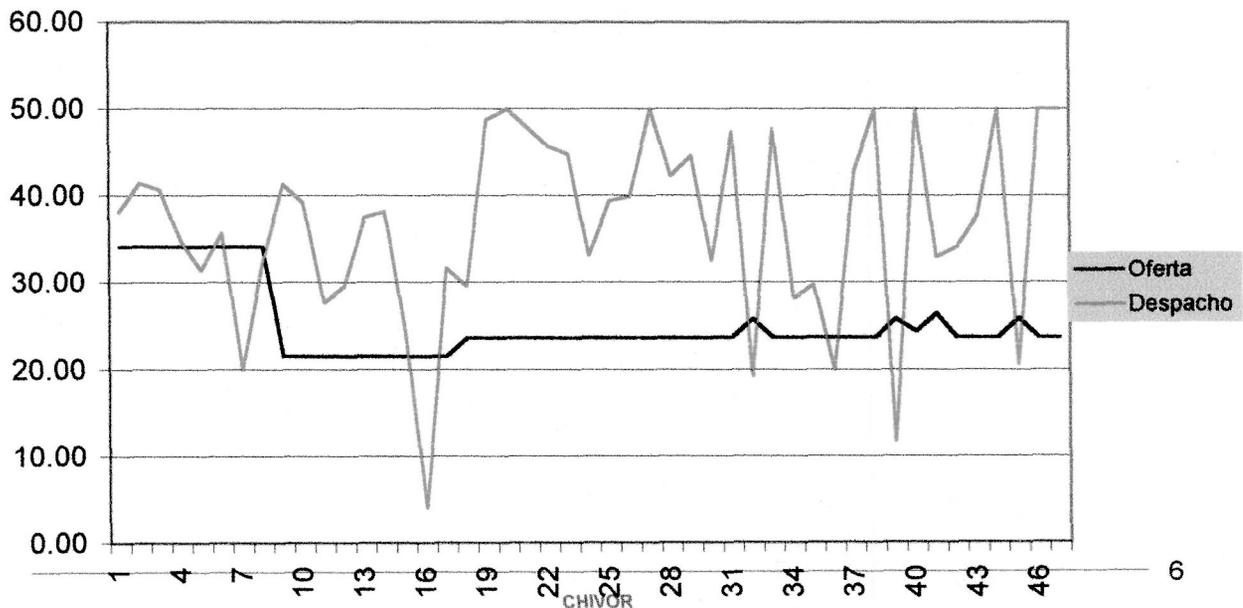
Para las horas de alta demanda de energía los precios de oferta fueron así:

Del 15 al 22 de marzo alrededor de 34 \$/kW h

Del 23 al 30 de abril alrededor de 23.5 \$/kW h.

A esta hora, el despacho de Chivor se mantuvo relativamente alto, casi independientemente de la oferta, pues se observan variaciones de la potencia despachada que sólo en ocasiones coinciden con variaciones de la oferta.

Periodo 2





Para las horas de baja demanda (entre las 23 y 6) los precios de oferta se comportaron así:

Del 15 de marzo al 15 de abril se ofrecieron precios que oscilaron entre 34.14 \$/kW h y 74.33 \$/kW h con una media alrededor de 65 \$/kW h.

Del 15 al 30 de abril con precios bajos y prácticamente constantes en 23.63 \$/kW h.

Las ofertas de valores altos de este periodo, particularmente en las horas de baja demanda, coinciden con el ofrecimiento del servicio de AGC por parte de Chivor.

#### **4.3. Periodo 3: 1° de agosto a 10 de septiembre de 2000**

##### **4.3.1. Condiciones iniciales**

- Estado Embalse a 1° de agosto

El 1° de agosto el nivel del embalse se encontraba en 94.16 % de su capacidad máxima.

##### **4.3.2. Evolución del sistema durante el periodo**

- Comportamiento del Embalse

Como puede verse en la Gráfica No. 1 del anexo, el nivel del embalse el 1° de agosto estaba en 94.16% y para el 10 de septiembre en 96.08%. Se registraron un máximo 96.31% y un mínimo del 92.99%.



### 4.3.3. Comportamiento de la Oferta

En las horas de baja demanda de energía y en la mayor parte del periodo se ofertó a 89.49 \$/kW h con algunas excepciones como los que se describen a continuación:

- 10 de agosto: 43.49 \$/kW h
- 11 a 17 de agosto: 24.49 \$/kW h
- 18 de agosto: 43.49 \$/kW h

En las horas de alta demanda para el periodo, el comportamiento fue variable tal como se describe a continuación:

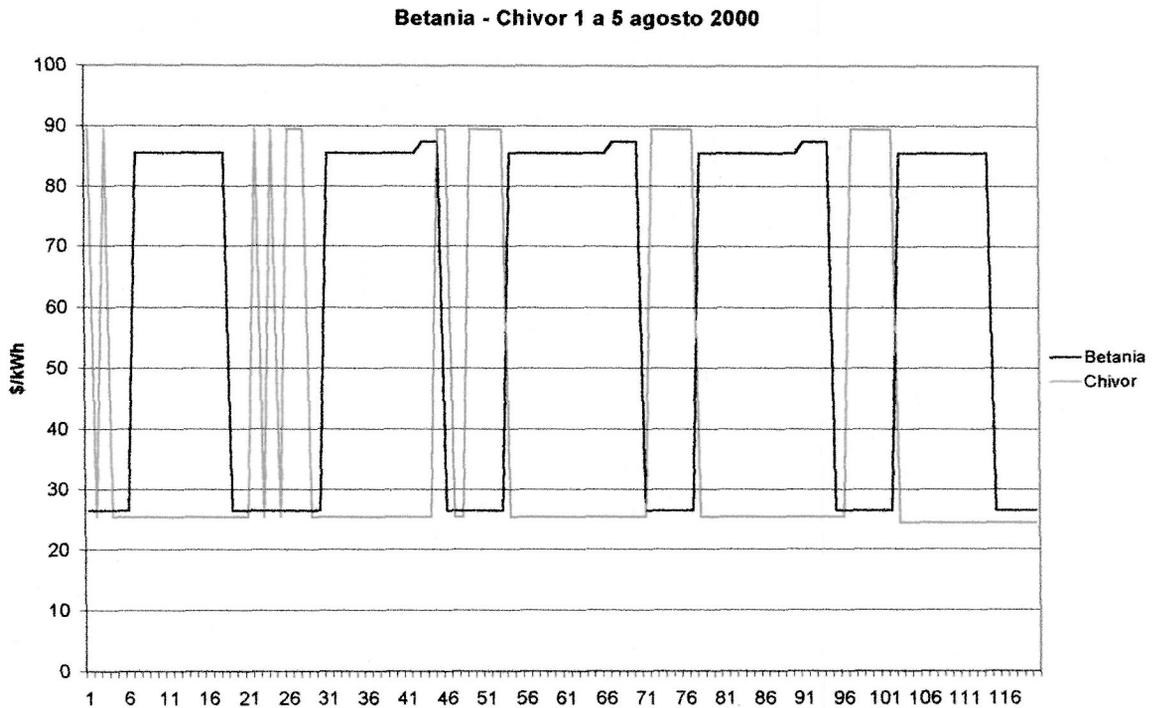
- 1° al 5 de agosto: alrededor de 25 \$/kW h;
- 6 de agosto: 87.49 \$/kW h;
- 7 al 19 de agosto alrededor de: 24.50 \$/kW h;
- 20 y 21 de agosto alrededor de: 81 \$/kW h;
- 22 al 26 de agosto alrededor de: 24.50 \$/kW h;
- 27 de agosto alrededor de: 82.50 \$/kW h; y,
- 28 de agosto al 10 de septiembre alrededor de: 24.50 \$/kW h.

De la misma forma que lo expresado para el periodo de averiguación anterior aquí también las ofertas de valores altos (mayores a 80 \$/kW h) se presentan en las horas en las cuales Chivor ofrece el servicio de AGC.



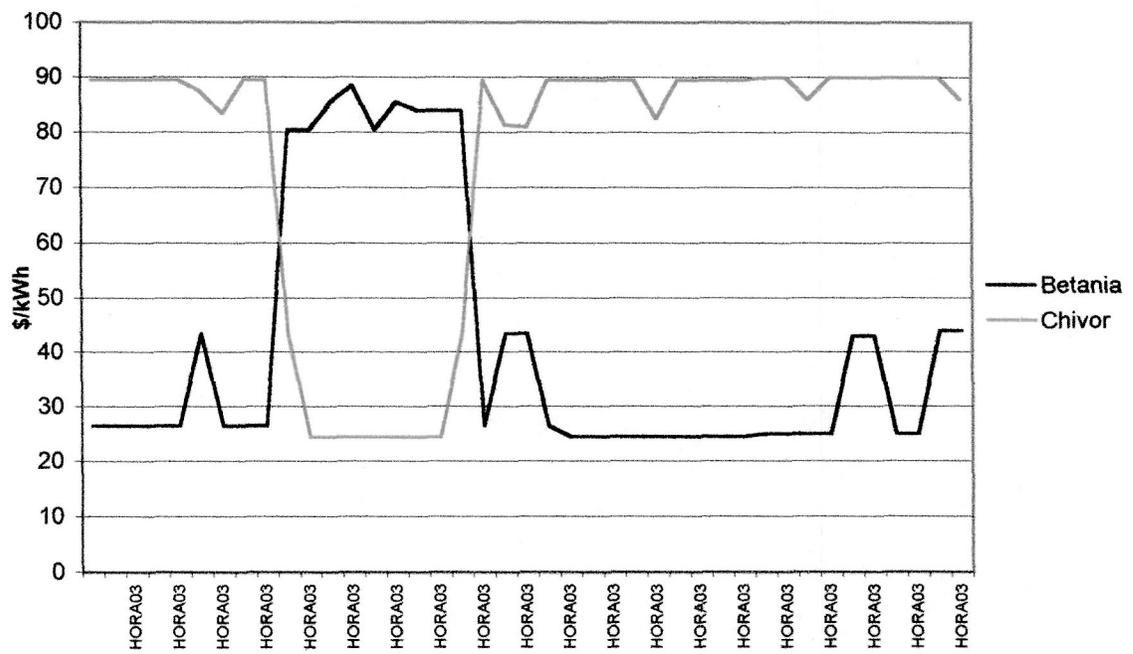
Durante este periodo se observa que a las horas en que la oferta de Chivor sube la de Betania baja, y viceversa.

Para ilustrar el comportamiento descrito se presentan las ofertas de los dos generadores a la hora 3 en las gráficas siguientes:





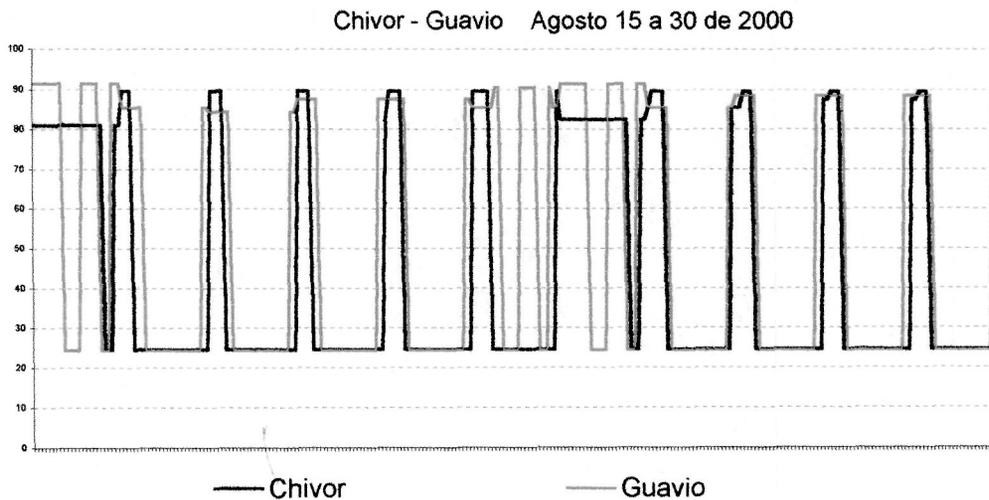
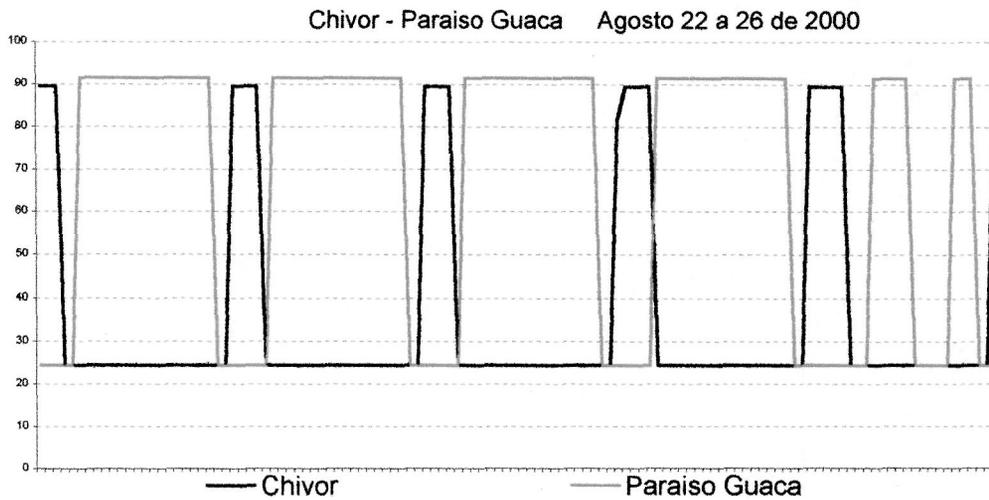
### Betania - Chivor hora 3



Nota: Para todo el periodo



También se observan comportamientos entre las ofertas de Chivor y Pagua; y, Chivor Guavio como se ilustra a continuación.



Nota: es de resaltar que los valores de oferta bajos coinciden, Chivor – Pagua en la primera y Chivor- Guavio en la segunda



#### **4.4. Comentarios comunes para los tres periodos de oferta**

No existe correlación entre los niveles de los embalses y los precios de oferta, como se ve a continuación:

En el segundo periodo, el precio de oferta máximo fue de 74.33 \$/kW h, para niveles del embalse por debajo del 50% y con tendencia a la baja en el embalse. Mientras que en el tercer periodo de investigación, el precio máximo de oferta fue de 89.49 \$/kW h, con niveles del embalse por encima del 90% y con tendencia a mantenerse en ese valor.

Además para niveles de embalse idénticos, existen ofertas de 89.49 \$/kW h y de 24.50 \$/kW h.

Por los requerimientos del sistema (soporte de tensiones, generaciones de seguridad, AGC, etc.) fue necesario mantener la generación de Chivor durante todas las horas de estos periodos, independientemente del valor de las ofertas.

No se encuentra una justificación técnica en la variación de la disponibilidad de la oferta del servicio de AGC. Por ejemplo el día 26 de agosto ofreció 105 MW en cada unidad durante las horas 1,2,3,4,5 y 24 y 0 MW en las demás horas, en cambio el 27 de agosto ofertó 105 MW en cada unidad durante todo el día.

Al hacer una revisión de las ofertas presentadas por los generadores elegibles para AGC, entre los cuales se encuentra Chivor, se encontró:

- Que existe una diferencia muy significativa entre los valores ofertados para generación que incluye el servicio de AGC y los otros, independiente de los niveles de los embalses o de las condiciones del sistema.
- Para los generadores elegibles para el AGC, la oferta de este servicio es la variable que mejor predice la oferta de un precio alto. El precio de oferta cuando se ofrece



AGC es, en promedio, superior al 300% del precio de oferta cuando no se ofrece. Analizando las generaciones reales durante los períodos en los cuales se regula la frecuencia, se observa que la energía total generada no difiere, en promedio, mucho del valor despachado con el AGC. Aunque se debe dejar disponible una capacidad para la regulación, igual a la que se asigna por el AGC, no parece justificada una variación tan grande en el precio de oferta.

- En algunas horas o días la única oferta presentada fue de parte de Chivor y por lo tanto le fue asignada a la totalidad de la generación AGC.



## 5. RESPUESTAS AL CUESTIONARIO DE LA SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS PUBLICOS

- **Pregunta:** En el período 1° de junio de 1999 a 30 de agosto de 2000, la empresa generó fuera de mérito?

En el evento de que la respuesta sea si, Cuándo generó la empresa fuera de mérito?

**Respuesta:** En el período 1° de junio de 1999 a 30 de agosto de 2000 Chivor generó en múltiples oportunidades fuera de mérito (ver archivo en Excel: Generadores hidráulicos. CD Anexo)

Para ilustración se presentan los siguientes datos:

- Número de horas que generó la planta: 11.712
  - Horas de generación por fuera de mérito: 4.194
  - Porcentaje de horas de generación por fuera de mérito: 35.81 %
  - Número de horas en que el precio de oferta fue igual al precio de bolsa: 3.028
  - Número de horas en que el precio de oferta fue mayor que el precio de bolsa: 4.194
  - MW hora generados en el periodo: 4'212.787
  - MW hora generados por fuera de mérito: 925.979
  - Porcentaje de MW hora generados por fuera de mérito: 21.98%
  - Total horas del periodo: 11.712
- 
- **Pregunta:** Qué planta o unidad de generación estableció el precio en la bolsa cuando la empresa generó fuera de mérito?



**Respuesta:** En el período analizado, cuando CHIVOR generó fuera de mérito, distintas plantas fijaron el precio de bolsa y con frecuencia varias simultáneamente (ver archivo en Excel: Generadores hidráulicos CD Anexo).

Las plantas que fijaron el precio de bolsa con mayor frecuencia fueron:

Guatapé: 51.61%

Playas: 51.43%

San Carlos: 50.76%

Para ilustración se presentan las gráficas denominadas:

Gráfica No. 2. Porcentaje de horas con Precio de Oferta igual a Precio de Bolsa;

Gráfica No. 3. Porcentaje de ofertas iguales y menores que el Precio de Bolsa; y,

Gráfica No. 4. Horas generadas durante el periodo de 11.712 horas.

- **Pregunta:** Qué precios ofertó la empresa para cada una de las unidades o plantas cuando generó fuera de mérito?

**Respuesta:** Los precios ofertados por Chivor para el período del auto de averiguación se aprecian en el anexo Precios de Oferta o se pueden consultar en archivo en Excel: Generadores hidráulicos CD Anexo

Para ilustración se presentan las gráficas denominadas:

Gráfica No. 5. Precio de oferta a la hora 3;y,

Gráfica No. 6. Precio de oferta a la hora 19.

- **Pregunta:** Qué otras empresas generaron fuera de mérito cuando la empresa generó fuera de mérito?

Cuales fueron los porcentajes de participación en la generación fuera de mérito de las empresas?



**Respuesta:** : Las plantas hidráulicas que generaron más tiempo por fuera de mérito fueron: Salvajina 84.89 %, La Tasajera 53.97 % y Pagua 53.49%, etc.

**Nota:** las plantas térmicas que generaron lo hicieron normalmente por fuera de mérito.

Los porcentajes de participación en la generación fuera de mérito se aprecian en las gráficas denominadas:

Gráfica No. 7. Porcentaje de horas de generación fuera de mérito;

Gráfica No. 8. Porcentaje MW-hora de generación fuera de mérito; y,

Gráfica No. 9. Porcentaje de horas en el que el Precio Oferta fue mayor que el Precio de Bolsa.

- **Pregunta:** Si la Empresa suscribió contratos de compraventa de energía en el periodo 1º de junio de 1999 – 31 de agosto de 2000, compare los precios de la energía estipulada en contratos con los precios ofertados en ese periodo en el Mercado Mayorista y determine las diferencias.

**Respuesta:** Para el período, Chivor celebró contratos de diversas condiciones, no comparables entre sí, por cantidades, periodos, condiciones de pago, etc.

Con el objeto de ilustrar el comportamiento del precio de la energía vendida en contratos (\$/kWh) se presentan las siguientes gráficas:

Gráfica No. 10 Precio de energía en los contratos (\$/kWh), simultáneamente con precio de bolsa para la hora 3; y

Gráfica No. 11 Precio de energía en los contratos (\$/kWh), simultáneamente con precio de bolsa para la hora 19.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA



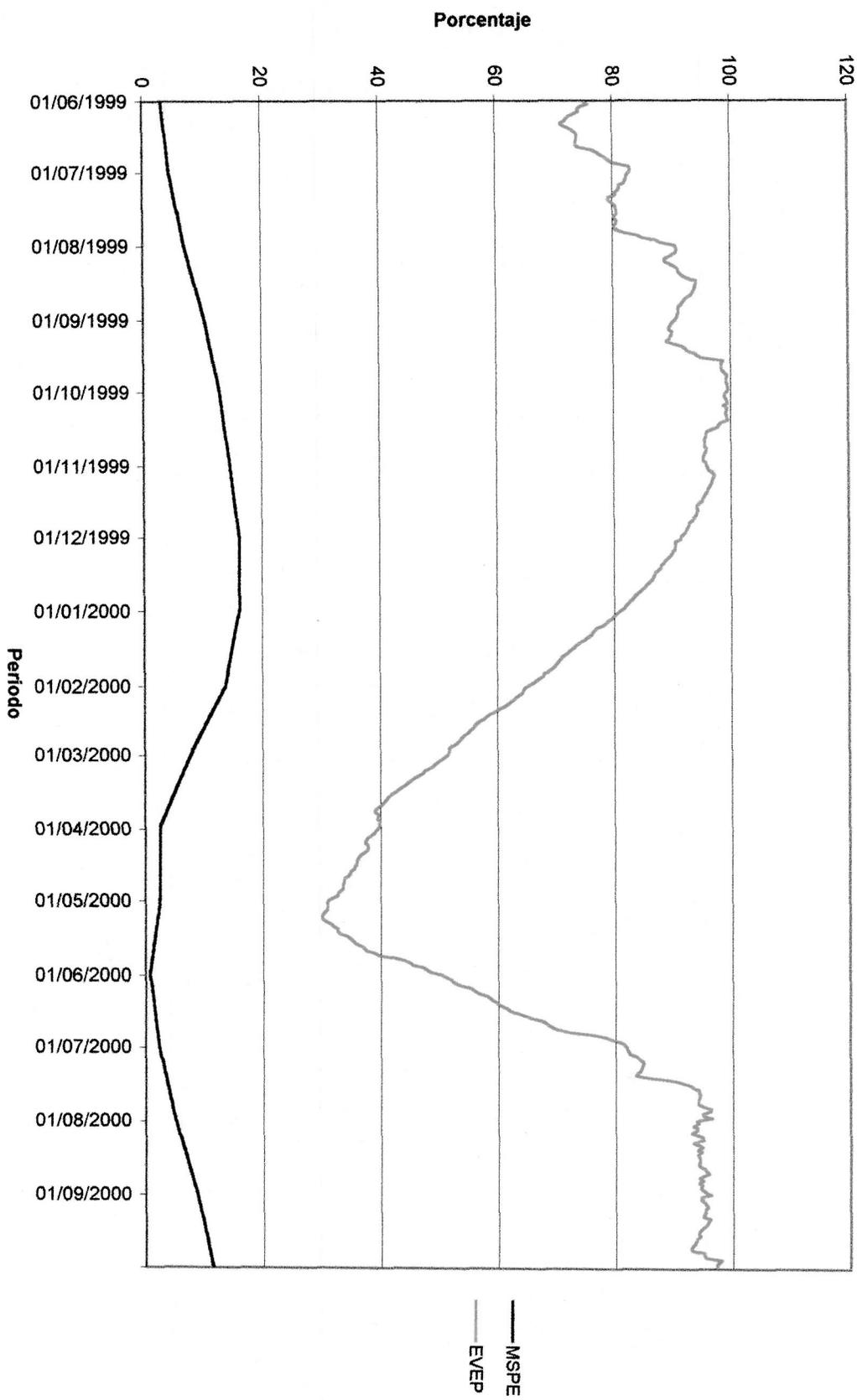
CENTRO DE INVESTIGACIONES PARA EL DESARROLLO

---

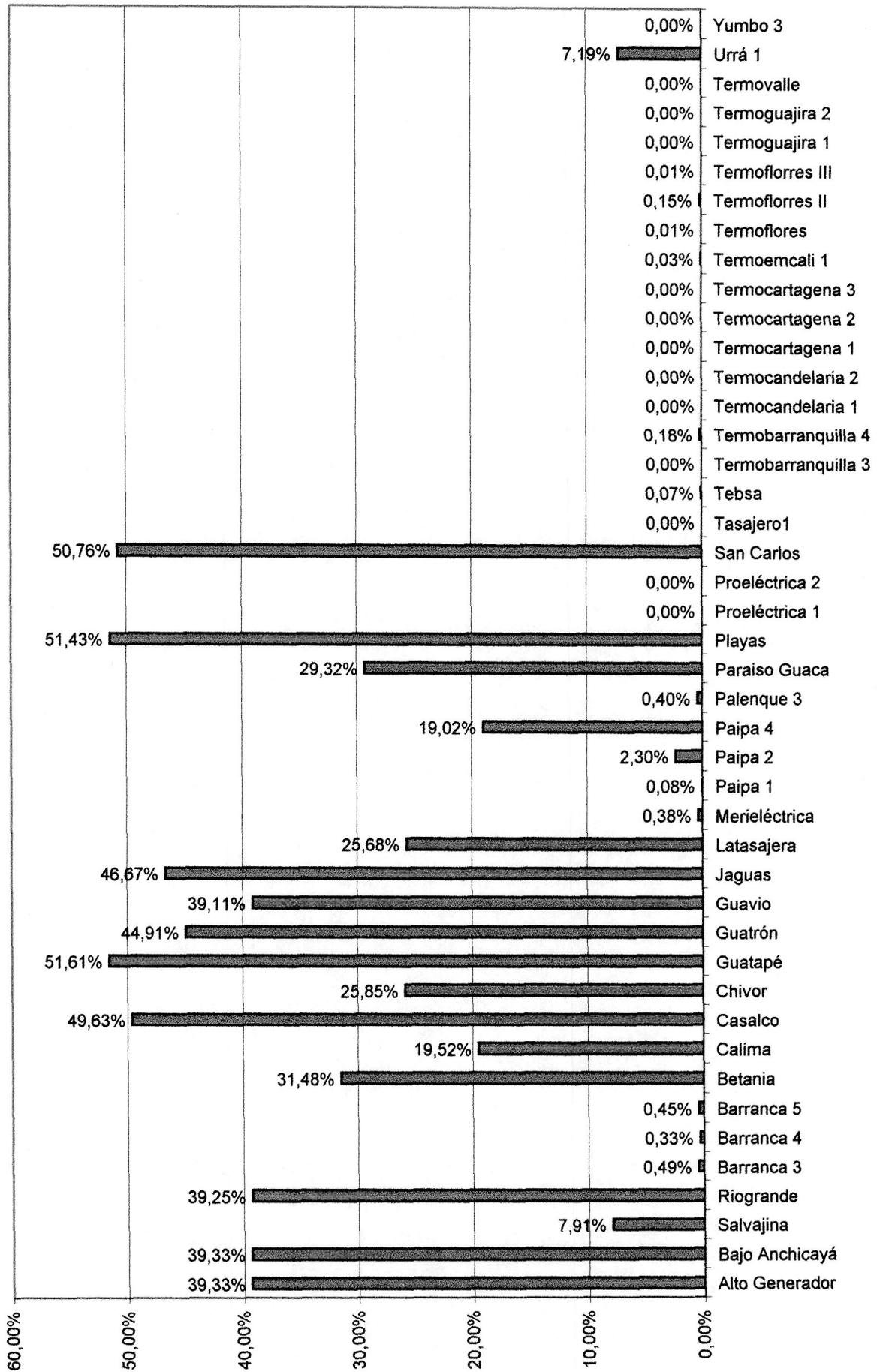
## ANEXOS

---

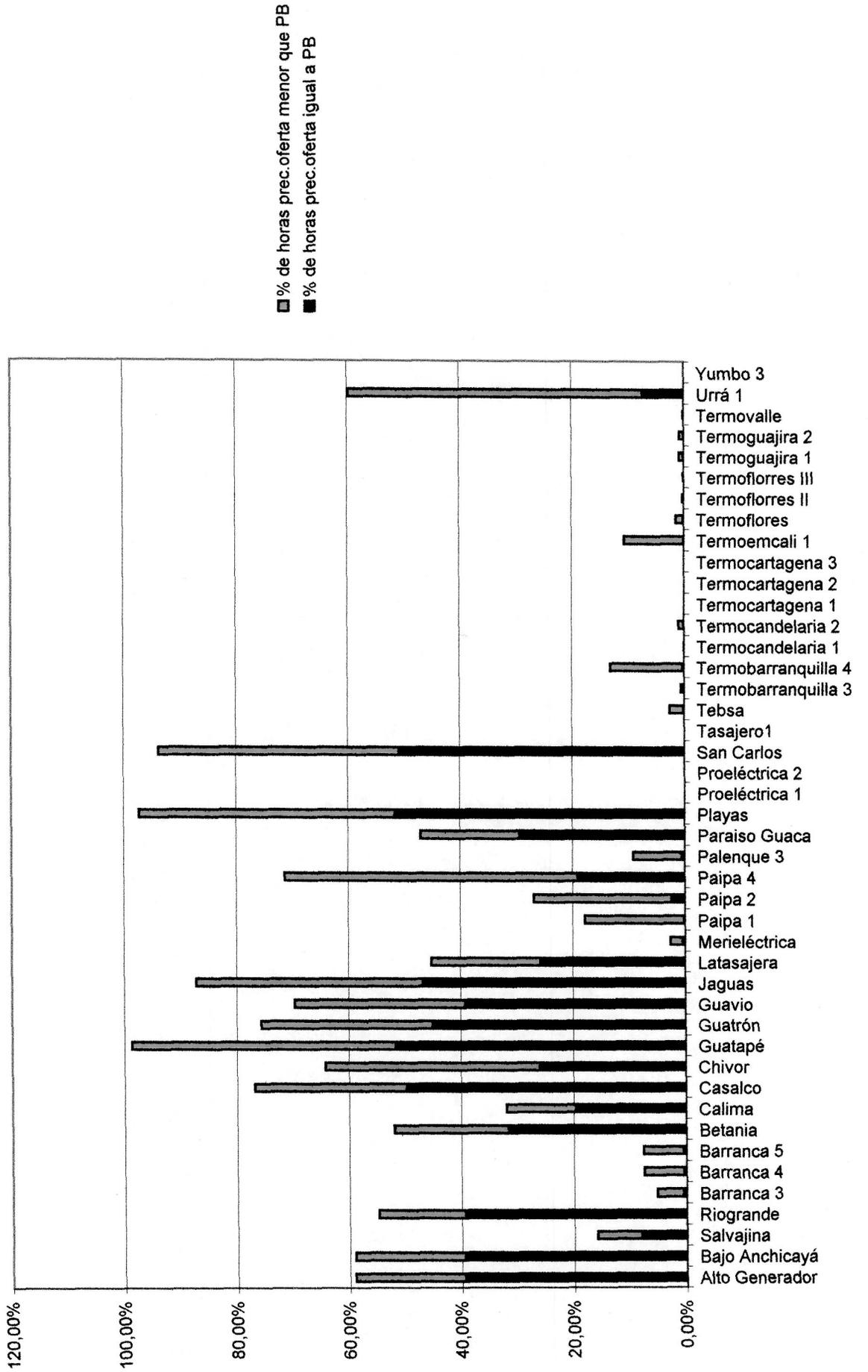
Gráfica No. 1. CHIVOR  
 Nivel porcentual del embalse (EVER)  
 Porcentaje mínimo operativo superior (MSPE)



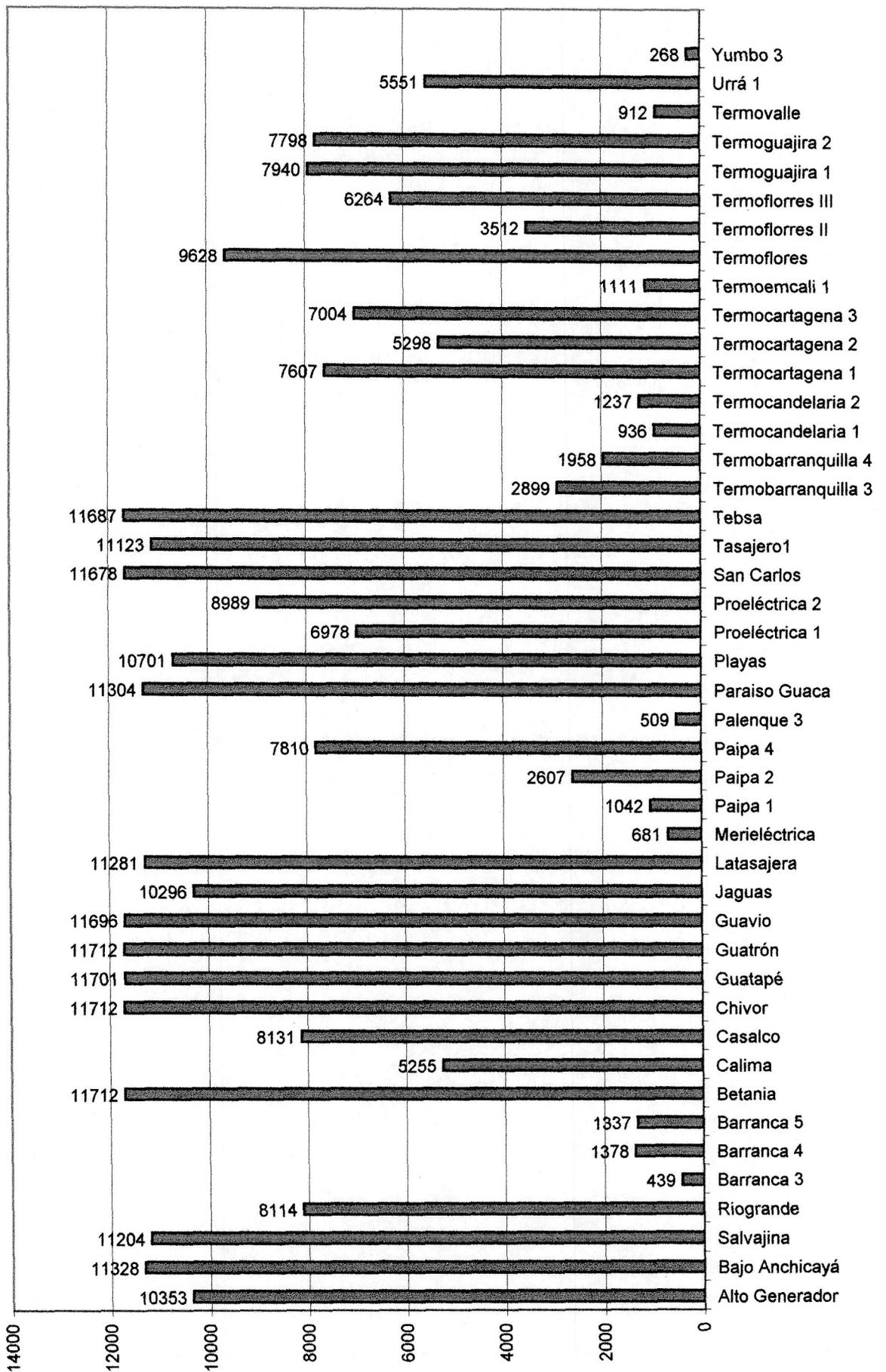
Gráfica No. 2. Porcentaje de horas con Precio de Oferta Igual a Precio de Bolsa



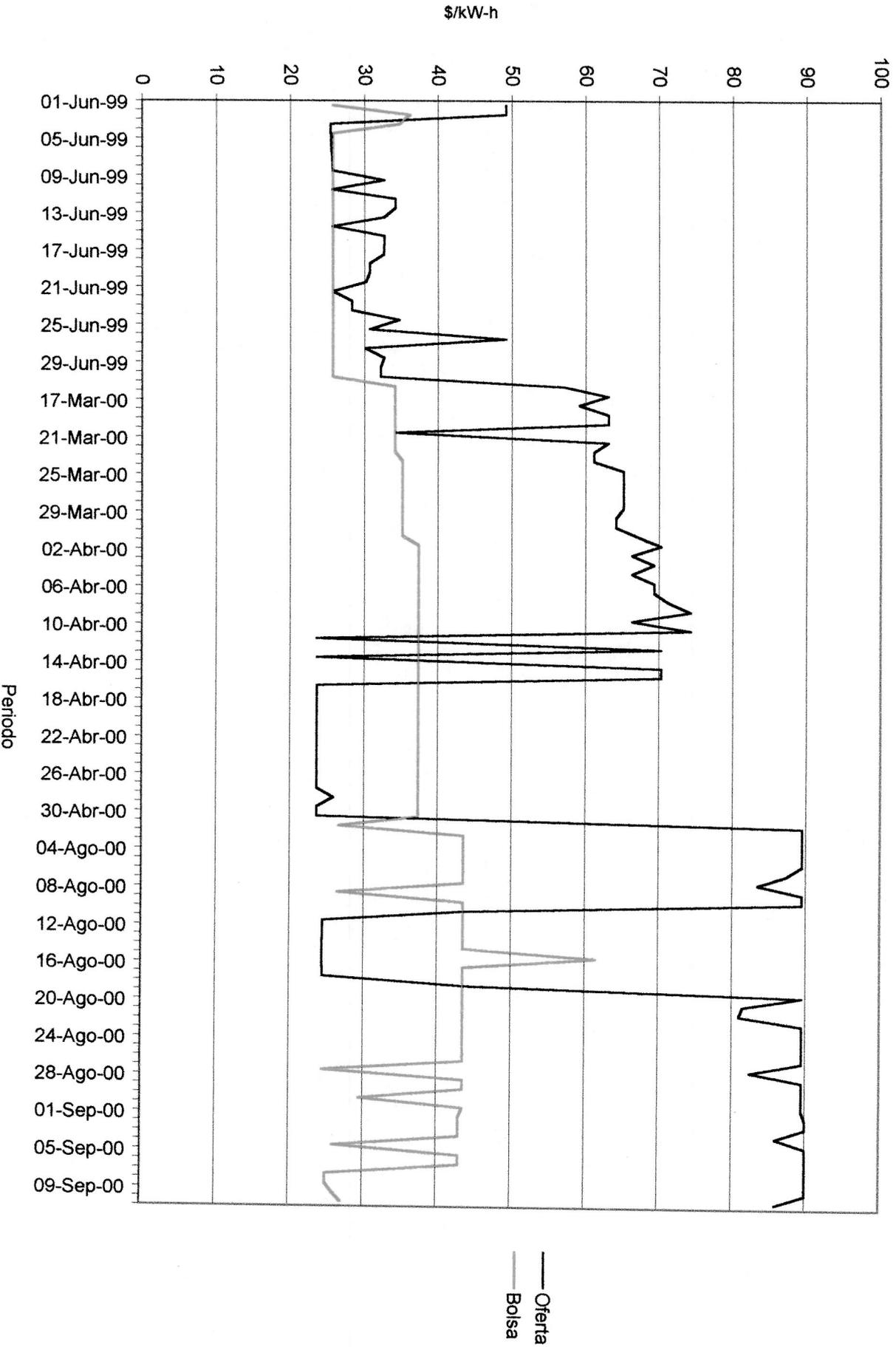
Gráfica No. 3. % de horas en que las ofertas fueron iguales o menores al precio de bolsa



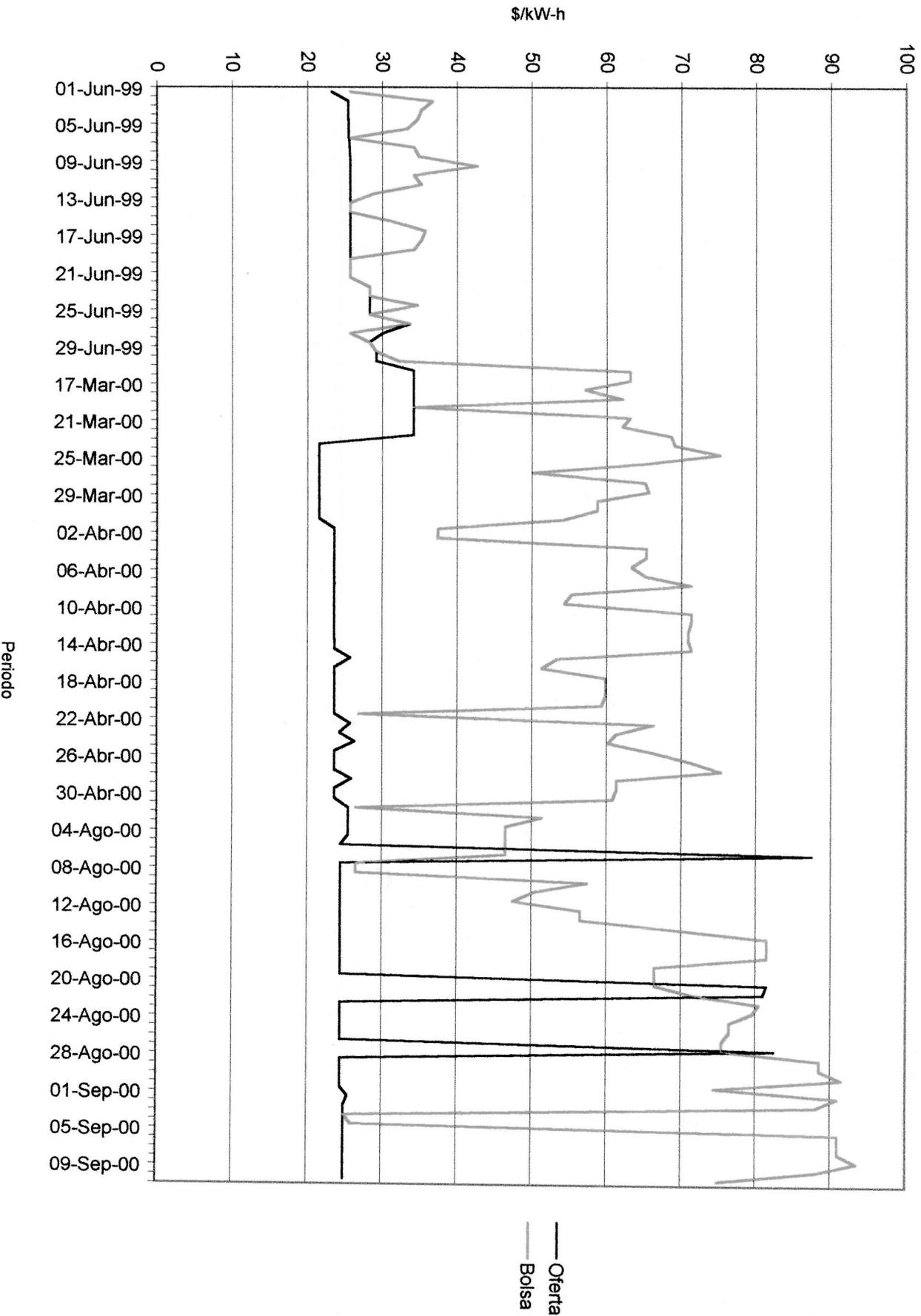
Gráfica No. 4. Horas en que generó la planta durante el periodo de estudio (11.712 horas)



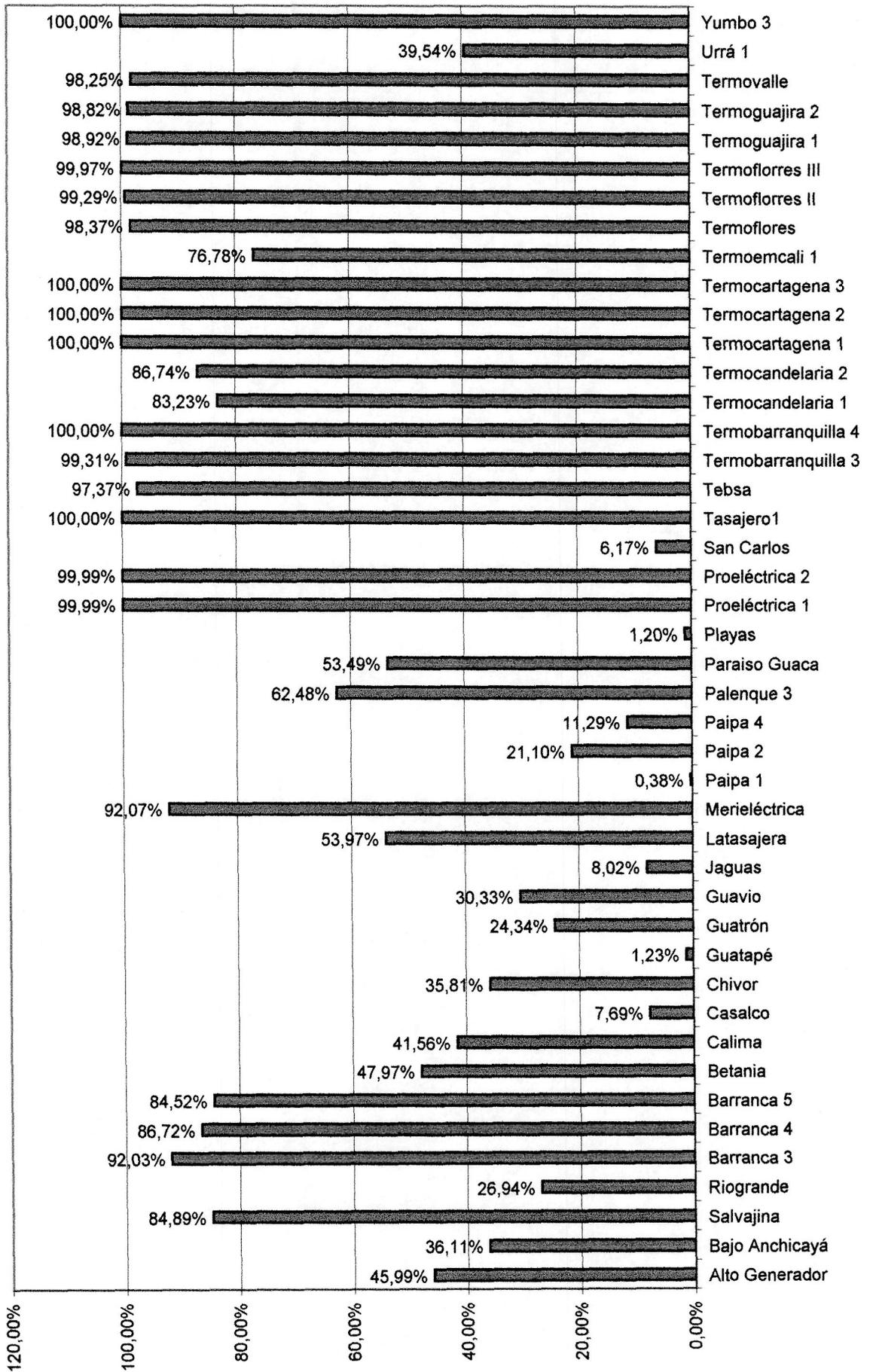
**Gráfica No. 5. CHIVOR**  
**Comparativo precio de oferta y precio de bolsa hora 03**



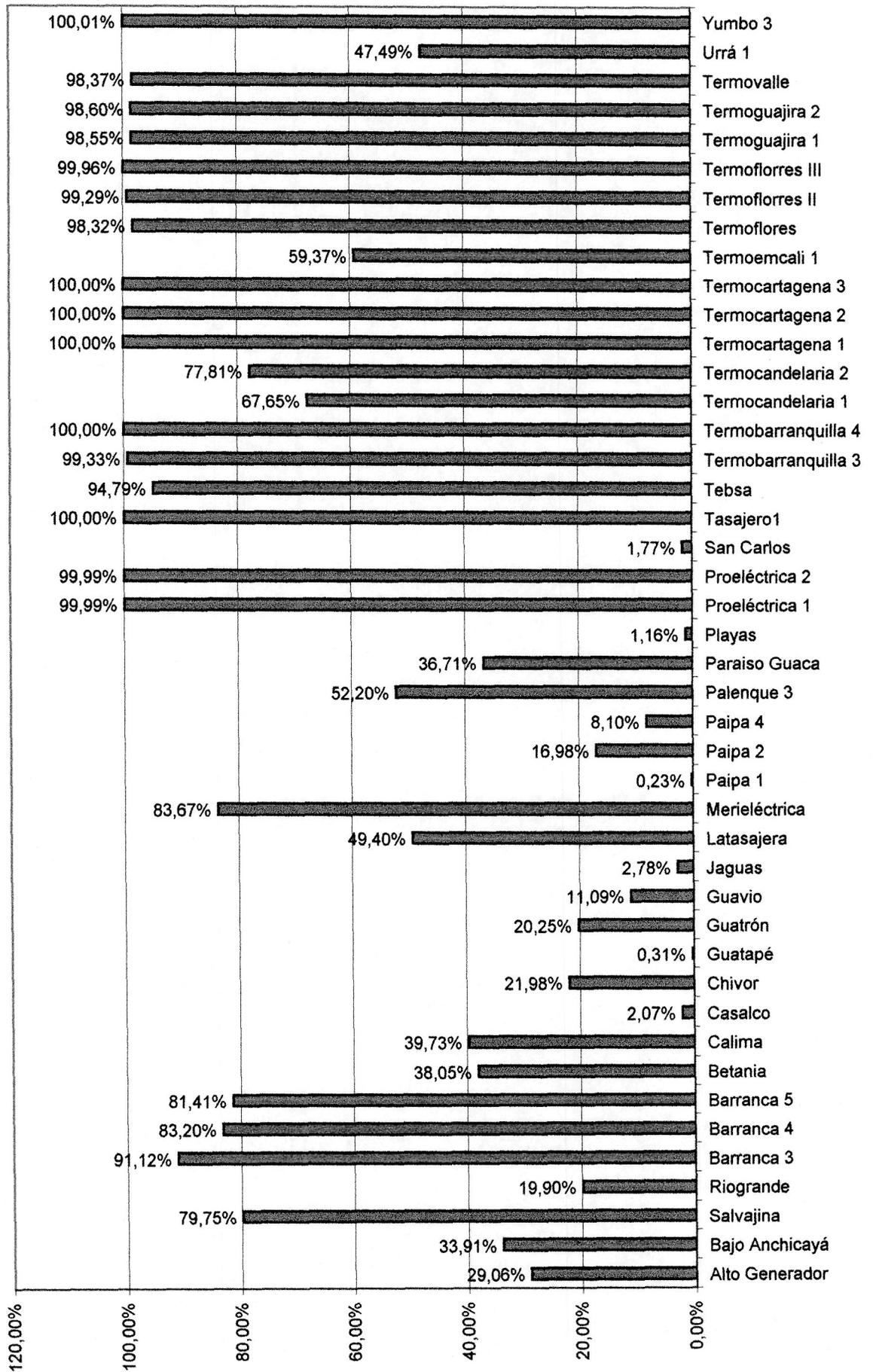
**Gráfica No. 6. CHIVOR**  
**Comparativo precio de oferta y precio de bolsa hora 19**



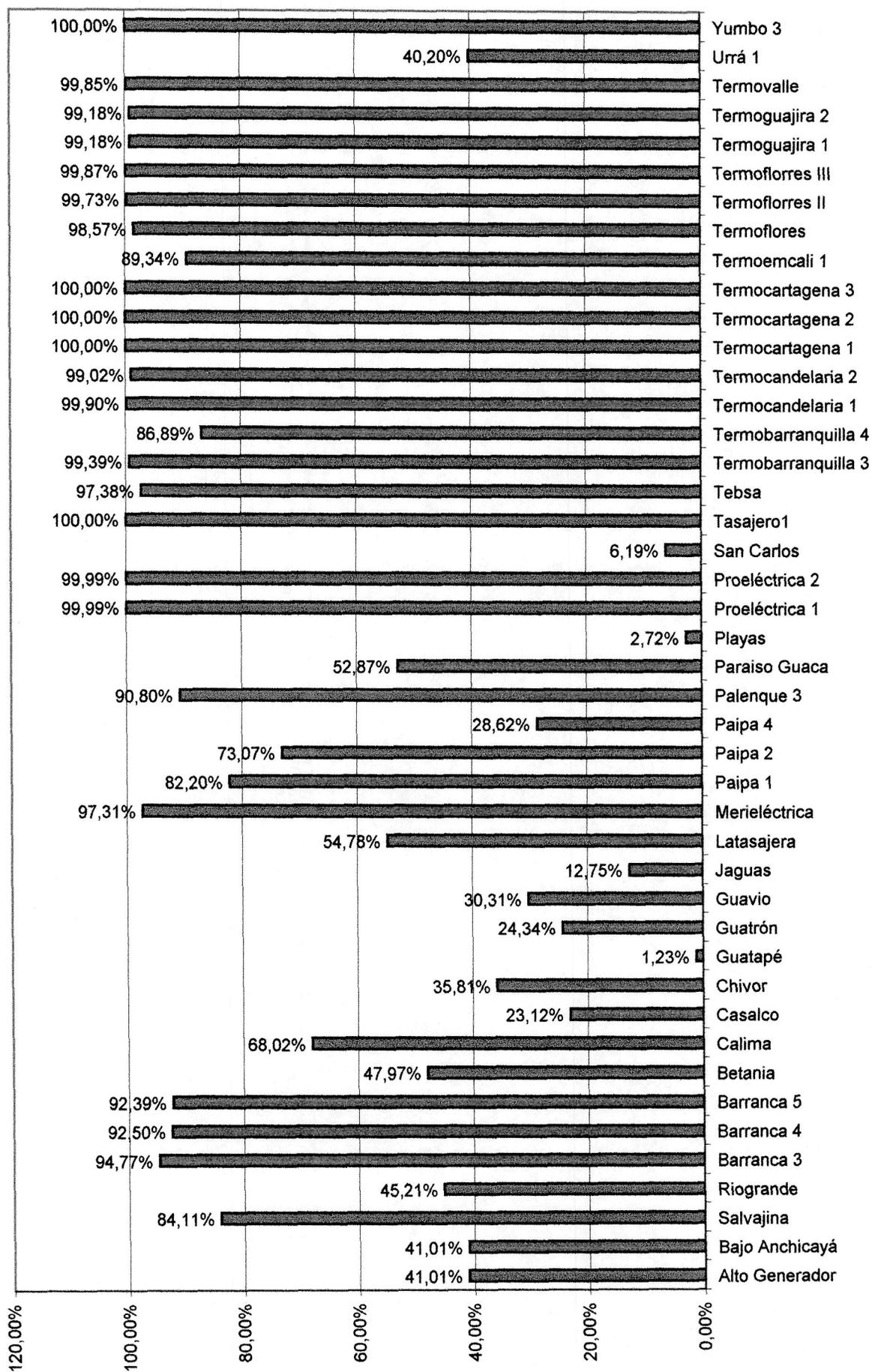
Gráfica No. 7. Porcentaje de horas de generación fuera de merito



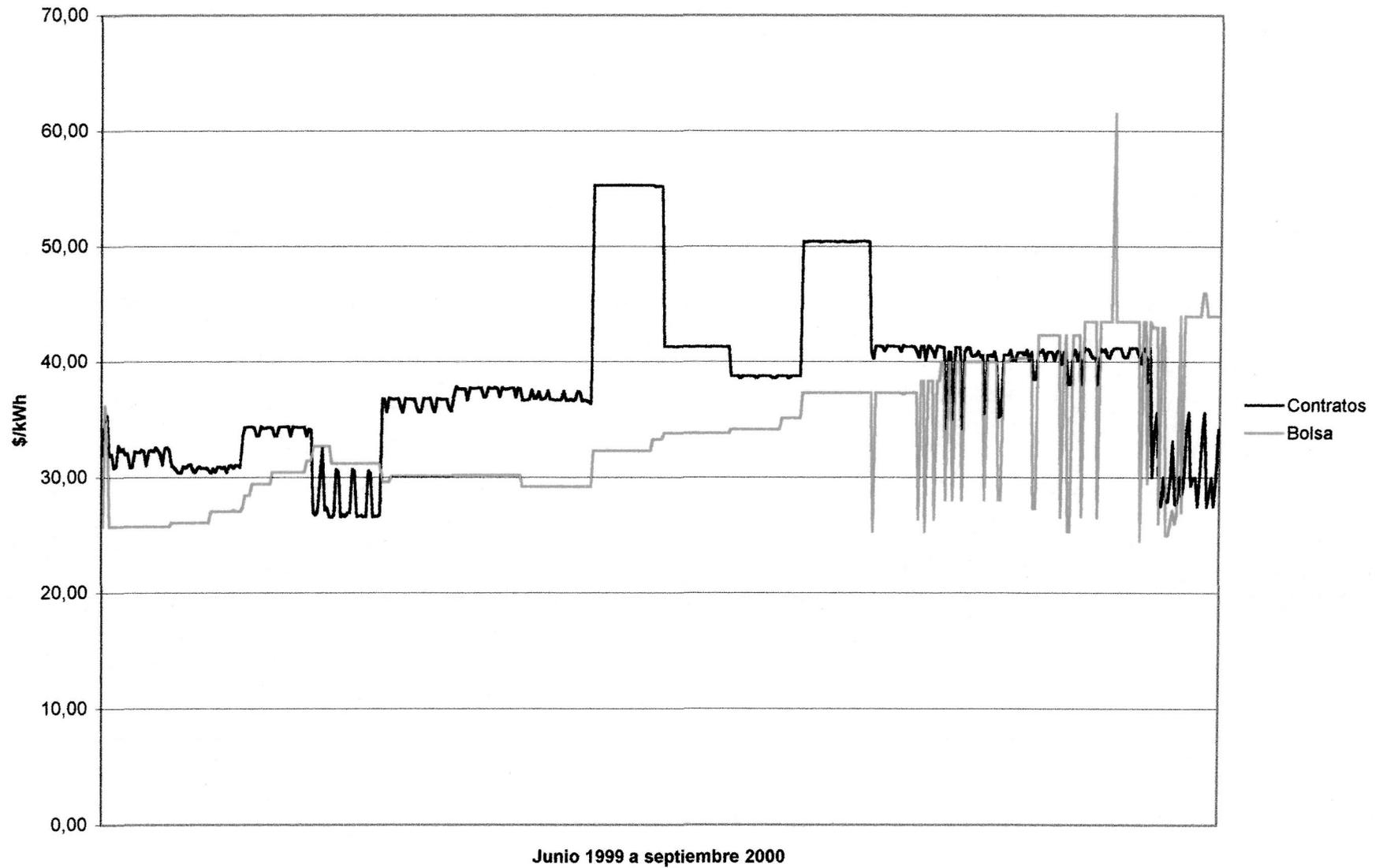
Gráfica No. 8. Porcentaje Mw-hora de generación fuera de merito



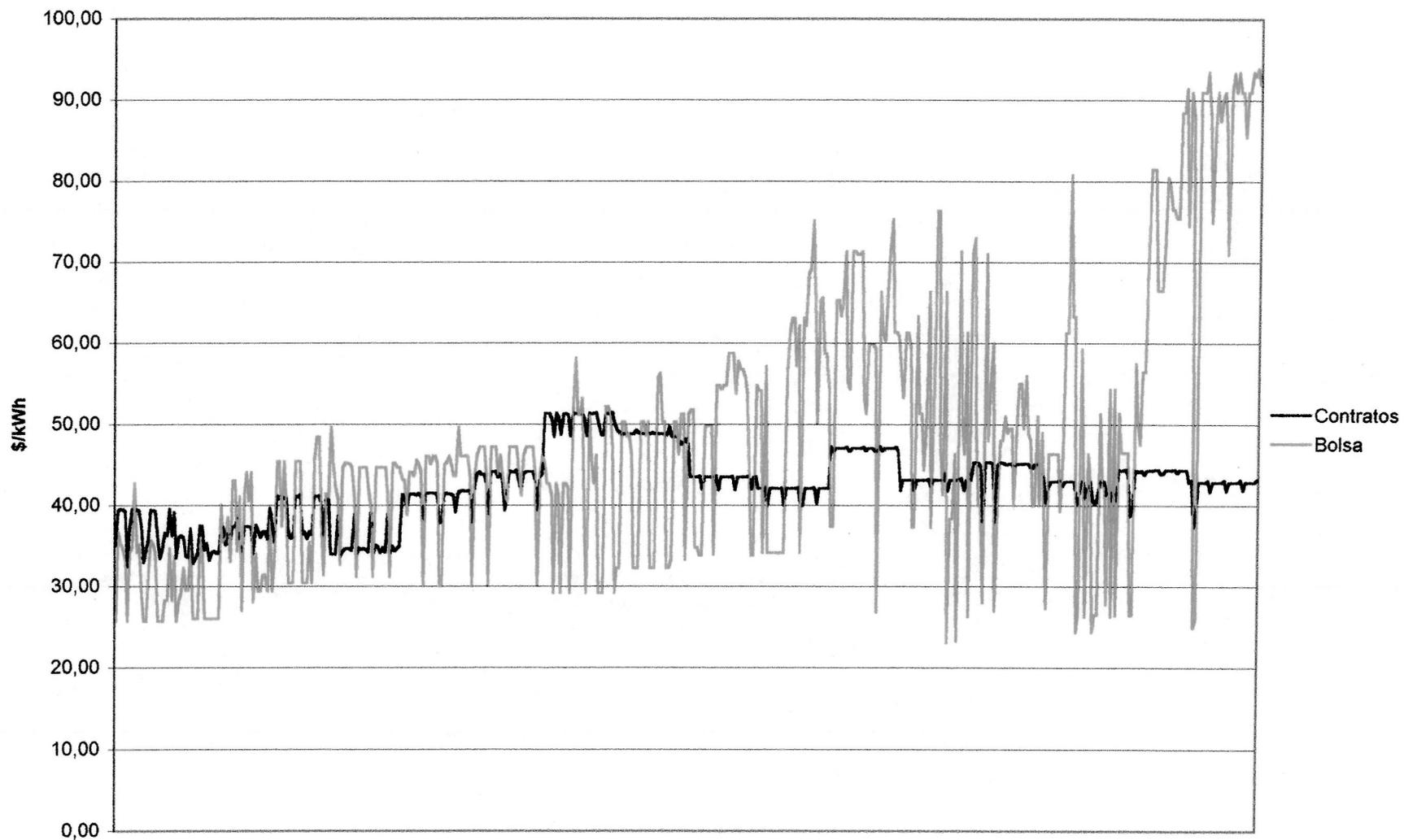
Gráfica No. 9. Porcentaje de horas en el que el Precio Oferta fue mayor que el Precio de Bolsa



**Grafico No. 10. Chivor**  
**Precio de energía en contratos vs Precio de bolsa hora 3**



**Grafico No. 11. Chivor.**  
**Precio de energía en contratos vs Precio de bolsa hora 19**



Junio 1999 a septiembre 2000