

**Mercado
Eléctrico**

<http://www.mercadoelectriconet.com.ar>

<http://www.melectriconet.com.ar>

melectrico@melectrico.com.ar

El presente documento integra
la biblioteca de **Mercado Eléctrico**

TEL/FAX: (54-11) 4489-1031/1055/1058 - Argentina



Interconexiones Regionales de Mercados Eléctricos

Experiencia en la Coordinación y Operación de las Interconexiones e Intercambios Internacionales en Colombia

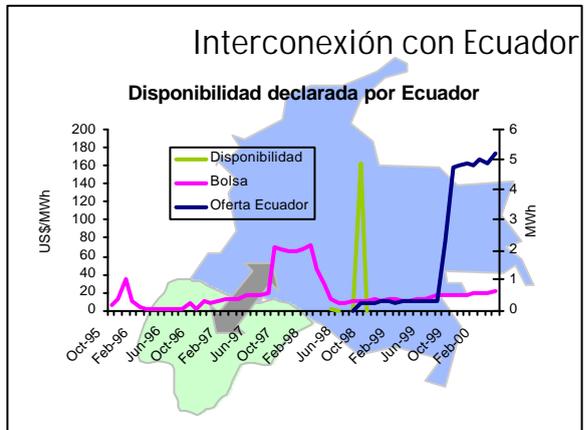
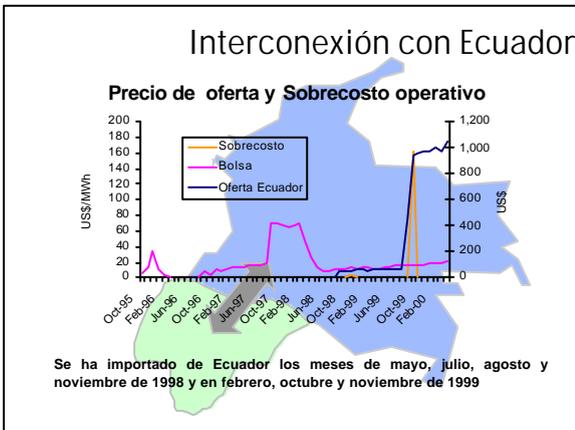
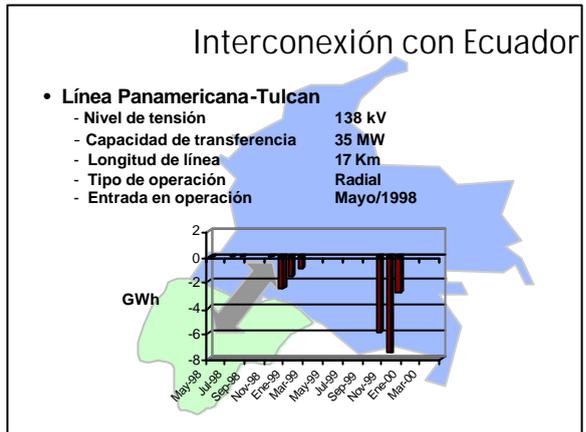
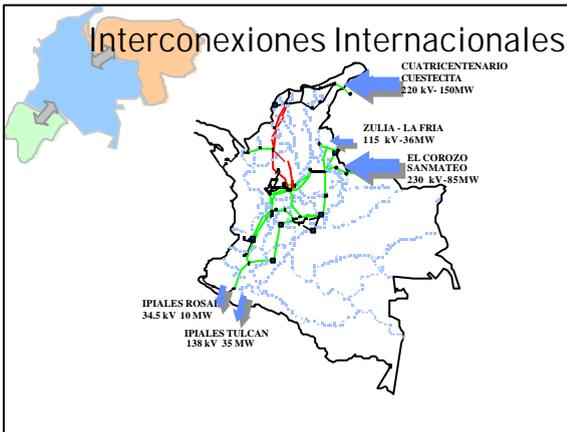


Rio de Janeiro, Mayo 24-25 de 2000



Indice

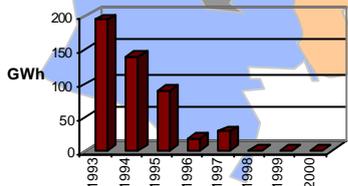
- Interconexiones Actuales
 - Interconexión Colombia-Ecuador
 - Interconexión Colombia-Venezuela
- Aspectos Operativos de las Interconexiones
- Aspectos Regulatorios
- Expectativas



Interconexión con Venezuela

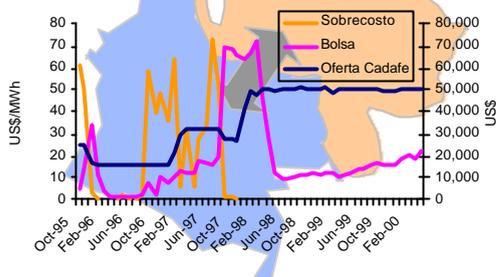
• **Línea La Fría - Zulia**

- Nivel de tensión: 115 kV
- Capacidad de transferencia: 35 MW
- Longitud de línea: 30 Km
- Tipo de operación: Radial
- Entrada en operación: 1969



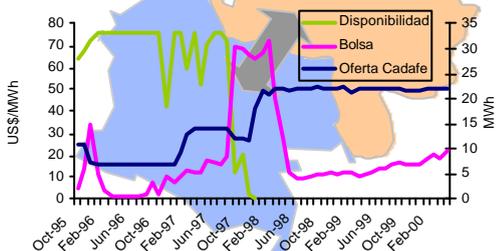
Interconexión con Venezuela

Precio de oferta y Sobrecosto operativo



Interconexión con Venezuela

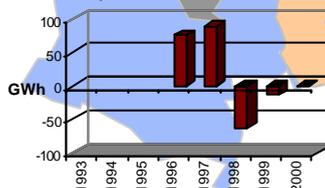
Disponibilidad declarada por Cadafe



Interconexión con Venezuela

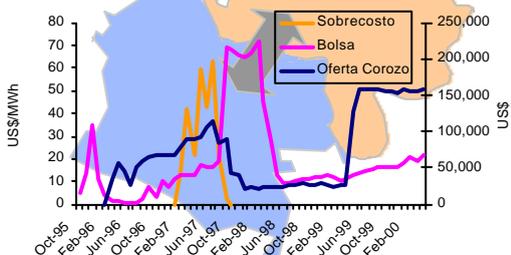
• **Línea Coroza - San Mateo 2C**

- Nivel de tensión: 230 kV
- Capacidad de transferencia: 85 MW
- Longitud de línea: 68.5 Km
- Tipo de operación: Radial
- Entrada en operación: Marzo/1996



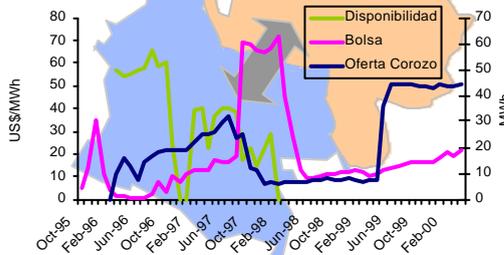
Interconexión con Venezuela

Precio de oferta y Sobrecosto operativo



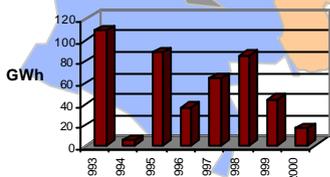
Interconexión con Venezuela

Disponibilidad declarada por Coroza



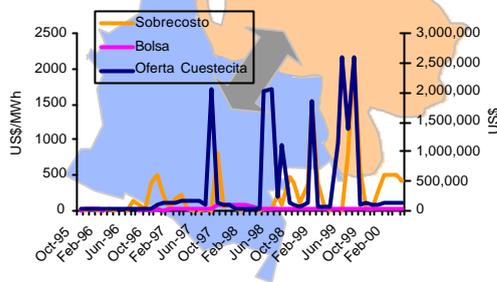
Interconexión con Venezuela

- **Línea Cuestecita - Cuatricentenario 1C**
 - Nivel de tensión 230 kV
 - Capacidad de transferencia 150 MW
 - Longitud de línea 128 Km
 - Tipo de operación Coordinada
 - Entrada en operación Noviembre/1992



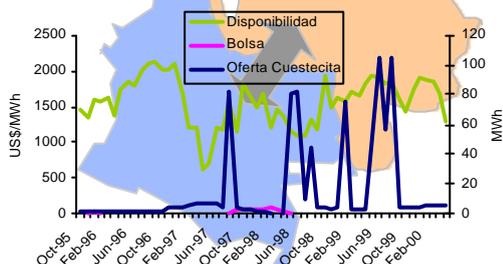
Interconexión con Venezuela

Precio de oferta y Sobrecosto operativo



Interconexión con Venezuela

Disponibilidad declarada por Cuestecita

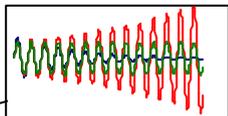


Aspectos Operativos

- En la operación radial no se han presentado mayores inconvenientes, debido a que uno de los sistemas actúa en forma pasiva
- En la operación interconectada se han tenido experiencias con oscilaciones de potencia, modos de operación, AGC, Fallas, control de tensión y restablecimiento

Aspectos Operativos

Oscilaciones de Potencia en la Línea Cuestecita-Cuatricentenario

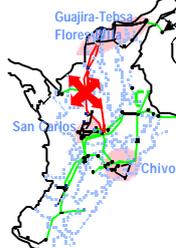


Se ajustaron los PSS's de San Carlos para lograr un amortiguamiento de la oscilación de modo 0.22

Se adquirieron y ajustaron los PSS's en Chivor de acuerdo a los análisis dinámicos realizados

Aspectos Operativos

Cuando el área Caribe opera aislada del SIN se observan tres modos de oscilación ($f < 1$ Hz y $\xi < 5\%$), debidos principalmente a Tebsa, Flores y Guajira



Se recomienda instalar Estabilizadores de potencia en las plantas del área caribe

Mientras se realiza la instalación, se recomienda operar la interconexión abierta durante los periodos en que la oscilación se hace evidente

En la operación se hizo necesaria la apertura de la interconexión entre las 18:00 y 20:00. El resto del periodo operó cerrada

Aspectos Operativos

Control Automático de Generación

Modo	Colombia	Venezuela
1	Control de Intercambio (Tie line)	Control de frecuencia (BIAS)
2	Control de Intercambio (Tie line) más Control de frecuencia (BIAS)	Control de Intercambio (Tie line) más Control de frecuencia (BIAS)
3	Area de la Costa aislada del SIN Colombiano en Control de Intercambio (Tie line)	Control de frecuencia (BIAS)
4		Carga de Colombia conectada en forma radial al Sistema Venezolano con control de frecuencia a cargo de Venezuela.

La constante BIAS del Sistema Colombiano es de aproximadamente 600 MW/Hertz y en Venezuela de aproximadamente 1100 MW/Hertz

Cuando los sistemas Colombiano y Venezolano operan interconectados, la reserva de AGC asignada en Colombia, se utiliza para mantener el intercambio por la interconexión en su valor programado

Aspectos Operativos

Estadísticas de falla de la interconexión

Año	Disponibilidad (%)	Meta (%)
1994	~98	~99.45
1995	~97	~99.45
1996	~98	~99.45
1997	~98	~99.45
1998	~98	~99.45
1999	~99	~99.45

La meta de disponibilidad fijada para activos de conexión de acuerdo a la Resolución CREG 072/99 es de 99.45%

Aspectos Operativos

Control de Tensión

Cuestecita ————— **Cuatricentenario**

La tensión es controlada por medio de compensadores:

- 39 Mvar capacitivos y
- 20 Mvar reactivos

los cuales son controlados automáticamente a través de un VQC (222 kV - 232 kV)

La tensión es controlada con los generadores del sistema venezolano

Aspectos Operativos

Restablecimiento

En Enero 22/99, Julio 14/99 y Julio 23/99 se produjeron apagones en la Costa Atlántica, la interconexión Cuestecita-Cuatricentenario fue usada como alternativa para el restablecimiento en la zona

En Julio 7-8/98 entre las 18:06 y las 00:41 se atendió parte de carga de Venezuela debido a un evento en el sistema eléctrico de este país

Aspectos Operativos

Restablecimiento

En Marzo 21 del 2000, se presentó un apagón afectando las áreas Nordeste y Oriental del país. Se inició el restablecimiento en Nordeste con la interconexión Corozo-San Mateo

Aspectos Operativos

Experiencias operativas

- La coordinación ha sido adecuada y eficiente
- La operación en línea y del control automática de generación se ha hecho en coordinación conjunta entre el CND en Colombia y OPSIS en Venezuela.



Aspectos Operativos

Experiencias operativas

- La interconexión es débil
- Existe bidireccionalidad en los flujos por las interconexiones
- La frecuencia mejora mucho en los dos países



Aspectos Regulatorios

Legislación

- Ley 142 de 1994 Art. 170
- Ley 143 de 1994 Art.23-30
- Resolución CREG 057 de 1998
- Resolución CREG 112 de 1998



Aspectos Regulatorios

Principios

- Libre conexión y acceso a las redes de interconexión
- La operación y construcción de las interconexiones internacionales mayores a 220 kV debe ser hecha por empresas que tengan como objeto exclusivo la actividad de Transmisión Nacional, para tensiones inferiores debe estar en el objeto social de la actividad de Transmisión Regional y/o Distribución Local



Aspectos Regulatorios

Principios

- Para importar/exportar energía y las transacciones comerciales se debe estar representado por una empresa de Generación/Comercialización E.S.P. En Colombia y registrada en el MEM
- Las interconexiones internacionales son consideradas Activos de Conexión y deben ser remuneradas por el importador/exportador que haga uso de las mismas. Se acuerda libremente en un contrato el cual es de dominio público.

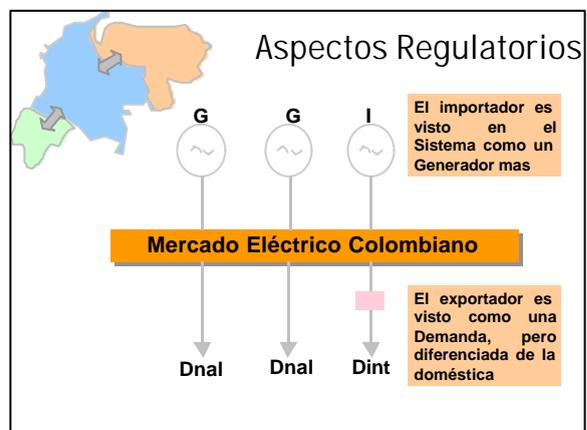


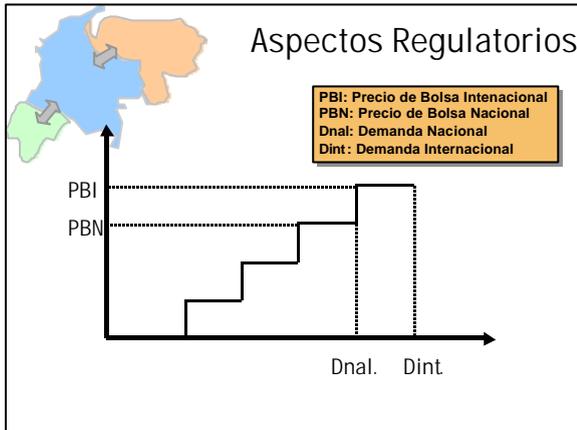
Aspectos Regulatorios

Resolución CREG 112 de 1998

Establece los lineamientos que en materia comercial y en el contexto del mercado mayorista de electricidad deben aplicarse a las transacciones internacionales

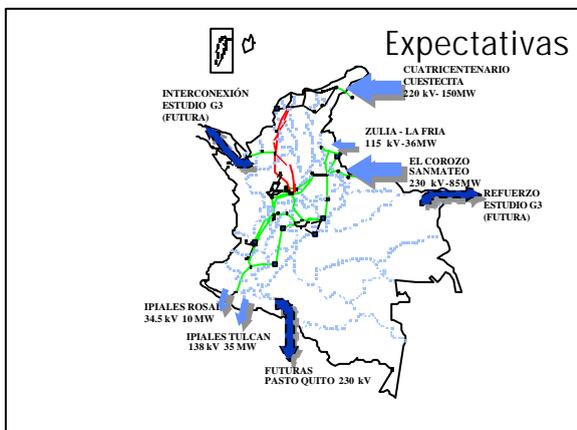
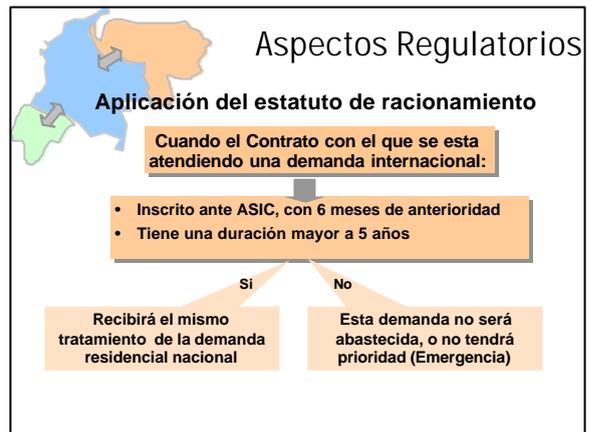
En general, la atención de la demanda internacional se efectuará bajo los mismos principios con los que se atiende la demanda nacional





- ### Aspectos Regulatorios
- #### Cálculo del precio de bolsa
- Cuando existe demanda internacional, PBN es la oferta más alta para atender Dnal. PBI es la oferta flexible más alta para atender Dint.
 - Cuando no existe demanda internacional, PBN es la oferta flexible más alta para atender Dnal

- ### Aspectos Regulatorios
- #### Asignación de las pérdidas
- El consumo del comercializador debe ser incrementado por las pérdidas de referencia
 - Las pérdidas de referencia se consideran actualmente iguales a las pérdidas reales y son asumidas por cada comercializador, en proporción a su demanda nacional más internacional



- ### Expectativas
- #### Interconexión Venezuela-Colombia-Ecuador
- La CIER realizó el estudio CIER02, con el objetivo de hacer un análisis crítico a niveles técnico y operativo sobre la viabilidad de la creación del mercado único y/o los submercados eléctricos que resulten aptos para potenciar el empleo de los recursos energéticos de la Región
 - De este estudio se identificó un corredor energético, de acuerdo al crecimiento de la demanda, a la oferta y la complementariedad hidrotérmica

Expectativas

Interconexión Venezuela-Colombia -Ecuador

En esta interconexión, hay un fuerte beneficio para la exportación de Venezuela para Colombia que, a su vez, exportaría para Ecuador.

Expectativas

Interconexión Venezuela-Colombia -Ecuador

- Se establece que la tendencia del desarrollo eléctrico futuro en Sudamérica está centrada en el gas natural
- Se identifica la oportunidad para el manejo más racional del gas natural en la región
- El transporte de gas compite eficazmente con el transporte de energía eléctrica

Expectativas

Interconexión Venezuela-Colombia -Ecuador

- Las interconexiones tiene impacto en los precios spot, en los ingresos de los generadores del país importador y en los precios de la energía en el país exportador
- Cuando la inestabilidad de precios es inducida por la integración eléctrica, los mecanismos regulatorios son efectivos para lograr una mayor estabilización de precios internos, aún cuando no pueden evitar totalmente la transferencia de inestabilidad.

Expectativas

Interconexión Venezuela-Colombia

- Estudio del refuerzo a la interconexión con Venezuela, financiado por el BID
- Se culminaron los estudios energéticos, con intercambios posibles hasta de 3 TWh anuales (2004-2012)
- La mejor opción inicialmente es reforzar la línea Corozo San Mateo
- Esta en desarrollo el estudio eléctrico y financiero de este refuerzo

Expectativas

Línea Pasto-Quito a 230 kV

- Están hechos los estudios de prefactibilidad y factibilidad eléctrica y energética
- Se encuentra en ejecución el diseño de la línea hasta la frontera por ambos países, se espera terminar en diciembre del 2000
- La construcción solo será posible cuando se realicen los contratos de conexión

Expectativas

Interconexión Colombia-Panamá

- Se realizó un estudio del G3, financiado por el BID para realizar el análisis prospectivo de las posibles etapas de desarrollo de la interconexión entre los sistemas eléctricos de Colombia, Venezuela y países de América Central, que fue concluido en 1995. Escenario de Planificación Integrada

- Transferencia :	1200 MW
- Costo del proyecto	MUS\$ 432.9 (ene/94)
- Línea Panamá - Antioquia	500 Km
- Financiación:	Por definir
- Estado actual:	Reconocimiento
- Entrada en operación:	Por definir

Expectativas



Interconexión Colombia - Panamá

- Se realizó un estudio de prefactibilidad técnica, ambiental y financiera, en 1998, donde se establece como mejor alternativa la construcción de un doble circuito a 230 kV

- Transferencia :	150 MW
- Costo del proyecto	MUS\$ 92.51 (dic/97)
- Línea Urabá-Yaviza-Bayano	372 Km
- Financiación:	Por definir
- Estado actual:	prefactibilidad
- Entrada en operación:	2005