

# Organización del Mercado Mayorista de Electricidad

<b><i>Programa</i></b>	Fuentes Alternas de Energía y Generación Distribuida
<b><i>Acrónimo del proyecto</i></b>	FAEyGD
<b><i>Tipo (nivel de distribución)</i></b>	Público con reservas
<b><i>Fecha de Entrega</i></b>	18 Enero, 2009
<b><i>Reporte Numero</i></b>	FAEyGD-05
<b><i>Estatus y Versión</i></b>	Borrador. 1.00
<b><i>Número de Páginas</i></b>	
<b><i>Supervisor</i></b>	Francisco M. González-Longatt
<b><i>Autor(es)</i></b>	Francisco M. González-Longatt

## Tabla de Contenido

Contenido	Pag.
Tabla de Contenido .....	2
Índice de Figuras .....	3
Introducción .....	4
Organización del Mercado de Mayoristas .....	5
Modelo Verticalmente Integrado .....	6
Modelo Pool y los Comercializadores .....	7
Modelo Bolsa de Energía- Operador Independiente del Sistema y los comercializadores.....	8
Bolsa de Energía (BE). .....	8
Operador Independiente del sistema (ISO).....	9
Modelo de Contratos Bilaterales Físicos y los Comercializadores.....	9
Agente comercializador único .....	10
Conclusiones.....	12
Referencias Documentales.....	13

## Índice de Figuras

Contenido	Pag.
Figura 1. Modelos Organizacionales de Mercados Eléctricos.....	5
Figura 2. Grado de Separación de Actividades.....	6
Figura 3. Modelo Verticalmente Integrado.....	7
Figura 4. Modelo Pool.....	7
Figura 5. Modelo BE-ISO.....	9
Figura 6. Modelo de Contratos Bilaterales.....	10
Figura 7. Comercializador Único.....	11

BORRADOR

## Introducción

En el presente reporte de investigación se efectúa una breve descripción de la organización del mercado mayorista de electricidad. En particular se presenta la arquitectura de: Modelo verticalmente integrado, pool y los comercializadores, mercado de bolsa de energía-operador independiente del sistema y comercializadores, mercados de contratos bilaterales y agente comercializador.

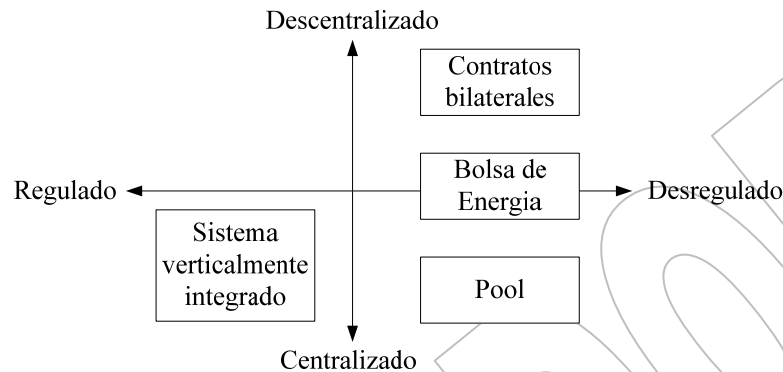
El objeto de este reporte es plenamente informativo, mostrando la arquitectura de los distintos tipos de mercado mayorista de electricidad.

BORRADOR

## Organización del Mercado de Mayoristas

Los modelos de organización mayoristas varían sustancialmente con la motivación de obtener sistemas que operen en forma estable, confiable y a un mínimo costo, dependiendo fundamentalmente de dos factores: Si el mercado está desregulado o no, o si el despacho es centralizado o descentralizado [1], [2], [4].

En la Figura 1 se representan las alternativas de organización que se pueden encontrar dependiendo de las características de los mercados.



**Figura 1. Modelos Organizacionales de Mercados Eléctricos**

De acuerdo a las experiencias internacionales se observa la creación de mercados que presentan una combinación de modelos, aprovechando las ventajas de cada uno de estos, en particular en lo que respecta a los espacios de tiempo en que operan.

Un *pool* es un mercado para transacciones físicas, apropiadas para operación en *tiempo real*. Las *bolsas de energía* y *contratos bilaterales* son esencialmente *mercados forwards*.

En la práctica se han implementado como formas básicas de organización para un mercado eléctrico los siguientes modelos [3], [4]:

1. Modelo verticalmente Integrado.
2. Modelo Pool.
3. Modelo Bolsa de Energía.
4. Contratos bilaterales físicos.
5. Contratos bilaterales financieros.

Los cuatro últimos modelos básicos de organización exigen algún grado de *desintegración vertical* de las empresas del sector.

El grado o nivel de desintegración vertical exigida puede abarcar desde una *separación contable* hasta la creación de empresas totalmente independientes o *separación completa*.

A continuación se describen las formas existentes para clasificar los grados de separación entre actividades dentro de una empresa [3]:

- *Separación contable*: mantiene contabilidades separadas para las actividades de generación, comercialización y actividades de red. La empresa integrada verticalmente genera cargos por transmisión a sus otras actividades en forma transparente y no discriminatoria. Se establecen precios separados por los distintos servicios.

- *Separación funcional*: a la separación contable se suma que las actividades de generación y comercialización disponen del mismo nivel de información sobre la red que el resto de las empresas. Se requiere de personal independiente para cada actividad.
- *Separación operacional*: las decisiones de operación e inversión en la red de transmisión son de responsabilidad de una entidad independiente de los propietarios de generación y/o comercialización. Sin embargo, los propietarios de las instalaciones de transmisión pueden ser empresas de generación y/o comercialización.
- *Separación de propiedad*: La generación, comercialización y actividades de red son separadas en entidades legales diferentes con una gestión y operación separada. Se restringe en forma importante los niveles compartidos de propiedad.

En la práctica, las empresas de transmisión operando en mercados competitivos funcionan de acuerdo a alguno de estos esquemas de segmentación; y es frecuente que los grados de separación entre actividades de una empresa aparezcan en forma acumulativa Figura 2.

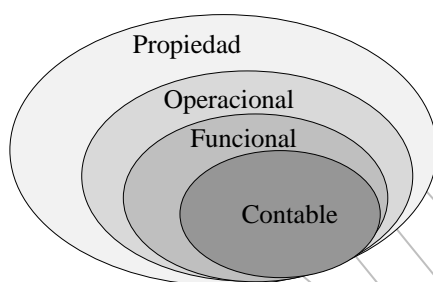


Figura 2. Grado de Separación de Actividades

### Modelo Verticalmente Integrado [3]

El modelo verticalmente integrado es un sistema eléctrico que es administrado por un *monopolio* que ha estado a cargo de la generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica.

En un comienzo los sistemas eran pequeños, con solo unas cuantas unidades de generación que eran administradas centralmente, con el tiempo estos sistemas crecieron y se interconectaron con otros naciendo así el modelo verticalmente integrado.

En la Figura 3 se representa un diagrama que representa el modelo verticalmente integrado.

Este modelo fue ampliamente aceptado hasta fines de los años 70, cuando las *economías de escala* en generación restringían la posibilidad de competencia en el sector eléctrico. Actualmente se piensa que la razón que retardó este cambio no fueron las economías de escala, si no lo difícil que resulta cuantificar las interacciones en la red.

En la actualidad todavía es posible encontrar ejemplos de este modelo, en particular en aquellos países en que el mercado eléctrico aún no ha sido desregulado y en los sistemas aislados, donde el tamaño limitado de mercado hace infactible la creación de competencia.

Usualmente estos sistemas deben ser subvencionados para su construcción y operación.

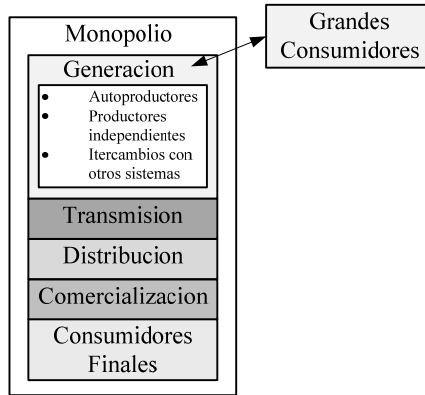


Figura 3. Modelo Verticalmente Integrado

### Modelo Pool y los Comercializadores [1]

El *modelo Pool* es una herencia de los antiguos sistemas de empresas verticalmente integradas, en que la interconexión dio paso a sistemas más grandes, surgiendo la necesidad de coordinar la operación del sistema.

El Pool es un mercado centralizado que cuenta con un ente regulador que determina la compra y venta de energía, en la cual productores y consumidores no entran en una relación comercial directa. Esta entidad sin fines de lucro, realiza un despacho centralizado basado en precios spot.

El Pool, a través de un mecanismo preestablecido y reconocido por todos sus miembros, establece el precio de mercado de corto plazo de la electricidad (*precio spot*). Este precio es resultado de la realización de un despacho económico centralizado basado ya sea en la entrega de costos u ofertas de compra y venta por parte de los agentes involucrados.

Como consecuencia de lo anterior se obtiene el despacho del sistema. A continuación se presenta en la Figura 4 un modelo de mercado eléctrico organizado en forma de pool.

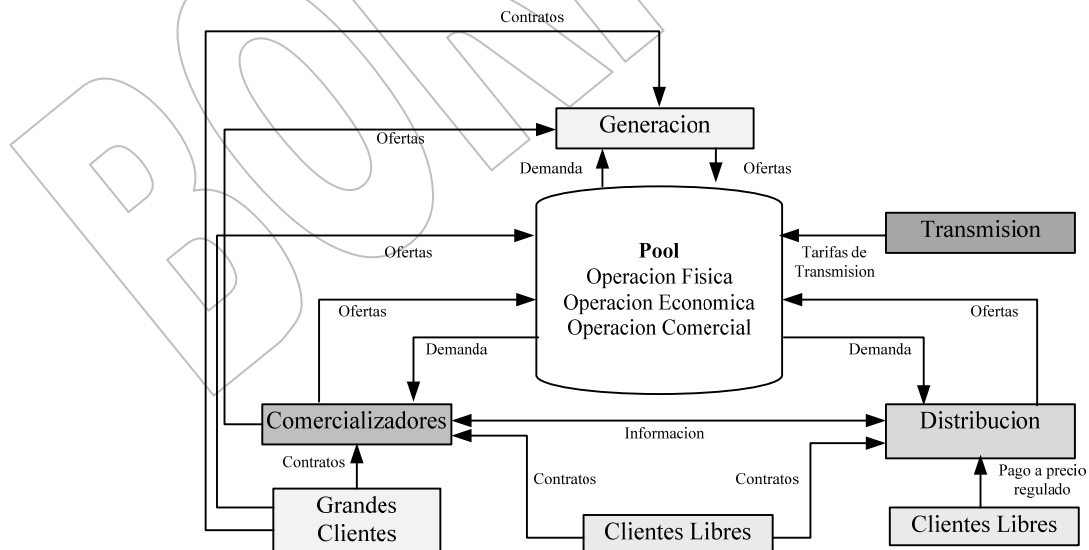


Figura 4. Modelo Pool

Además el Pool provee de un esquema de tarificación para el sistema de transmisión y el conjunto de servicios complementarios necesarios para la operación segura y confiable del sistema. Por último, el Pool debe actuar como intermediario frente a la aparición de discrepancias entre los participantes del mercado.

El Pool funciona en base a un robusto programa computacional que decide en gran medida y en un nivel de detalle importante, todos los aspectos de la operación y el despacho de las unidades. El programa no es solo un flujo óptimo de potencia si no que también incluye especificaciones operacionales como capacidad disponible, mínimos operativos, nivel de embalses, estructuras de costos y pronósticos de demanda.

La ventaja que se aprecia en un sistema administrado por un pool es el estrecho nexo que se presenta en todos los aspectos de la operación del sistema. Esto debiese traducirse en una mayor eficiencia productiva. Las desventajas de este modelo radican en la completa centralización que hace obligatoria la participación de los agentes y acatamiento de los programas de despacho.

### Modelo Bolsa de Energía- Operador Independiente del Sistema y los comercializadores [3]

Se caracteriza por una separación completa de la operación económica, operación comercial y operación física, para ello se crean dos instituciones que son *Bolsa de Energía* (BE) o *Power Exchange* (PX) y el operador Independiente el Sistema (ISO).

#### Bolsa de Energía (BE).

La Bolsa de Energía se encarga de realizar la operación económica y comercial estableciendo los precios de equilibrio de mercado producto de la casación entre las ofertas suministrada por los generadores y la demanda.

Además, funciona como contraparte de las transacciones estableciendo reglas y garantías de cumplimiento de las obligaciones contraídas en Bolsa.

Una BE puede ser definida con las siguientes características.

1. Los productos transados en una BE son estandarizados, de manera de facilitar el proceso de entrega de ofertas de compra y venta y el posterior cálculo del precio de mercado.
2. Generalmente una BE no decide el despacho final de las unidades de generación, sus resultados con respecto a la producción de energía tienen un carácter de plan de despacho preliminar.
3. Una BE no tiene un carácter de participación obligatoria como en el caso de un "*mandatory pool*".
4. El traspaso de información entre agentes es mucho más reservado en el caso de una BE.
5. La BE no considera en forma detallada aspectos técnicos de la operación del sistema, tales como: servicios complementarios, congestión, etc.
6. El enfoque central de una BE es comercial, a diferencia de una estructura clásica de Pool centrado en la operación económica y segura del sistema.

Los dos últimos puntos hacen necesaria la participación de un *operador de red* (OS) para implementar técnicamente los resultados de la BE.

Las Bolsas de Energía pueden administrarse de dos formas:

- Las Bolsas de Energía pueden tener un carácter de *entidades oficiales*, sin fines de lucro, donde asumen una función de servicio público velando por la protección de los intereses de la sociedad en su conjunto. El directorio puede estar representado por un amplio espectro de los agentes del mercado, como generadores, transmisores, distribuidores, comercializadores, consumidores, representantes de la autoridad, entre otros.



- La otra posibilidad es que la Bolsa de Energía sea una *organización privada*, desarrollando las mismas funciones que una Bolsa de Energía oficial, pero bajo la premisa de maximizar sus ingresos. Ejemplos de Bolsas de Energía con fines de lucro, se encuentran en Ámsterdam (APX), Inglaterra/Gales (UKPX), etc. La forma de financiamiento o de captación de recursos de una Bolsa de Energía es por medio de comisiones derivadas de la celebración y liquidación de los contratos y/o mediante el cobro de membresías que deben pagar los agentes por participar en la Bolsa.

### Operador Independiente del sistema (ISO)

El Operador del Sistema (ISO) se encarga de administrar en forma coordinada la operación física del sistema. La responsabilidad de esta institución es la administración de los sistemas de transmisión. El ISO es el encargado de determinar la generación suplementaria y los servicios auxiliares requeridos para realizar los ajustes que permitan garantizar el equilibrio entre la generación y el consumo, así como mantener la estabilidad del sistema.

Otra función que realiza el ISO, es la validación de las operaciones de la Bolsa de Energía, ya que estas no siempre son físicamente factibles. Si este es el caso el ISO debe realizar los ajustes correspondientes.

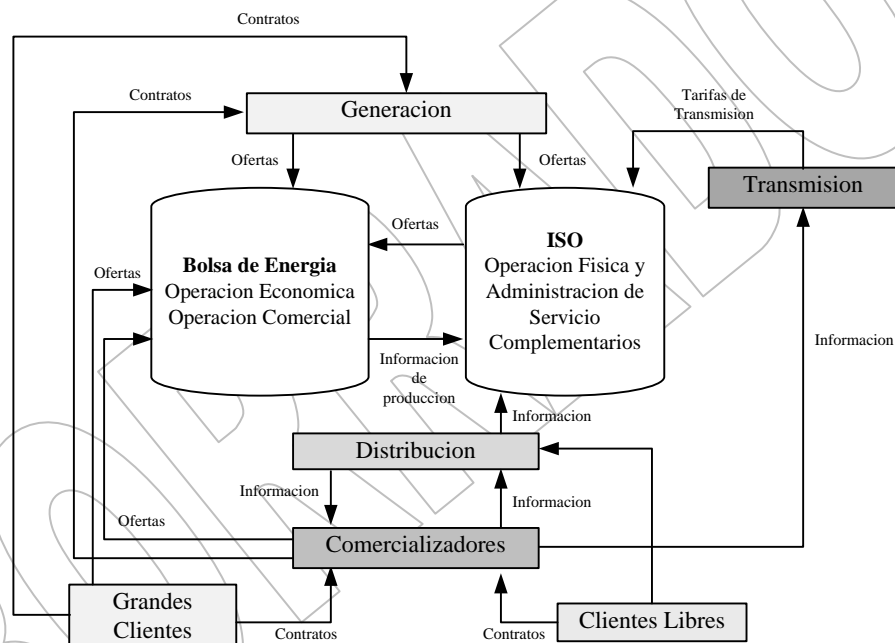
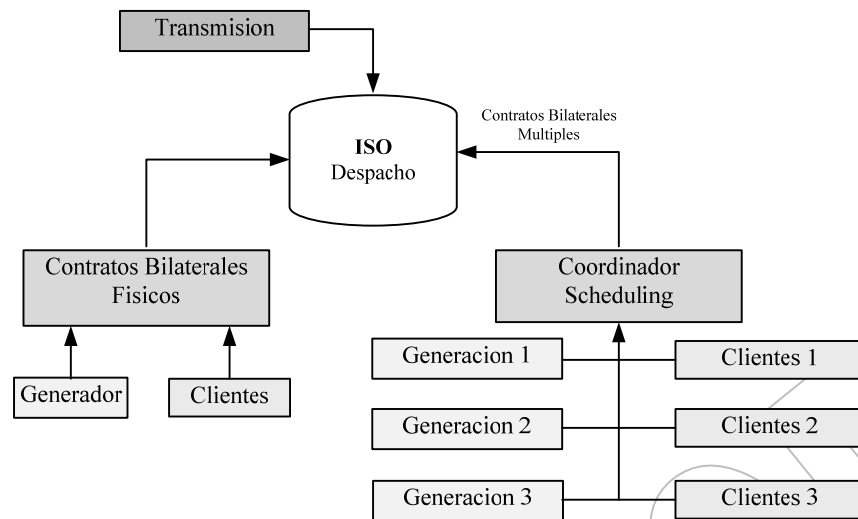


Figura 5. Modelo BE-ISO

### Modelo de Contratos Bilaterales Físicos y los Comercializadores [3]

Los contratos bilaterales físicos son contratos de compra y venta de energía. Estos contratos se realizan producto de un libre intercambio comercial entre suministradores y consumidores, ya sea en forma directa o a través de un comercializador, lo que caracteriza a un contrato bilateral físico es su relación directa con el despacho de la operación resultante.

En la Figura 6 se presenta el diagrama organizacional de los contratos bilaterales físicos.



**Figura 6. Modelo de Contratos Bilaterales**

Con el contrato de abastecimiento de energía, el suministrador (productor o comercializador de energía) asegura la inyección en el sistema de la potencia especificada en un plan de operación, por parte de las unidades de generación. A su vez el consumidor se compromete a orientar sus consumos hacia dicha potencia especificada en el plan de operación.

El operador del sistema es quien determina la factibilidad y los servicios complementarios requeridos para la realización técnica del contrato bilateral físico solicitado. Los contratos bilaterales físicos pueden convivir, si el sistema establecido lo permite, con otros sistemas de mercados tales como el sistema Pool o el sistema de subastas.

### Agente comercializador único

El agente comercializador único de energía compra la energía a los generadores  $G_1, G_2, G_3, G_4, G_n$ . El agente comercializador único de energía vende la energía a los distribuidores  $D_1, D_2, D_3, D_4, D_n$ .

La comercialización minorista es realizada por las empresas distribuidoras en cada área de concesión.

El comercializador único transa contratos, con los generadores y los distribuidores.

- La forma en que el comprador único, transa los contratos sería a través de licitaciones, que se asignarían a los ofertantes que ofrezcan menores precios.
- Las licitaciones deben ser tanto para la generación existente, como para la generación futura.
- Las licitaciones deben ser como un sustento, de pago de los contratos suscritos, aspecto que es relevante y en el caso del Ecuador no ocurre.
- La venta de electricidad a las distribuidoras sería un precio promedio ponderado de las compras efectuadas por el comercializador único a los generadores.

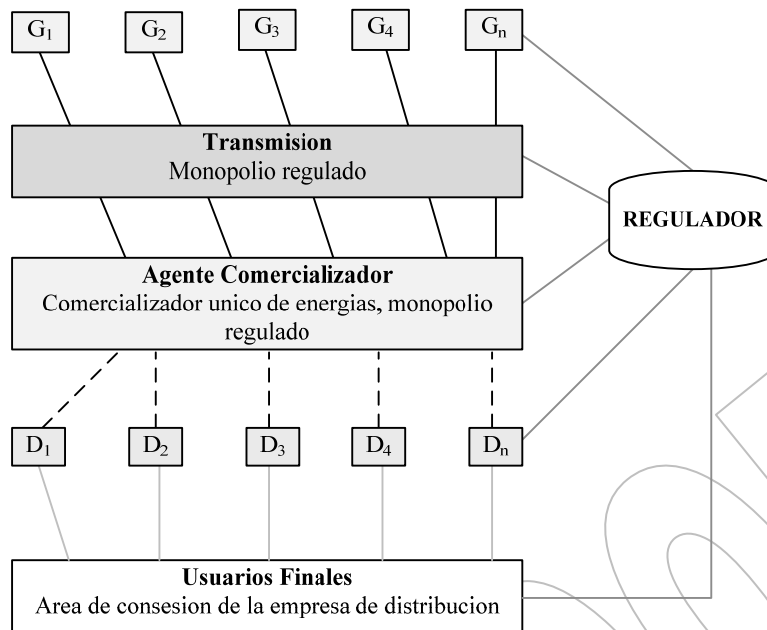


Figura 7. Comercializador Único

## Conclusiones

Este reporte de investigación es un simple resumen donde se muestra la descripción de la organización del mercado mayorista de electricidad. En particular se presenta la arquitectura de: Modelo verticalmente integrado, pool y los comercializadores, mercado de bolsa de energía-operador independiente del sistema y comercializadores, mercados de contratos bilaterales y agente comercializador

BORRADOR

## Referencias Documentales

- [1] Varaiya, P., Wu, F., “*MinISO: a minimal independent system operator [electric power industry] System Sciences*”. Thirtieth Hawaii International Conference on Power System. Volume 5, 7-10 Jan. 1997 .
- [2] F.F. Wu and P. Varaiya. *Coordinated multilateral trades for electric power networks: Theory and implementation*. <http://www.eecs.berkeley.edu/varaiya>.
- [3] Atienza, P. Aplicación del modelo de bolsa de energía en Chile. Tesis de Grado. Santiago de Chile, Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile, 2001.
- [4] T Albán, W. Amado Uvidía Galván, R. Fernando, “Comercialización independiente en los mercados mayorista y minorista de energía eléctrica, aplicada en el Ecuador”. Tesis para optar al Título de Ingeniero Electricista, Escuela Politécnica Nacional, Ecuador. 2007. (Online) Available at: <http://hdl.handle.net/123456789/923>
- [5] Flores, R. Propuesta de implementación de un mercado minorista de energía en el sector eléctrico chileno. Tesis de Grado. Santiago de Chile, Chile: Universidad de Chile. 2003. (Online) Available at: [http://146.83.6.25/lit\\_grupo.html](http://146.83.6.25/lit_grupo.html).