



UNIVERSIDAD DEL ROSARIO

# Asesoría para definir el factor de Productividad de la actividad de Comercialización de energía eléctrica a usuarios regulados en Colombia.

Bogotá, 16 de noviembre de 2010



Comisión de Regulación  
de Energía y Gas



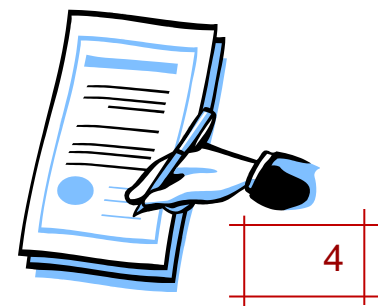
# AGENDA

1. Introducción
  - Objetivos de la Consultoría
  - Grupo de Trabajo
2. Antecedentes
3. Aspectos conceptuales que deben ser considerados en el estudio
4. Experiencia Internacional
5. La Productividad en la actividad de comercialización de energía eléctrica
6. Metodología Propuesta
7. Recomendación preliminar de metodología

# 1. INTRODUCCIÓN

# Objetivos de la Consultoría

1. Determinar: ventajas, desventajas y los impactos de incorporar en la nueva fórmula tarifaria un factor de productividad de la actividad de comercialización de energía eléctrica en Colombia.
2. Recomendar la metodología más adecuada para el cálculo del factor de productividad.
3. Calcular los incrementos periódicos en la productividad y estimar los esperados para el nuevo periodo tarifario.



# Grupo de Trabajo



Comisión de Regulación  
de Energía y Gas



UNIVERSIDAD DEL ROSARIO



**Manuel Ramírez Gómez**  
(Director Consultoría)



**Rodrigo Taborda Ríos**  
(Profesional)

**Ramiro Rueda Bueno**  
(Profesional)



**Camilo Quintero Montaña**  
(Asesor)



**Luis H. Gutiérrez**  
(Asesor)



## 2. ANTECEDENTES



# Antecedentes

- **Ley 142 de 1994 – Art. 87, numeral 1:** “...Las fórmulas tarifarias deben tener en cuenta los aumentos de productividad esperados, y que éstos deben distribuirse entre la empresa y los usuarios, tal como ocurre en un mercado competitivo ...”
- **Resolución CREG 031 de 1997:** Establece las fórmulas que permiten a los comercializadores de electricidad definir los costos de prestación del servicio a UR en el SIN.
- **Resolución CREG 007 de 1999:** “... procedimiento para la fijación del Costo Base de Comercialización...”
- **Resolución CREG 119 de 2007:** Fórmula Tarifaria

# Antecedentes

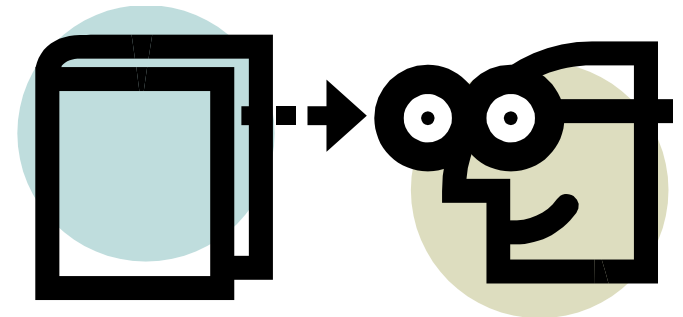
- **Estudios:**

- ✓ **EAFIT (2001):** Estimación del FP en las actividades de Distribución y Comercialización de energía eléctrica y gas de usuarios regulados.

- ✓ **EAFIT (2004):** Estimación del FP en las actividades de transporte de energía y gas, transporte, almacenamiento y distribución de GLP.



### **3. ASPECTOS CONCEPTUALES QUE DEBEN SER CONSIDERADOS EN EL ESTUDIO**



# Productividad y Eficiencia

La definición más simple de productividad, y una de las más usadas es el cociente entre el volumen de producto y el volumen de los insumos usados. Cuando existen múltiples insumos y productos es posible agregarlos en una sola medida mediante la utilización de números índice (Malmquist, Fisher, Tornqvist).

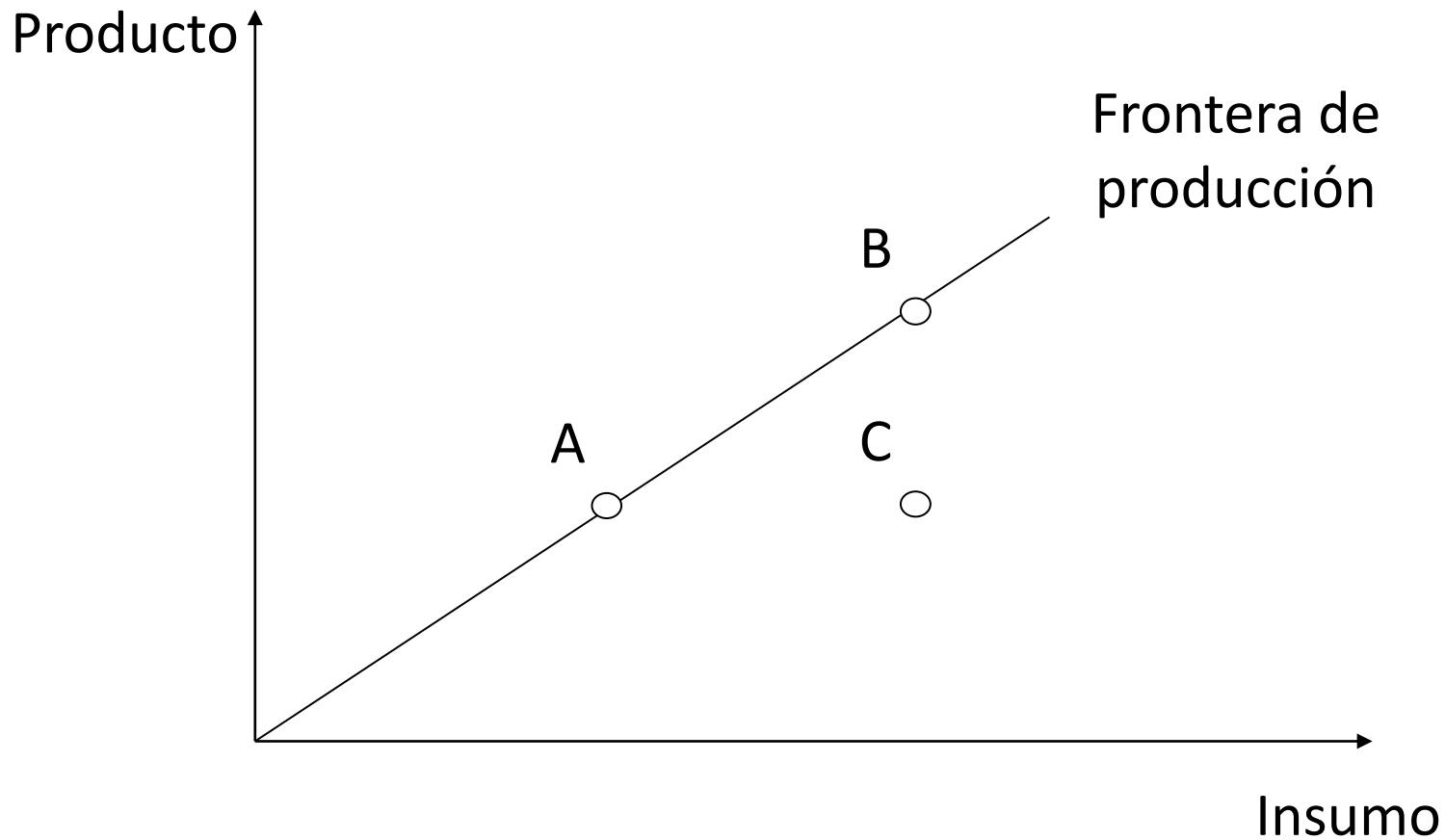
$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producto}}{\text{Insumos}}$$

# Productividad y Eficiencia

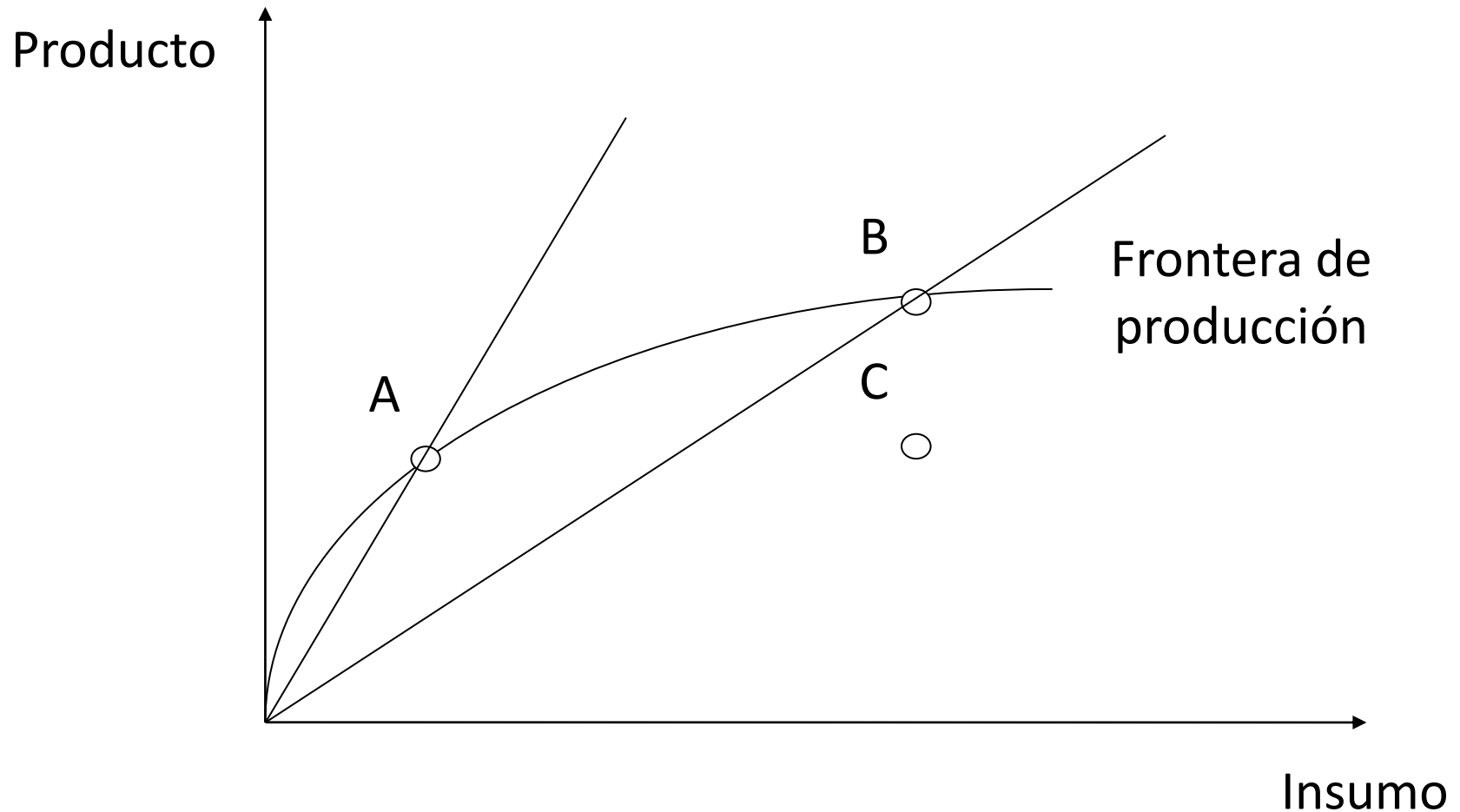
En general, la medición de productividad se refiere a la productividad total de los factores, es decir en donde se incluyen todos los factores de producción. Cuando se está midiendo la productividad con un solo insumo la medición es llamada productividad parcial, de la cual la más usada es la productividad laboral (media).

Eficiencia está directamente relacionada con la diferencia o distancia a una frontera de producción máxima bajo cierta tecnología. La medida de eficiencia surge de establecer que tan lejos se está de una frontera de producción.

# Frontera de producción y concepto de eficiencia técnica



# Frontera de Producción, eficiencia y productividad



# Cambio Tecnológico

- Cambio tecnológico se refiere a la evolución en el tiempo de la tecnología, que permite que todas las entidades económicas bajo análisis incrementen su nivel de producción con los mismos niveles de insumos.
- Es posible establecer el cambio en el tiempo de la productividad y la eficiencia. Para la productividad este cambio en el tiempo es asociado con cambio tecnológico. Mientras que el incremento en la eficiencia es un movimiento hacia la frontera.
- El cambio tecnológico y el subsecuente incremento en productividad o evolución de la frontera de producción pueden tener varias fuentes.

## 4. EXPERIENCIA INTERNACIONAL



# Generalidades Experiencia Internacional

- La gran mayoría de países realizaron reformas a la industria que consistieron en: i) privatizar las antiguas empresas estatales y/o, ii) liberalizar los mercados, iii) crear un ente regulador la mayoría de las veces autónomo.
- En la literatura revisada, se observó que la industria fue reestructurada en tres sectores básicos, con algunas excepciones. Estos sectores han sido: a) generación, b) transmisión y c) distribución. En la totalidad de los países, se consideró a la transmisión y distribución como monopolios naturales y por ende sujetos a regulación por parte del ente regulador.



# Generalidades Experiencia Internacional

- En la mayoría de los casos, no se abrió un sector específico de comercialización, excepto el Reino Unido que lo llamó Oferta (Supply), Perú que si bien lo señala explícitamente en su legislación no lo ha separado en la práctica.
- Hubo o no separación legal de las actividades eléctricas. Suecia en 1999 separó las actividades de distribución de las demás. Dinamarca, Finlandia y Noruega de cuentas contables. En el Reino Unido, se permitía hasta 1999 la separación contable entre distribución y oferta, pero se separó legalmente en el 2000.

# Regulación Distribución

1. La mayoría de países optaron, desde el inicio, por un sistema de regulación por incentivos. Algunos países escogieron un esquema de precios topes: Argentina, Australia, Reino Unido, California y Maine en los Estados Unidos; y otros por ingresos topes: Alemania, Dinamarca, España (inicialmente), Holanda (2006), Noruega.
2. Un grupo de países estableció un esquema de regulación por empresa eficiente: Chile y Perú.
3. Algunos países tomaron un esquema de red eficiente: Suecia, España (2008).
4. Finlandia y Noruega establecieron inicialmente regulación por tasa de retorno y cambiaron a métodos. El primero escogió regulación por comparación y el segundo ingresos tope.

# Factor X en la Regulación

La adopción del factor  $X$  en la regulación por incentivos varió de un país a otro en los aspectos de:

1. Duración.
2. Aplicación dentro del período. La regla general encontrada ha sido la de imponer un factor uniforme a lo largo del período de duración del control de precios. Solamente, en un par de casos reportados para los E.U., presentan una fijación diferenciada por cada año.
3. La aplicación del factor  $X$  ha sido general y no particular a cada empresa. En algunos países, de regulación por empresa o red eficiente o de regulación comparada existen aplicaciones generales y particulares.

# Períodos regulatorios internacionales

Duración de la revisión en años	Rezago Regulator	Países y años de inicio del Período Regulator	
		Distribución	Transmisión
1	Bélgica; Finlandia (revisiones anuales)	Bélgica (2007); Alemania (2008); Grecia (2007); Luxemburgo (2006); Croacia (2008); República Dominicana (2008); Ecuador (2008); Nicaragua (2008);	Alemania (2008); Grecia (2007); Luxemburgo (2006); Croacia (2008); República Dominicana (2008); Ecuador (2007); El Salvador (2008); Uruguay (2007)
3	Portugal (1999); Queensland; Canadá (Ontario); Irlanda (3-5 años)	Estonia (2008); Lituania (2007); Holanda (2008); Portugal (2006); Eslovenia (2006); Islandia (2007); Australia Occidental (2006)	Estonia (2008); Lituania (2007); Holanda (2008); Portugal (2006); Eslovenia (2006); Islandia (2007); Australia Occidental (2006)
4	Holanda (2000); Dinamarca; Hungría (1997); Italia (2000); Brasil; Chile (4-5 años)	Austria (2005); Dinamarca (2006); Finlandia (2007); Hungría (2005); Bolivia (2007); Brasil (2007); Chile (2004); Panamá (2006); Perú (2009)	Austria (2005); Bélgica (2007); Finlandia (2007); Hungría (2005); Brasil (2005); Chile (2007); Panamá (2005); Perú (2009)

# Períodos regulatorios internacionales

Duración de la revisión en años	Rezago Regulator	Países y años de inicio del Período Regulator	
		Distribución	Transmisión
5	Gran Bretaña; Irlanda del Norte; Portugal (2002); Australia; Colombia; Estados Unidos-California; Noruega (mínimo 5 años)	República Checa (2005); Gran Bretaña (2005); Irlanda (2005); Noruega (2007); Colombia (2002); El Salvador (2007); Nueva Zelandia (2004); Australia del Sur (2005)	República Checa (2005); Gran Bretaña (2007); Irlanda (2005); Noruega (2007); Argentina (1998); Colombia (2000); Nicaragua (2007); Nueva Zelandia (2004)
10	Estado Unidos- Estado de Nueva York*		
Indefinido		Venezuela	Venezuela
No fijo	España (1999-2002)		

# Oferta-Mercado al detal

- La comercialización no es un sector *independiente* sujeto a regulación por consideración de monopolio natural. Su regulación, en donde existe, responde a proteger al consumidor del abuso de posición dominante de parte del proveedor y oferente.
- La oferta, como se llama en el Reino Unido, o el mercado al detal como se conoce en los demás países presenta un tratamiento diferenciado por país.
- **Noruega** liberalizó el mercado al detal desde el inicio (1995); Alemania continuó en 998 dejando completa auto-regulación por las empresas.

# Oferta-Mercado al detal

En otros, por ejemplo, **Chile** impuso control de precios para consumos con instalaciones menores a 2MW y después a menos de 500 kW; **Dinamarca** < 100 GW; **España** desde el 2003 opción entre la regulada y la del mercado y desde 2009 liberalizada. En **South Australia** y **Victoria en Australia** se impuso el llamado full retail contestability. Al inicio se liberó el mercado de grandes consumidores. En el 2003 y 2002 respectivamente se abrió todo el mercado.

# Liberalización total del mercado al detal

País o Región	Año
Noruega	1995
Finlandia	1998
Alemania	1998
Suecia	1999
Reino Unido	1999
Alberta, Canada	2001
Austria	2001
Victoria, Australia	2001
Dinamarca	2003
Irlanda	2005
República Checa	2006
Francia	2007
Hungría	2007
Lituania	2007
Luxemburgo	2007
Queensland Australia	2007
Slovenia	2007
Wallonia, Bélgica	2007
Estonia	2013

Fuente: Annala y Viljainen 2009



# Oferta-Mercado al detal

## Reino Unido:

- En esta zona, se abrió la actividad llamada de Oferta. En 1990, liberalizó consumos superiores a 1MGW y los consumos inferiores eran sujetos a regulación de precios.
- Los distribuidores competían con otros proveedores para los consumidores libres de regulación.
- La regulación consistía en un RPI-X. El factor X estaba determinado en las licencias respectivas. Se buscaba con la regulación proteger a los consumidores del abuso de posición dominante.

# Oferta-Mercado al detal

## Reino Unido:

- La liberalización completa fue en 1999. Pero aún después hubo control de precios para los PES dado su poder de mercado.
- Desde 2000, se obligó a la separación legal de las actividades de distribución y las de oferta. Anteriormente, debía existir solo una separación contable.
- En Australia, South Australia y Victoria hubo un proceso similar de control de precios desde el inicio de la FRC hasta la apertura total del mercado al detal con el argumento de proteger a los consumidores de abuso de posición dominante.

# Conclusión Experiencia Internacional

1. Con la excepción del Reino Unido, no existe la actividad de comercialización de forma separada. La regulación se realizó sobre el proceso de apertura del mercado al detal.
2. La apertura del mercado al detal fue en etapas. Se liberó el mercado de grandes consumidores y posteriormente el de menores consumos. Los segmentos no abiertos fueron regulados por RPI-x (en los casos) para proteger a los consumidores de abuso de posición dominante.

# Conclusión Experiencia Internacional

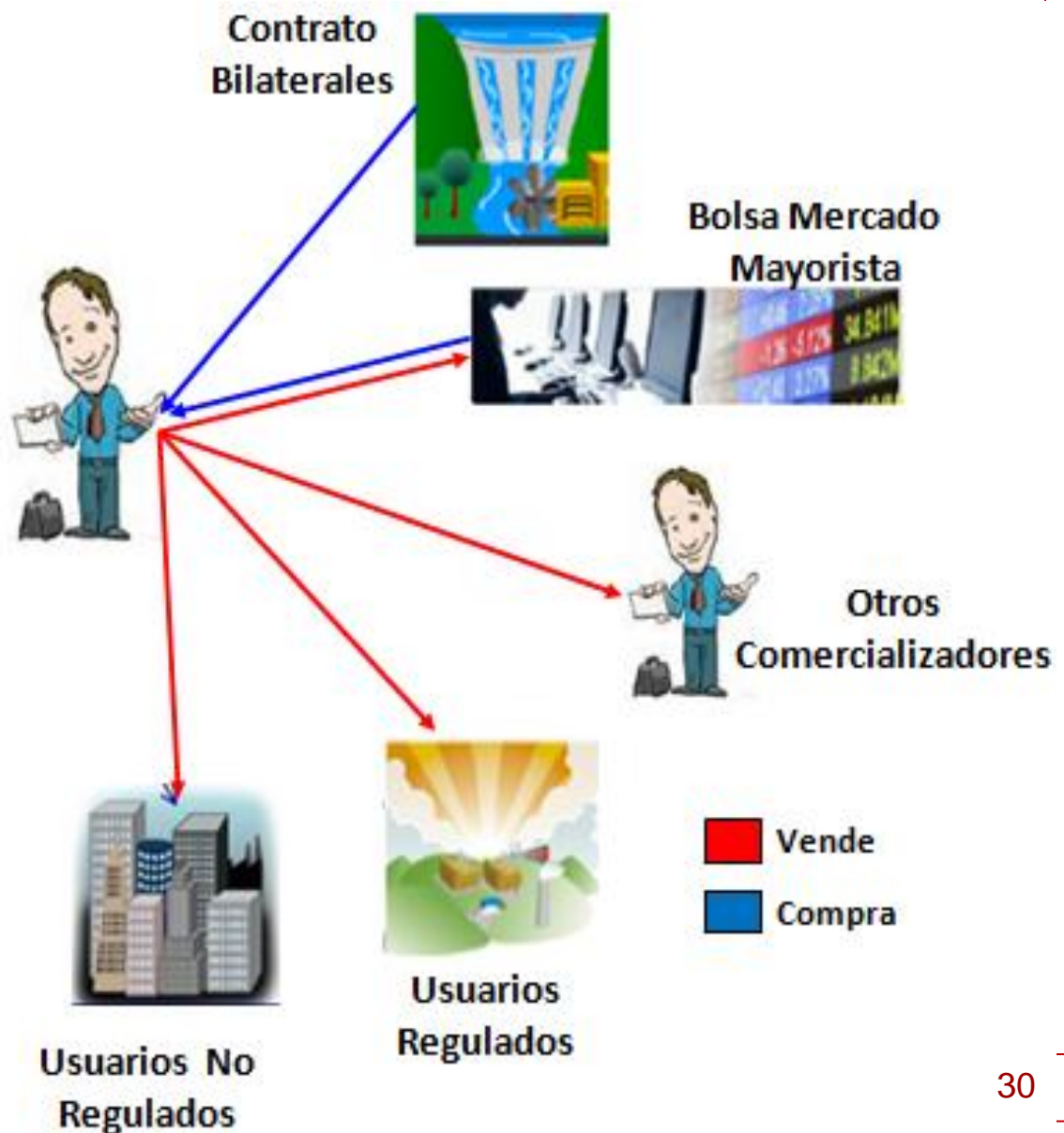
3. Diferentes métodos de regulación por incentivos de la actividad de distribución han sido usados.
4. El factor X está presente en la mayoría de las experiencias. Más directamente en la regulación de precios e ingresos topes.

## 5. LA PRODUCTIVIDAD EN LA ACTIVIDAD DE COMERCIALIZACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

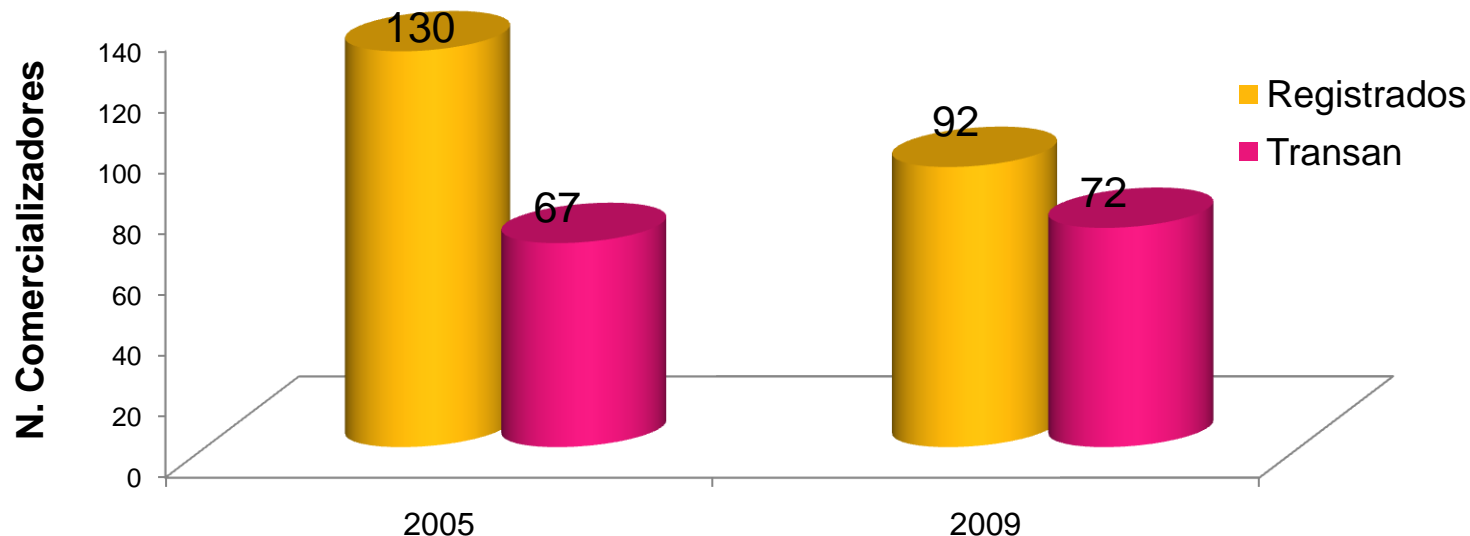


# Comercialización de energía eléctrica

**Actividad  
consistente en la  
compra de energía  
eléctrica y su venta  
a los usuarios  
finales: regulados o  
no regulados.**



# Comercialización de energía eléctrica



**Comercializador:** Persona natural o jurídica que comercializa electricidad, bien como actividad exclusiva o en forma combinada con otras actividades del sector eléctrico, cualquiera de ella sea la actividad principal.

El Comercializador es el Prestador del Servicio Público Domiciliario.

# Actividades comercialización

- Transacciones de energía en el mercado mayorista
- Atención de solicitudes de conexión
- Registro de usuarios
- Atención de peticiones quejas y recursos
- Lectura de contadores
- Liquidación y facturación de cuentas
- Cobro y recaudo



# Actividades comercialización

- Gestión de cartera
- Suspensión, corte y reconexión
- Conciliación del balance del fondo de solidaridad de los usuarios de su mercado.
- Pago de las otras actividades de la cadena
- Atender los requerimientos de información del SUI y la CREG.
- Gestionar las pérdidas comerciales.

# Comercialización Minorista



# Mercado Minorista de Energía Eléctrica

Requiere el cumplimiento de las siguientes condiciones:

- Disposición de un mercado mayorista competitivo
- Los costos del cambio
- Nivel de sofisticación de los usuarios
- El diseño tarifario
- Integración de actividades
- Prestador de última instancia
- La existencia de niveles de pérdidas altas
- La existencia de un reglamento de comercialización minorista.

# Metodología de regulación por referenciación

- Comparación con desempeños previos.
- Regulación por yardstick o referenciación estadística.
- Regulación por comparación con una empresa eficiente o una red ficticia.

No requieren factor  $X$ , puesto que la productividad es “observable”.

# Metodología de regulación por incentivos

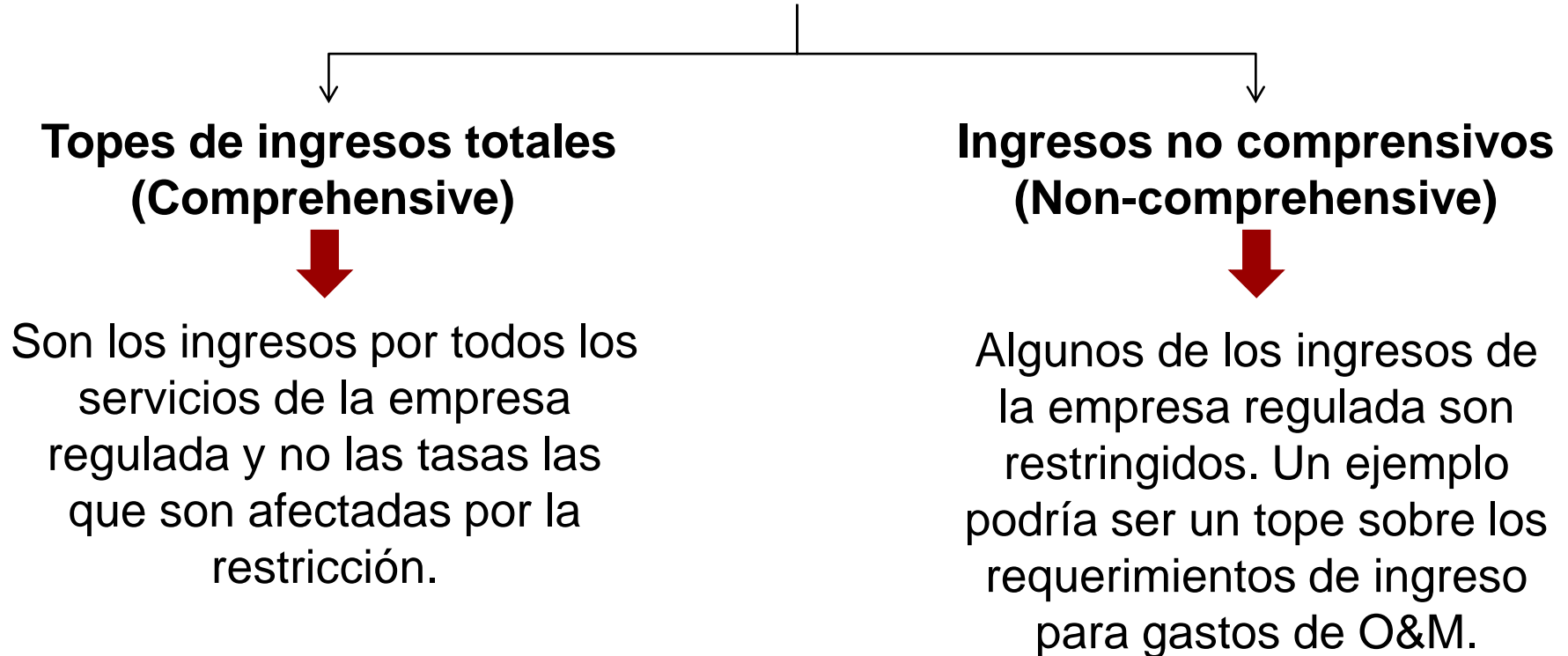
## Topes de precios:

$$\Delta IPC = P - X \pm Z$$

- Metodología usada principalmente para monopolios naturales.
- Consiste en definir un valor anual máximo para el incremento de un índice de precios de una empresa o sector.
- La metodología determina dos elementos: la base del índice y el incremento máximo anual.
- Tanto el índice que se usa (muy frecuentemente el índice de precios al consumidor) como el factor de productividad son objetos de discusión y estimación.
- El objetivo del ajuste es doble, por una parte da incentivos al productor para aumentar su productividad, al permitir que traduzca a ganancias una parte de este aumento y permite una participación de los consumidores en esta ganancia

# Metodología de regulación por incentivos

## Topes a ingresos (Revenue Cap):

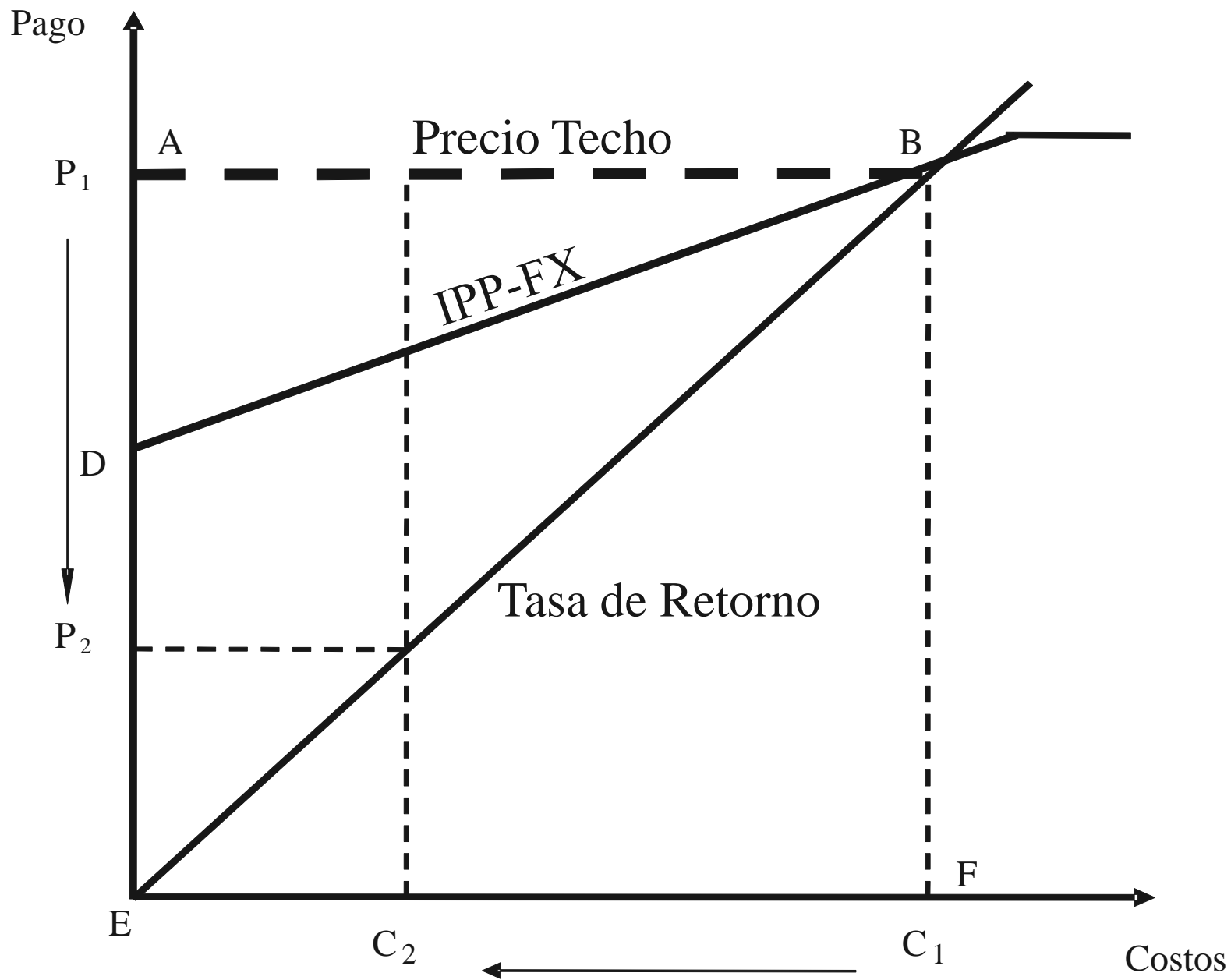


$$\Delta \text{ IngresoRequerido} = P - X + Y \pm Z$$

Y refleja el efecto del crecimiento del producto sobre el costo.

# Metodología de regulación por tasa de retorno

- Esta regulación consiste en fijar el valor máximo de la ganancia (diferencia entre ingresos y gastos) dividida por el valor de los activos productivos, revisando anualmente los resultados, por lo cual no requiere la aplicación de un factor de productividad.
- Tiene un alto costo para el regulador y para las empresas dados los grandes volúmenes de información requeridos para su aplicación.
- No es teóricamente plausible usar el factor  $X$  en regulación por costos puesto que la racionalidad del esquema busca asegurar a la empresa un determinado retorno sobre sus activos de capital





# Ventajas de incorporar un FP

La incorporación de un factor de productividad en un sistema de regulación tipo “*Price Cap*” es inherente al mismo, es parte integral de su justificación.

➤ **Eficiencia:** en el *Price Cap* los incentivos se mantienen durante el ciclo regulatorio (varios años) , esto produce incentivos fuertes a los productores para aumentar su productividad.

➤ **Beneficios para el usuario:** se pasa al usuario parte de los ahorros de los aumentos en productividad. Se espera, que los aumentos en productividad sean mayores bajo el “*Price Cap*”, puesto que esta metodología representa un incentivo más fuerte para que la empresa reduzca sus costos.

# Desventajas de incorporar un FP

- Si el factor  $X$  es demasiado bajo llevará a que las ganancias sean demasiado altas para los productores dado que los precios divergirán demasiado de los costos con sus efectos negativos sobre el bienestar de los consumidores.
- Si es demasiado alto, puede llevar aun aumento importante en las probabilidades de quiebra cuando existe demasiada variabilidad en los costos de producción.
- Una desventaja del esquema de precios topes, y no del factor  $X$ , es que puede llevar a comportamientos estratégicos de parte de las empresas reguladas.

# Impactos de incorporar un FP

- Los impactos de aplicación del “*Price Cap*” : proporciona un mecanismo con altos incentivos a aumentos en la productividad, con repartición de dichos aumentos entre productores y consumidores.
- Requiere menos esfuerzo por parte de empresas reguladas y Comisión de Regulación.
- Requiere un trabajo inicial más cuidadoso, para evitar ganancias demasiado altas o insuficientes.
- Requiere una buena información sobre la historia de las empresas productora

## 6. METODOLOGÍA PROPUESTA

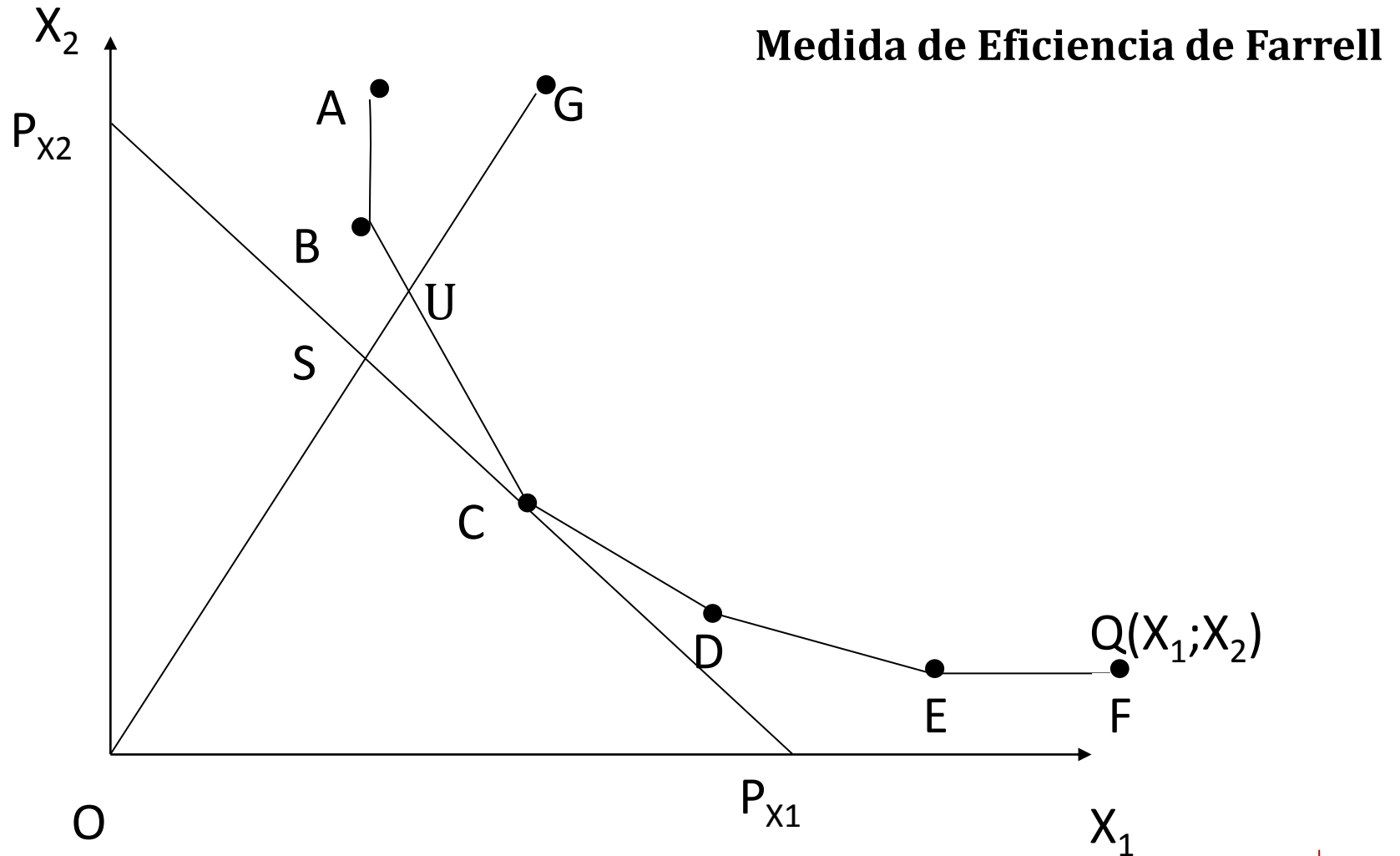


# Alternativas Propuestas de estimación del Factor de Productividad

- Programación lineal para un DEA orientado hacia insumos.
- Análisis de productividad de Malquist a partir de estimación DEA
- Estimación econométrica de productividad



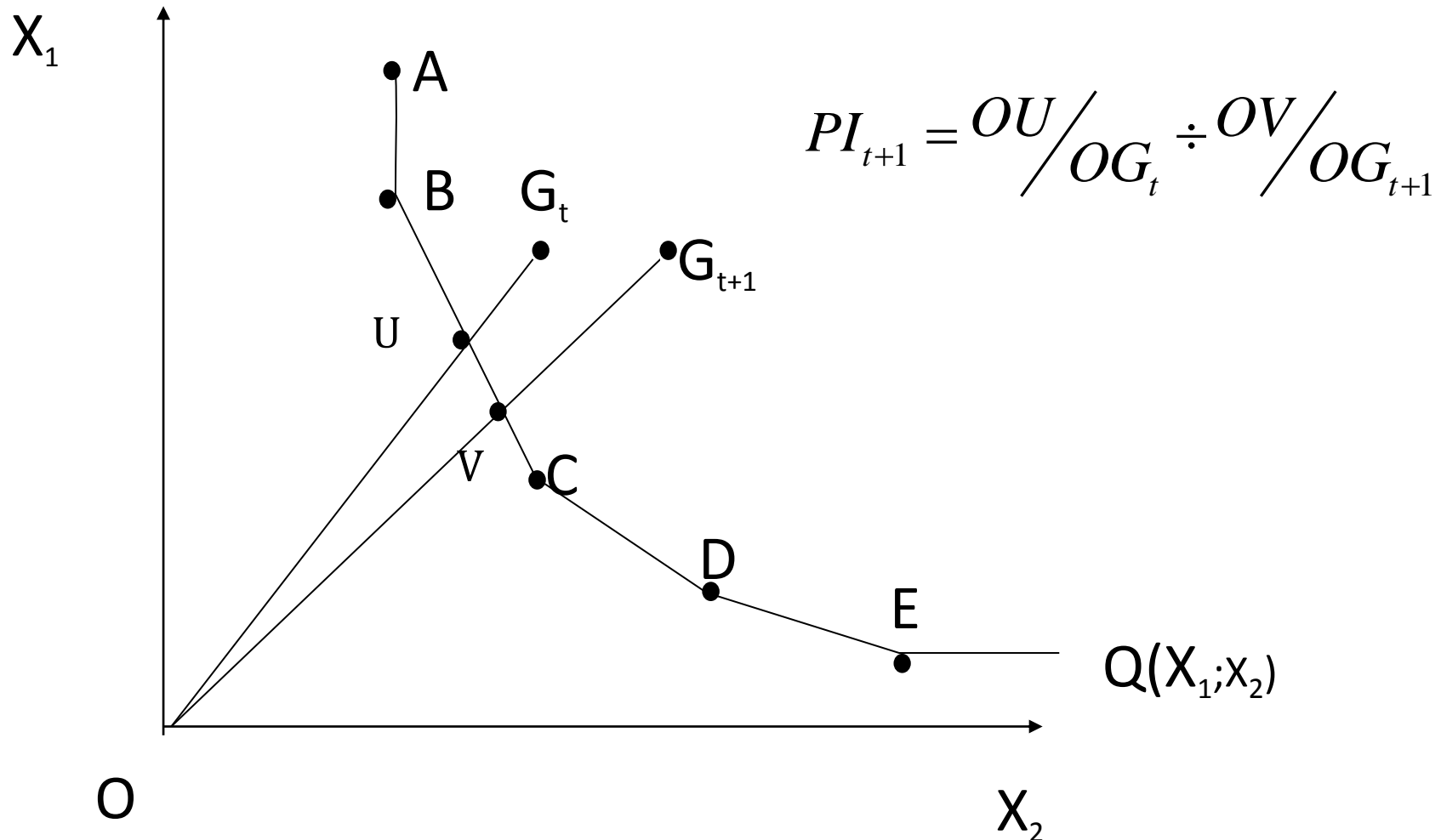
# Estimación de la Frontera usando el procedimiento Data Envelopment Analysis -DEA



# Estimación de la Frontera usando el procedimiento Data Envelopment Analysis –DEA

- El procedimiento de cálculo es el de, para cada observación, realizar la maximización de la cantidad que se puede producir, dado el valor observado de los insumos, esto constituye un problema de programación lineal, fácilmente calculable.
- De este análisis se obtiene un valor de la eficiencia técnica para cada observación. El procedimiento es fácilmente adaptable a la presencia de varios productos (se introducen restricciones adicionales, de valor mínimo que debe producirse) y al caso de rendimientos crecientes.
- Estos resultados pueden utilizarse en varias formas, una de ellas es realizar la estimación juntando las observaciones para todos los años y utilizándolas en una regresión auxiliar, en la cual las variables explicatorias son el tiempo y características del período y la empresa. El coeficiente del tiempo es una medida del cambio tecnológico.

# Análisis de productividad de Malquist a partir de estimación DEA





# Análisis de productividad de Malquist a partir de estimación DEA

Para obtener el IMP usando DEA, se debe tener al menos información para dos períodos de tiempo de modo que se logre obtener una medida de productividad comparando la evolución de la producción y la tecnología en el tiempo.

El cambio en el índice de productividad (IP) es el cociente de las medidas de eficiencia para dos períodos consecutivos.

# Estimación Econométrica

Consiste en la estimación de una función frontera de producción o de costos. En esta estimación el término de error se descompone en un factor de productividad y en un término de error propiamente dicho, el primero solo puede tener valores positivos, el segundo no tiene restricción en signos.

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_k k_{it} + \beta_l l_{it} + \omega_{it} + \varepsilon_{it}$$

Hay diversas especificaciones de estas ecuaciones.

# **7. RECOMENDACIÓN PRELIMINAR DE METODOLOGÍA**

# Recomendaciones

Con base en la presentación anterior y después de un examen preliminar de la información, se obtienen algunas recomendaciones:

- a) Continuar usando la metodología de “price cap” con factor de productividad
- b) Aplicar la actualización de la senda de variación de precios para el mismo periodo regulatorio.
- c) Usar para la estimación del factor de productividad un análisis basado en Malmquist y en la estimación econométrica, en el cual se mida el cambio en productividad y se analicen sus determinantes para hacer una proyección de su posible evolución en los próximos años basada en estos determinantes.

# Recomendaciones

- d) Emplear un único factor de productividad para la industria.
- e) Establecer como un elemento del factor de productividad la disponibilidad de parte de las empresas la información oportuna y veraz.
- f) Incluir los ingresos por otras actividades apalancadas en la actividad de comercialización a usuario regulado como parte de la disminución de costos de cada una de las empresas y no como un elemento que defina el factor de productividad de la actividad.
- g) No se dispone de información suficiente para establecer un factor de productividad discriminado para las denominadas zonas especiales.