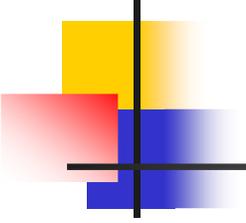


Mediciones de Productividad en el Sector Telecomunicaciones

*Experiencia Peruana (OSIPTEL)
Febrero de 2007*

1. Sistema de Precios Tope en el Perú.
2. Factor de Productividad – Fórmula General.
3. Enfoques Conceptuales de Productividad (TFP).
4. Criterios De Medición.
5. Análisis Discreto (Números índices).
6. Estimación del Factor de Productividad.
 - Empresa: Producto.
 - Empresa: Insumos.
 - Empresa: Capital.
 - Empresa Productividad: ΔTFP
 - Empresa Precio Insumos: ΔW
 - Economía Productividad: ΔTFP_E
 - Economía Precio Insumos: ΔW_E
 - Resultados: Factor de Productividad.
7. Particularidades de la Experiencia Peruana.



CRITERIOS GENERALES

- Se determina el máximo nivel de variación promedio de precios que se podría aplicar para cada canasta de servicios durante un determinado período de tiempo (Vigente desde Setiembre de 2001).
- 3 Canastas de Servicios:
 - Canasta C: Tarifa de Instalación.
 - Canasta D: Renta Mensual y Tarifas locales.
 - Canasta E: Llamadas de Larga Distancia.
- Los precios son ajustados hacia arriba de acuerdo con el incremento de los costos y hacia debajo de acuerdo a las ganancias de productividad de la empresa.
- El Factor de Productividad se fija cada 3 años. Los ajustes tarifarios se realizan de manera trimestral.

MECANISMO DE IMPLEMENTACIÓN

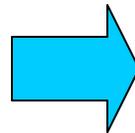
$$RT_{jn} = \sum \left(\text{alfa}_{ijn-1} \cdot \frac{T_{ijn}}{T_{ijn-1}} \right) \leq F_n$$

Ratio Tope

- RT_{jn} = Ratio Tope para canasta “j” en el trimestre “n”.
- alfa_{ijn-1} = Factor de Ponderación del servicio “i” de la canasta “j” durante el trimestre n-1. Participación dentro de los ingresos de la canasta.
- T_{ijn} = Tarifa del servicio “i” de la canasta “j” durante el trimestre n.
- T_{ijn-1} = Tarifa del servicio “i” de la canasta “j” durante el trimestre n-1.

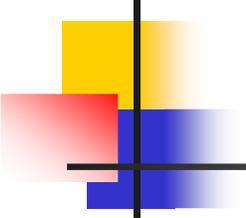
Factor de Control

$$F_n = (1 - X) * \frac{IPC_{n-1}}{IPC_{n-2}}$$



$$F_n = (1 + \pi) * (1 - X)$$

Factor de Productividad



EJEMPLO DE IMPLEMENTACIÓN

- Una Canasta con 2 servicios (x,y)
- Vector de Precios vigentes (P_x,P_y) = (100,100)
- Factor de Productividad anual (8%)
- Vector de participaciones de ingreso del último trimestre (75%,25%)
- Inflación anual (1.9%)

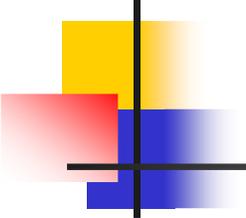
$$F_n = (1 + \pi) * (1 - X) \quad \Rightarrow \quad F_n = (1 + 0.00472) * (1 - 0.0194) = 0.9852$$

$$RT_{jn} = \sum \left(\alpha_{ijn-1} * \frac{T_{ijn}}{T_{ijn-1}} \right) \quad \Rightarrow \quad \left[0.75 * \frac{99}{100} \right] + \left[0.25 * \frac{97.09}{100} \right] = 0.9852$$

↓
Reducción
de 1%

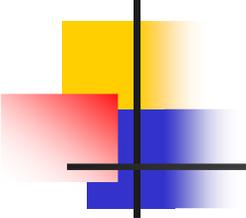
↓
Reducción
de 2.91%

↓
Reducción
de 1.48%



REGULACIÓN POR INCENTIVOS (1)

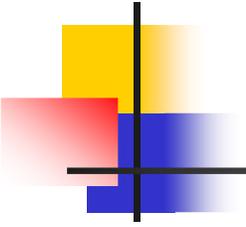
- La empresa es la beneficiaria de las ganancias de productividad en el corto plazo, en el mediano plazo dichas ganancias son trasladadas a los usuarios a través de la aplicación del factor de productividad.
- El rezago regulatorio incentiva la eficiencia productiva de la empresa regulada (esfuerzo por reducción de costos). El esquema no genera los incentivos perversos sobre la inversión de capital.
- Se promueve la eficiencia dinámica de la industria porque la empresa tiene incentivos para adoptar tecnologías que le permitan producir más eficientemente (mejor servicio a menores tarifas).
- La empresa puede modificar las tarifas de los diferentes elementos que conforman las canastas siempre que se cumpla con no exceder el valor tope establecido (flexibilidad comercial).



REGULACIÓN POR INCENTIVOS (2)

- La empresa tiene incentivos para focalizar el establecimiento de precios muy bajos en los segmentos donde enfrenta competencia y precios elevados en los segmentos menos competitivos.
- La aplicación del mecanismo regulatorio no garantiza la eficiencia asignativa (precios orientados a costos).
- Sin embargo, la empresa puede plantearse como objetivo que los precios reflejen sus verdaderos costos. Es posible que la empresa establezca precios elevados en las zonas de mayor costo y precios bajos en las zonas menos costosas aún cuando podría ser socialmente deseable mantener algún esquema de subsidios geográficos.
- Podría existir el riesgo de que la empresa regulada pueda encontrar óptimo reducir costos sacrificando de alguna manera la calidad del servicio (estándares mínimos de calidad, adecuada fiscalización).

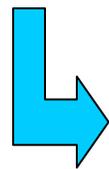




CAMBIO EN EL NIVEL DE PRECIOS

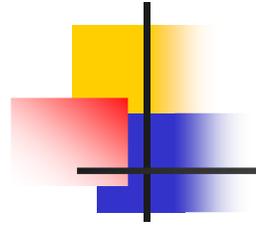
- El principal objetivo del regulador está en simular condiciones de competencia en aquellos mercados que no lo son. El mecanismo de precios tope cumple con tal objetivo al considerar la aplicación de los resultados existentes en un mercado competitivo.
- En el equilibrio de largo plazo de un mercado competitivo sólo existen beneficios normales, es decir, se cumple la igualdad entre el nivel de ingresos y costos totales (costos económicos).

$$IT = CT \Rightarrow p^*Y = w^*Z$$



$$\Delta p = \Delta w - [\Delta Y - \Delta Z] \quad (1)$$

Cambio Precios **Nivel de**
Insumos **Productividad**



EFICIENCIA COMPARADA

- La estimación del “Factor de Productividad” considera una comparación entre los estándares de costos y productividad de la empresa operadora con los de la economía en su conjunto (o la industria).

$$\Delta p_E = \Delta w_E - [\Delta Y_E - \Delta Z_E] \quad (2)$$

- De (1) y (2):

$$\Delta p = \Delta p_E - [\Delta w_E - \Delta w] + [\Delta TFP - \Delta TFP_E]$$



Donde:

$$\Delta Y - \Delta Z = \Delta TFP$$

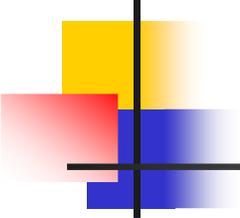
**Cambio Relativo
En Costos**

+

**Cambio Relativo
En Productividad**

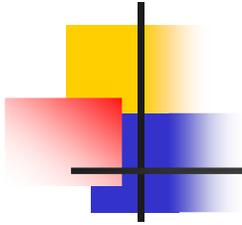
Factor de Productividad (“X”)





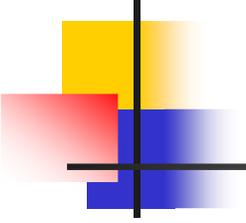
TEORÍA DEL CRECIMIENTO (2)

- El segundo enfoque se denomina la nueva teoría del crecimiento económico o de crecimiento endógeno. Dicho enfoque identifica a la acumulación de factores (inversión en capital humano, conocimiento y en capital físico) como el principal determinante del proceso de crecimiento de largo plazo (Romer P. 1990).



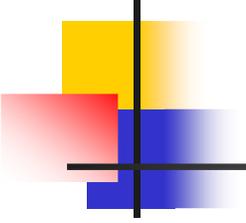
RESIDUO DE SOLOW

- La discusión teórica sobre cual factor es el principal determinante del crecimiento económico ha desbordado las fronteras de la literatura teórica y se ha dado un lugar importante en la investigación empírica.
- La metodología de “Contabilidad del Crecimiento” busca explicar el crecimiento económico por sus distintos componentes: la acumulación de factores y la evolución tecnológica.
- Dada la imposibilidad de medir directamente el progreso tecnológico a partir de datos reales, este se mide indirectamente como un residuo, es decir, como aquella parte del crecimiento que no es explicada por la acumulación de factores (Residuo de Solow).
- Esta metodología es extendida tanto por Jorgenson y Griliches (1967) para incorporar diferentes tipos de factores de producción, como por Hall (1988) para incorporar competencia imperfecta en el análisis



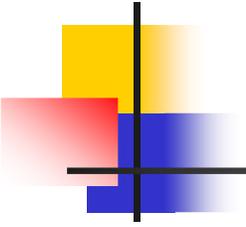
ENFOQUES DE MEDICIÓN (1)

- Dentro de la metodología desarrollada por Solow, existen dos enfoques de medición tratados en la literatura: El enfoque primal y el enfoque dual.
- El primero de ellos es el más utilizado y toma como punto de partida la tasa de crecimiento del producto real y de los factores de producción, junto con los productos marginales de los mismos.
- El enfoque dual, en cambio, parte de la tasa de crecimiento del precio del producto y de los precios de los factores y ha sido utilizado recientemente por Hsieh (2002).
- Si los datos de precios son compatibles con los datos de cantidades, entonces la estimación bajo el enfoque dual será idéntica a la estimación bajo el enfoque primal.



ENFOQUES DE MEDICIÓN (2)

- Una tercera alternativa metodológica implica el desarrollo de modelos econométricos.
- La metodología de funciones de producción para la medición de la productividad consiste en la estimación, usando técnicas econométricas, del aporte de cada factor de producción en el nivel de producto y del residuo resultante.
- Dicho residuo, que constituye la parte del producto que no puede ser explicada por los aportes de cada uno de los factores de producción, se interpreta como una medida de la productividad total de los factores y constituye el punto central de esta metodología.



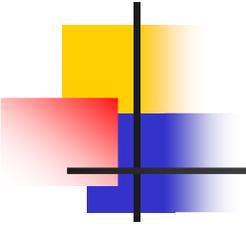
ENFOQUE PRIMAL: Enfoque Base

- El enfoque primal tiene como punto de partida una función de producción estándar como la siguiente:

$$Y = F(A, K, L, M)$$

- Tomando logaritmos y diferenciando totalmente con respecto al tiempo se encuentra que la tasa de crecimiento del producto total se puede descomponer en las respectivas contribuciones: (i) progreso tecnológico y (ii) acumulación de factores de producción:

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = \left(\frac{F_A A}{Y} \right) \left(\frac{\dot{A}}{A} \right) + \left(\frac{F_K K}{Y} \right) \left(\frac{\dot{K}}{K} \right) + \left(\frac{F_L L}{Y} \right) \left(\frac{\dot{L}}{L} \right) + \left(\frac{F_M M}{Y} \right) \left(\frac{\dot{M}}{M} \right) \quad (3)$$



ENFOQUE PRIMAL: Neutralidad a lo Hicks

- En la mayoría de las aplicaciones se asume que el progreso tecnológico es neutral en el sentido de Hicks (1932):

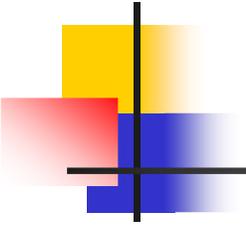
$$Y = AF(K, L, M)$$

- En este caso la expresión (3) anterior puede escribirse como:

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = \left(\frac{\dot{A}}{A} \right) + \left(\frac{F_K K}{Y} \right) \left(\frac{\dot{K}}{K} \right) + \left(\frac{F_L L}{Y} \right) \left(\frac{\dot{L}}{L} \right) + \left(\frac{F_M M}{Y} \right) \left(\frac{\dot{M}}{M} \right) \quad (4)$$

- Despejamos la tasa de crecimiento de la productividad total de factores:

$$CTFP = \frac{\dot{Y}}{Y} - \left(\frac{F_K K}{Y} \right) \left(\frac{\dot{K}}{K} \right) - \left(\frac{F_L L}{Y} \right) \left(\frac{\dot{L}}{L} \right) - \left(\frac{F_M M}{Y} \right) \left(\frac{\dot{M}}{M} \right) \quad (5)$$

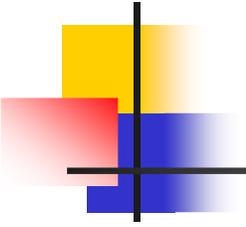


ENFOQUE PRIMAL: Productividades Marginales

- El término más controversial es el relacionado con las productividades marginales de cada uno de los factores de producción, las cuales son variables no observables.
- La solución elaborada por Solow a este problema de información pasa por asumir que las empresas maximizan beneficios bajo competencia perfecta en el mercado de factores: las productividades marginales de cada factor se igualan a los precios de cada uno de ellos.

$$CTFP = \frac{\dot{Y}}{Y} - \left(\frac{RK}{Y} \right) \left(\frac{\dot{K}}{K} \right) - \left(\frac{WL}{Y} \right) \left(\frac{\dot{L}}{L} \right) - \left(\frac{P_M M}{Y} \right) \left(\frac{\dot{M}}{M} \right)$$


$$CTFP = \frac{\dot{Y}}{Y} - s_K \left(\frac{\dot{K}}{K} \right) - s_L \left(\frac{\dot{L}}{L} \right) - s_M \left(\frac{\dot{M}}{M} \right) \quad (6)$$

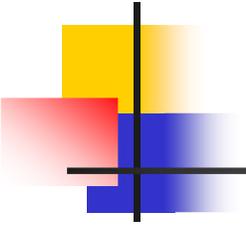


ENFOQUE PRIMAL: Enfoque de Hall

- La empresa podría tener cierto poder en el mercado de factores, contexto bajo el cual no tomaría los precios de los factores de producción como dados.
- Hall (1988) muestra que bajo estas condiciones la solución es ponderar la tasa de crecimiento de los diversos factores de producción por las participaciones de los pagos de dichos factores en los gastos totales.

$$CTFP = \frac{\dot{Y}}{Y} - \left(\frac{RK}{C} \right) \left(\frac{\dot{K}}{K} \right) - \left(\frac{WL}{C} \right) \left(\frac{\dot{L}}{L} \right) - \left(\frac{P_M M}{C} \right) \left(\frac{\dot{M}}{M} \right)$$


$$CTFP = \frac{\dot{Y}}{Y} - s_K^{emp} \left(\frac{\dot{K}}{K} \right) - s_L^{emp} \left(\frac{\dot{L}}{L} \right) - s_M^{emp} \left(\frac{\dot{M}}{M} \right) \quad (7)$$



ENFOQUE DUAL: Enfoque Base

- La primera referencia al enfoque dual fue desarrollada por Griliches y Jorgensen (1967). Recientes aplicaciones con Hsieh (2002).
- El enfoque dual se basa en la igualdad entre el ingreso y la suma de gastos y ganancias.

$$PY = RK + WL + P_M M + \Pi$$

- Diferenciando ambos lados de la ecuación con respecto al tiempo y dividiendo por el costo total, $C = RK + WL + P_M M$:

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = \frac{RK}{C} \left(\frac{\dot{K}}{K} + \frac{\dot{R}}{R} \right) + \frac{WL}{C} \left(\frac{\dot{L}}{L} + \frac{\dot{W}}{W} \right) + \frac{P_M M}{C} \left(\frac{\dot{M}}{M} + \frac{\dot{P}_M}{P_M} \right) + \frac{\Pi}{C} \cdot \frac{(\Pi/PY)}{(\Pi/PY)} - \frac{\dot{P}}{P}$$

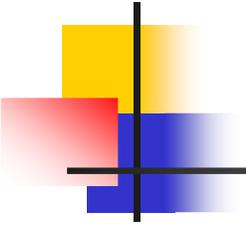
ENFOQUE DUAL: Equivalencia

- Expresando los términos que implican tasas de crecimiento de cantidades en el lado izquierdo:

$$\frac{\dot{Y}}{Y} - \frac{RK}{C} \frac{\dot{K}}{K} - \frac{WL}{C} \frac{\dot{L}}{L} - \frac{P_M M}{C} \frac{\dot{M}}{M} = \frac{RK}{C} \frac{\dot{R}}{R} + \frac{WL}{C} \frac{\dot{W}}{W} + \frac{P_M M}{C} \frac{\dot{P}_M}{P_M} + \frac{\Pi}{C} \frac{\dot{\Pi/PY}}{\Pi/PY} - \frac{\dot{P}}{P}$$

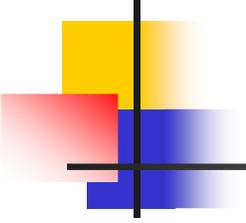
- La estimación “dual” del crecimiento de la productividad total de factores equivale a un promedio ponderado de la tasa de crecimiento de los precios de los factores y la participación de las ganancias, menos la tasa de crecimiento del precio del producto de la firma

$$CTFP_{Dual} = \frac{RK}{C} \frac{\dot{R}}{R} + \frac{WL}{C} \frac{\dot{W}}{W} + \frac{P_M M}{C} \frac{\dot{P}_M}{P_M} + \frac{\Pi}{C} \frac{\dot{\Pi/PY}}{\Pi/PY} - \frac{\dot{P}}{P} \quad (8)$$



MEDICIONES PRIMAL: Variables Relevantes

- En el marco conceptual desarrollado hay dos problemas que deben ser resueltos para poder implementar la ecuación Primal: (i) ¿cómo medir la tasa de crecimiento del producto?, (ii) ¿cómo medir la tasa de crecimiento del uso de factores?.
- Algunos problemas previos a la medición de la tasa de crecimiento del producto. El primero deriva del hecho que muchas empresas no producen un sólo bien: ¿cómo agregar estos bienes diferentes en una medida significativa de la producción real agregada?.
- En muchos casos no se cuenta medidas del producto de la empresa, sino en su lugar medidas del ingreso: ¿Cómo obtener una medida del producto real para estos productos?.
- Problemas similares se presentan del lado de la estimación del uso de factores.



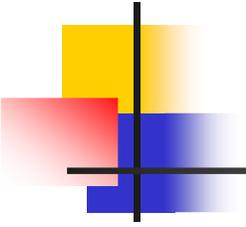
PRIMAL - PRODUCTO: Agregación

- La tasa de crecimiento de la producción total puede ser calculada como un promedio ponderado de la tasa de crecimiento de cada producto individual, donde los pesos son la participación de los gastos del consumidor en cada producto.

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = \sum_i \left(\frac{y_i P_i}{E^Y} \cdot \frac{\dot{y}_i}{y_i} \right)$$

(9)

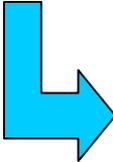
- Posteriormente será necesario expresar la ecuación anterior en términos discretos para poder implementar empíricamente el enfoque primal, aspecto que implica la consideración de índices de agregación, más específicamente, el índice de Fisher.

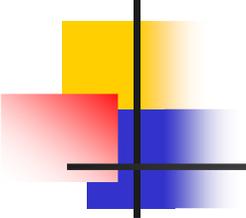


PRIMAL - PRODUCTO: Indicador de Cantidades (1)

- En algunos casos no se cuenta con datos precisos sobre determinados productos, pero se dispone de información desagregada sobre los ingresos generados.
- Se podría utilizar la tasa de crecimiento del nivel de ingresos como un proxy de la tasa de crecimiento del producto. Existiendo posibilidades de cambio tanto en el nivel de las cantidades, como en el nivel de los precios, dicha suposición conllevará a una sobreestimación.

$$\dot{E}^Y / E^Y = \sum_i \left(\frac{y_i P_i}{E^Y} \right) \cdot [(\dot{y}_i / y_i) + (\dot{p}_i / p_i)]$$


$$Sesgo = \sum_i \left(\frac{y_i P_i}{E^Y} \right) \cdot (\dot{p}_i / p_i)$$



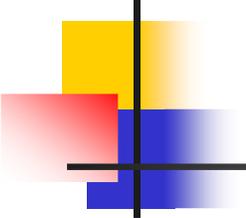
PRIMAL - PRODUCTO: Indicador de Cantidades (2)

- La metodología aplicada empíricamente es el enfoque del “ingreso deflactado”. Bajo este enfoque es posible estimar un índice de precios que tenga una relación cercana con el sector analizado y utilizarlo como un deflactor de los ingresos para estimar los indicadores de cantidades:

$$q_{estimado} = \frac{\text{Ingreso Real}}{\text{Índice de Precios}}$$

- Una solución más compleja ha sido propuesta en un trabajo de Levinsohn y Melitz (2001). Si se asume que la utilidad del consumidor toma la forma de una función CES, se puede mostrar que la cantidad producida de un bien es una función directa de sus ingresos:

$$Y = \left(\sum_i y_i^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right)^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} \Rightarrow y_i = [y_i p_i]^{\frac{\sigma}{\sigma-1}}$$



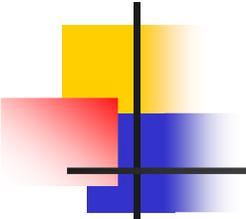
PRIMAL - PRODUCTO: Indicador de Cantidades (3)

- Por lo tanto, la tasa de crecimiento de la producción agregada puede ser expresada como una función de la tasa de crecimiento del gasto total:

$$(\dot{Y}/Y) = \frac{\sigma}{\sigma-1} \cdot (\dot{E}^Y / E^Y)$$



Complejidad en la estimación de la elasticidad de sustitución.



PRIMAL - INSUMOS: Agregación

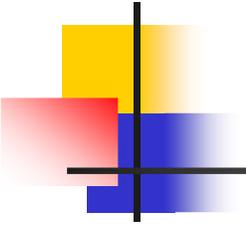
- La tasa de crecimiento del trabajo agregado puede ser calculada como un promedio ponderado de la tasa de crecimiento de cada tipo de trabajo, donde los pesos son los pagos a cada tipo de trabajador como una participación de los gastos totales en salarios.

$$\dot{L}/L = \sum_i \left(\frac{w_i l_i}{E^L} \right) \cdot (\dot{l}_i / l_i)$$

- De manera similar para los materiales y el capital:

$$\dot{M}/M = \sum_i \left(\frac{p_{M_i} m_i}{E^M} \right) \cdot (\dot{m}_i / m_i)$$

$$\dot{K}/K = \sum_i \left(\frac{r_i k_i}{E^K} \right) \cdot (\dot{k}_i / k_i)$$



PRIMAL - INSUMOS: Generaciones del Capital

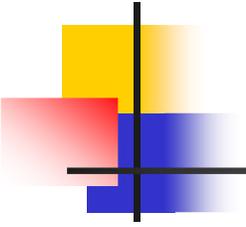
- Es muy probable que existan diferentes generaciones de un determinado tipo de capital. Se considera entonces que la calidad de capital de una determinada generación disminuye a una tasa geométrica constante. La cantidad de capital en el tiempo t está dada por:

$$K_t = \sum_i (1 - \delta)^{t-i} \cdot I_{t-i}$$

- Esta metodología, conocida como el método de “inventarios perpetuos”, es comúnmente expresada de la siguiente manera:

$$K_t = (1 - \delta)K_{t-1} + I_t$$

- En suma, necesitamos los datos sobre la inversión pasada de la firma y un estimado del parámetro que mide la disminución de eficiencia, comúnmente equivalente a las tasas de depreciación.



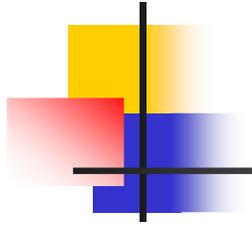
PRIMAL - INSUMOS: Costo Económico del Capital

- El segundo problema principal asociado a las mediciones de uso de capital es que típicamente no observamos el precio de alquiler.
- La manera usual de imputar el precio de alquiler del capital es apelar a la condición de arbitraje sugerida por Christensen y Jorgenson (1969):

$$r_i^1 = \left[\frac{1}{1 - tax} \right] (WACC p_i^0 + \delta_i p_i^1 - (p_i^1 - p_i^0))$$

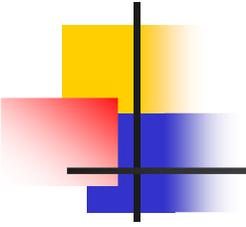
Costo Oportunidad **Gasto Depreciación** **Nivel de Reevaluación**

- Para la estimación del WACC, en particular para la estimación del costo de patrimonio, se utiliza la metodología CAPM



DUAL: Variables Relevantes

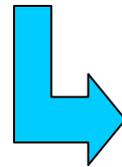
- Bajo este enfoque, la información necesaria para calcular el CTFP sería la siguiente:
 - La tasa de crecimiento del precio del producto de la firma, (ii) la tasa de crecimiento de los salarios.
 - La tasa de crecimiento del precio de alquiler del capital (R).
 - La tasa de crecimiento del precio de los insumos (PM).
 - La tasa de crecimiento de la participación de la ganancia.
 - Un cálculo aproximado de la participación en el costo total del trabajo, el capital y las ganancias.



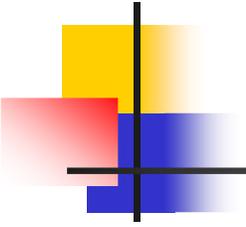
DUAL – PRECIO DEL PRODUCTO: Crecimiento

- Acorde con el marco conceptual desarrollado, el precio del producto agregado debe ser definido como el promedio ponderado del precio de cada producto individual de la empresa, donde los pesos son las participaciones de cada producto en el gasto total.

$$\frac{\dot{P}}{P} = \sum_i \left(\frac{y_i p_i}{E^Y} \cdot \frac{\dot{p}_i}{p_i} \right)$$



Participación en el gasto
total



DUAL – PRECIO DE INSUMOS: Crecimiento

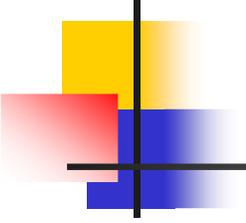
- Como se ha indicado, un segundo insumo necesario para implementar el enfoque dual son los cálculos aproximados de la tasa de crecimiento tanto de los precios de los factores.
- La metodología para la agregación de los salarios, los precios de alquiler y los precios de los materiales, es exactamente la misma que se precisó para calcular el stock de capital, la fuerza laboral efectiva y la cantidad total de materiales en el enfoque primal (Tasas Promedio).

$$\frac{\dot{K}}{K} = \sum_i \left(\frac{r_i k_i}{E^K} \cdot \frac{\dot{r}_i}{r_i} \right)$$

$$\frac{\dot{W}}{W} = \sum_i \left(\frac{w_i l_i}{E^W} \cdot \frac{\dot{w}_i}{w_i} \right)$$

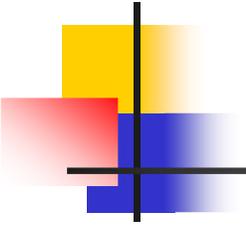
$$\dot{P}_M / P_M = \sum_i \left(\frac{p_{M_i} m_i}{E^M} \right) \cdot (\dot{p}_M / p_{M_i})$$





ANÁLISIS DISCRETO: Números índices

- En la medida que la producción física de cada servicio cambiará en forma independiente y distinta a la del resto de servicios, es necesario utilizar algún tipo de técnica que nos permita agregar estos cambios en un indicador discreto del cambio total de la cantidad de servicios producida.
- Esta misma idea se aplica al cambio de unidades físicas de insumos utilizadas, y es también extensiva a los cambios en los precios de los servicios finales y cambios en los precios de los insumos. Este objetivo se logra mediante la utilización de los “números índice”.
- Existen varios números índice que pueden ser utilizados para implementar las diferentes agregaciones de cantidades y precios. Entre los índices más utilizados para realizar estudios de productividad tenemos básicamente al índice de Fisher y el índice de Tornqvist-Theil.

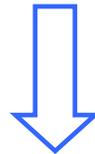


ANÁLISIS DISCRETO: Índice de Fisher

- Los índices de Fisher se definen como la media geométrica del índice de Laspeyres y el índice de Paasche.

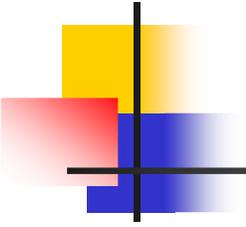
Índice Cantidades Fisher

$$IQ_{Fisher} = \sqrt{IQ_{Lasp} * IQ_{Paas.}}$$



$$IQ_{Lasp.} = \frac{\sum_{j=1}^m P_{jt-1} * y_{jt}}{\sum_{j=1}^m P_{jt-1} * y_{jt-1}}$$

$$IQ_{Paas.} = \frac{\sum_{j=1}^m P_{jt} * y_{jt}}{\sum_{j=1}^m P_{jt} * y_{jt-1}}$$

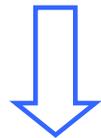


ANÁLISIS DISCRETO: índice de Tornqvist-Theil

- El índice de Tornqvist-Theil está definido de modo que su implementación ofrece en forma directa una tasa de cambio logarítmica que indica el cambio aproximado a variables discretas.

Índice de Cantidades
(Producto)

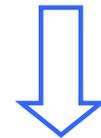
$$\sum_{i=1}^n s_i \ln \left(\frac{y_i^1}{y_i^0} \right)$$



$$s_i = \frac{1}{2} \left(\frac{p^1 y^1}{R^1} + \frac{p^0 y^0}{R^0} \right)$$

Índice de Cantidades
(Insumos)

$$\sum_{j=1}^m s_j \ln \left(\frac{z_j^1}{z_j^0} \right)$$



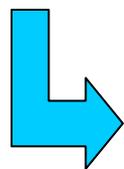
$$s_j = \frac{1}{2} \left(\frac{w^1 z^1}{c^1} + \frac{w^0 z^0}{c^0} \right)$$

ANÁLISIS DISCRETO: Estimación

- Existiendo información de cantidades e ingresos es posible estimar el índice de Fisher. Se define el ingreso a un período base:

$$I_{jt}^{95} = \frac{I_{j95}}{q_{j95}} * q_{jt} = \frac{P_{j95} * q_{j95}}{q_{j95}} * q_{jt} = P_{j95} * q_{jt}$$

- El índice de precios del servicio “j” en el período “t” es por tanto:



$$IP_{jt} = \frac{I_{jt}}{I_{jt}^{95}} = \frac{P_{jt} * q_{jt}}{P_{j95} * q_{jt}} = \frac{P_{jt}}{P_{j95}}$$

$$IQ_{Lasp.} = \frac{\sum_{j=1}^m I_{pjt-1} * I_{jt}^{95}}{\sum_{j=1}^m I_{pjt-1} * I_{jt-1}^{95}}$$

$$IQ_{Paas.} = \frac{\sum_{j=1}^m I_{pjt} * I_{jt}^{95}}{\sum_{j=1}^m I_{pjt} * I_{jt-1}^{95}}$$

ESTIMACIÓN Δ Y EMPRESA: Producto (1)

1. Se registra la información de Ingresos:

Categoría de Servicio	1998	1999	2000	2000 PF	2001	2001 PF	2002	2003
Renta básica mensual	691.420	782.120	877.999	877.846	895.920	895.920	860.937	871.745
Servicio Local Medido	558.003	691.211	770.543	770.400	677.405	677.405	699.178	677.509
Local - Otros	80.738	81.162	69.025	69.023	76.214	76.214	92.678	98.440
Instalación	130.337	19.976	13.949	13.949	13.856	13.856	20.254	20.639
Larga Distancia Nacional	348.136	292.309	303.653	303.601	297.541	297.541	247.912	192.603
Larga Distancia Internacional	506.753	472.811	348.302	348.302	298.744	298.744	153.671	104.794
Teléfonos Públicos	432.874	561.553	658.318	658.203	679.343	679.343	739.924	695.287
Servicios Móviles	633.290	779.750	785.559					
Televisión por Cable	172.269	199.266	248.400	248.357	270.300	270.300	291.973	316.835
Comunicaciones de Empresas	180.056	226.145	278.320	212.201	195.495	195.495	197.956	264.484
Guías Telefónicas	106.431	110.464	96.432	96.432	87.920			
Otros	14.044	29.709	70.786	103.771	101.534	96.354	125.164	170.665
Total Ingresos Operación	3.854.350	4.246.475	4.521.285	3.702.085	3.594.271	3.501.171	3.429.647	3.413.001

Notas:

(1) Los valores históricos se estiman reexpresando los valores ajustados de los ingresos por un factor determinado por el IPM

(2) PF hace referencia a información Pro-Forma

Fuente: Telefónica del Perú S.A.A

ESTIMACIÓN ΔY EMPRESA: Producto (2)

2. Se registra la información de cantidades:

Servicio	1998	1999	2000	2000 PF	2001	2001 PF	2002	2003
Renta básica mensual	1.555.093	1.688.619	1.717.117	1.717.117	1.722.462	1.722.462	1.815.139	1.968.879
Servicio Local Medido	7.696.254	8.466.443	8.469.242	8.469.242	9.812.226	9.812.226	9.528.457	9.197.045
Local - Otros	1.555.093	1.688.619	1.717.117	1.717.117	1.722.462	1.722.462	1.815.139	1.968.879
Instalación	240.800	255.473	171.987	171.987	180.124	180.124	248.690	325.734
Larga Distancia Nacional	652.607	611.824	566.894	566.894	500.392	500.392	444.122	346.181
Larga Distancia Internacional	363.709	399.043	395.690	395.690	484.905	484.905	429.128	566.943
Teléfonos Públicos	1.319.244	1.556.906	1.970.674	1.970.674	1.621.850	1.621.850	1.673.669	1.740.095
Servicios Móviles	504.995	712.117	898.173					
Televisión por Cable	305.200	327.344	349.447	349.447	341.720	341.720	340.001	363.088
Comunicaciones de Empresas (1)	180.056	236.035	299.414	217.992	205.770	206.020	215.320	309.079
Guías Telefónicas (1)	73.745	73.973	62.238	62.238	55.642			
Otros (1)	14.044	31.008	76.150	106.603	106.870	101.542	136.143	199.441

Notas:

(1) Estos datos son estimados.

(2) PF hace referencia a información Pro-Forma

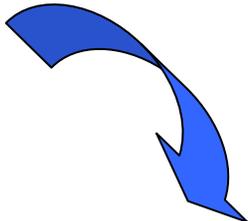
Fuente: Telefónica del Perú S.A.A., salvo tres últimas filas que provienen de estimaciones de OSIPTEL



Estimado por
Ingreso
Deflactado

ESTIMACIÓN ΔY EMPRESA: Producto (3)

3. Se estima el índice de Fisher:

$$Q_{t,t-1}^F = \left[\frac{\sum_{i=1}^N \frac{I_{it-1}}{I_{it-1}^{98}} * I_{it}^{98}}{\sum_{i=1}^N \frac{I_{it-1}}{I_{it-1}^{98}} * I_{t-1}^{98}} * \frac{\sum_{i=1}^N \frac{I_{it}}{I_{it}^{98}} * I_{it}^{98}}{\sum_{i=1}^N \frac{I_{it}}{I_{it}^{98}} * I_{it-1}^{98}} \right]^{1/2}$$


Concepto	1999	2000	2001	2002	2003
Indice de Laspeyres (Por Período) (a)	1,1508	1,1026	1,0067	1,0092	1,0732
Indice de Paasche (Por Período) (b)	1,1491	1,0922	0,9830	1,0130	1,0650
Indice de Fisher (Por Período) (c) = [(a)x(b)]^{1/2}	1,1499	1,0974	0,9948	1,0111	1,0691
Tasas de Crecimiento [ln(c)] (1)	13,97%	9,29%	-0,52%	1,10%	6,68%
Promedio simple de los cinco años (1999-2003)				96-2003	6,10%

Notas:

(1) Se obtiene la tasa de crecimiento logarítmica



ESTIMACIÓN ΔZ EMPRESA: Insumos (1)

1. Identificación del costo económico por tipo de insumo:

	1998	1999	2000	2000 PF	2001	2001 PF	2002	2003
Trabajo	499.901	562.775	537.257	425.948	467.589	458.243	414.354	421.399
Materiales y Servicios	1.319.402	1.191.072	1.336.744	1.132.693	1.141.084	1.106.700	1.078.276	1.125.906
Capital								
Terrenos	13.225	15.215	17.138	15.467	19.074	19.042	12.685	10.440
Edificios	59.708	76.526	93.333	90.814	101.511	101.337	76.141	63.666
Planta Telefónica								
Equipo de centrales	462.122	565.710	648.701	395.632	377.143	376.498	295.096	285.121
Equipo de transmisión	184.096	248.730	293.673	296.865	296.381	295.874	241.544	224.261
Cables y similares	515.744	584.728	613.863	604.771	601.471	600.441	470.900	419.953
Otros equipos	130.281	191.950	234.923	217.283	223.859	232.034	205.540	189.406
Muebles	4.026	7.303	8.660	8.651	8.917	8.884	5.558	4.297
Vehículos	1.810	1.689	1.755	1.830	2.034	2.031	1.806	1.216
Otros equipos	37.487	63.785	109.781	132.944	130.627	130.060	96.790	62.980

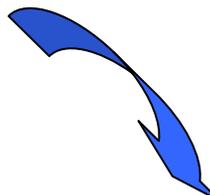
ESTIMACIÓN ΔZ EMPRESA: Insumos (2)

2. Identificación del nivel de uso por tipo de insumo:

	1998	1999	2000	2000 FF	2001	2001 FF	2002	2003
Trabajo	4.535	4.643	4.461	3.985	3.966	3.805	4.315	4.488
Materiales y Servicios	925.554	804.292	871.167	738.185	734.391	712.262	690.139	700.664
Capital								
Terrenos	100.780	105.167	107.119	96.567	99.710	99.710	102.865	100.880
Edificios	296.776	355.311	401.982	390.688	394.038	394.038	395.314	363.539
Planta Telefónica								
Equipo de centrales	1.299.212	1.522.692	1.656.454	1.009.105	983.343	983.343	853.777	855.325
Equipo de transmisión	517.569	669.494	749.893	757.187	733.475	733.475	698.837	672.753
Cables y similares	1.449.966	1.573.883	1.567.496	1.542.537	1.488.502	1.488.502	1.362.414	1.259.803
Otros equipos	366.271	516.663	599.874	554.204	553.999	575.216	594.672	588.192
Muebles	8.213	14.393	16.329	16.294	16.776	16.743	11.608	9.123
Vehículos	3.818	3.438	3.415	3.556	3.939	3.939	3.900	2.674
Otros equipos	59.472	98.270	162.630	196.722	196.601	196.084	156.706	102.475

ESTIMACIÓN ΔZ EMPRESA: Insumos (3)

3. Se estima el índice de Fisher:

$$Z_{t,t-1}^F = \left[\frac{\sum_{j=1}^M \frac{C_{jt-1}}{C_{jt-1}^{98}} * C_{jt}^{98}}{\sum_{j=1}^M \frac{C_{jt-1}}{C_{jt-1}^{98}} * C_{j-1}^{98}} * \frac{\sum_{j=1}^M \frac{C_{jt}}{C_{jt}^{98}} * C_{jt}^{98}}{\sum_{j=1}^M \frac{C_{jt}}{C_{jt}^{98}} * C_{jt-1}^{98}} \right]^{1/2}$$


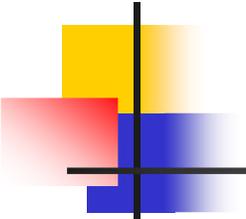
Concepto	1999	2000	2001	2002	2003
Índice de Laspeyres (Por Período) (a)	1,0340	1,0679	0,9816	0,9730	0,9788
Índice de Paasche (Por Período) (b)	1,0343	1,0687	0,9818	0,9705	0,9795
Índice de Fisher (Por Período) (c) = [(a)x(b)]^{1/2}	1,0342	1,0683	0,9817	0,9717	0,9791
Tasas de Crecimiento [ln(c)] (1)	3,36%	6,60%	-1,85%	-2,87%	-2,11%
Tasa Promedio (Promedio Simple de los 5 años)				96-2003	0,63%



ESTIMACIÓN ΔZ EMPRESA: Insumos - Capital (1)

1. Se identifica el Valor Contable del Stock de Capital en el período t (por tipo de activo) = $V_{kj,t}^{Contable}$

Activo	1997	1998	1999	2000	2000 PF	2001	2001 PF	2002	2003
Tierras	125.404	139.561	153.376	158.650	143.298	149.289	149.290	151.819	148.852
Edificios	337.203	445.140	546.002	626.064	579.750	576.801	576.801	580.325	502.536
Planta Telefónica									
Central Telefónica	1.420.187	2.008.342	2.233.695	2.596.679	1.497.430	1.244.763	1.244.763	1.254.348	1.295.605
Planta de Transmisión	558.303	808.008	1.061.233	1.123.604	1.123.604	1.030.209	1.030.209	1.015.184	989.898
Cables y Accesos	1.711.014	2.107.185	2.275.745	2.289.001	2.289.001	2.082.102	2.082.102	1.904.253	1.850.420
Otros Equipos	366.254	602.518	841.169	906.882	822.395	803.822	865.412	875.293	817.797
Muebles	4.735	17.214	22.981	24.600	24.180	25.049	24.954	8.891	18.397
Vehículos	5.059	4.958	4.597	5.361	5.277	6.274	6.273	5.134	2.813
Otros Equipos	51.933	105.855	169.214	306.952	291.920	285.187	283.685	174.089	130.938
Total	4.580.092	6.238.782	7.308.012	8.037.793	6.776.855	6.203.496	6.263.489	5.969.336	5.757.256



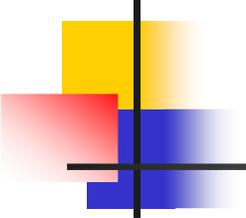
ESTIMACIÓN ΔZ EMPRESA: Insumos - Capital (2)

2. Es necesario estimar como variables intermedias las tasas efectivas de depreciación correspondientes a cada período. Dichas tasas se estiman dividiendo el valor contable por concepto de depreciación entre el valor contable medio de los activos fijos.

- Gasto Contable en Depreciación = $G_{kj,t}^{Depreciación}$

- Valor Contable Medio del Stock de Capital = $V_{kj,t}^{C.Medio} = \frac{V_{Kj,t}^{Contable} + V_{Kj,t-1}^{Contable}}{2}$

- Tasas estimadas = $\delta_{kj,t} = \frac{G_{kj,t}^{Depreciación}}{V_{kj,t}^{C.Medio}} = \frac{G_{kj,t}^{Depreciación}}{[V_{kj,t}^{Contable} + V_{kj,t-1}^{Contable}] / 2}$



ESTIMACIÓN ΔZ EMPRESA: Insumos - Capital (3)

3. Se estiman las unidades físicas por tipo de activo deflactando el valor contable de cada tipo de activo por el precio de adquisición.

$$\text{Unidades Físicas de Capital} = K_{jt} = \frac{V_{kj,t}^{\text{Contable}}}{P_t} \longrightarrow$$

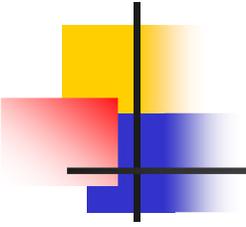
Se considera como índice de precio de adquisición el valor promedio del IPM al final de cada período.

4. Se estima el stock de capital promedio por año.

$$\text{Stock Promedio de Capital} = \bar{K}_{j,t} = \frac{K_{j,t} + K_{j,t-1}}{2}$$

5. Se estima el valor de la depreciación económica por tipo de activo.

$$\text{Depreciación Económica} = V_{depre.t} = \sum_{j=1}^9 \bar{K}_{j,t} * P_t * \delta_{kj,t}$$



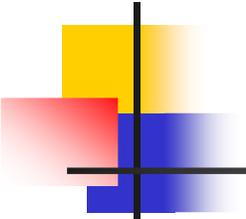
ESTIMACIÓN ΔZ EMPRESA: Insumos - Capital (4)

6. Se estiman los niveles de reevaluación de los activos. Dicho estimación corresponde al producto del número promedio de unidades físicas de capital por la variación registrada en el precio de adquisición.

$$\text{Reevaluación Económica} = V_{\text{revalt}} = \sum_{j=1}^9 \bar{K}_{j,t} * [P_t - P_{t-1}]$$

7. Se estima el valor del costo de oportunidad del capital en cada período. Se realiza multiplicando la tasa costo de oportunidad del capital (WACC) por el valor económico del stock de capital a precios del período anterior.

$$\text{Costo de Oportunidad} = COP_t = \sum_{j=1}^9 [\bar{K}_{j,t} * P_{t-1}] * WACC_t$$



ESTIMACIÓN ΔZ EMPRESA: Insumos - Capital (5)

8. Habiendo estimado el costo económico de oportunidad, el costo económico por concepto de depreciación y reevaluación, y habiendo identificado el gasto contable por concepto de pago de impuesto a la renta, estimamos finalmente el “Costo Económico Total del Capital”.

$$CTC_t = COP_t + V_{depret} - V_{reval.t} + IR_t$$

9. Aprovechando dicha estimación, estimamos también la tasa económica efectivamente pagada por concepto de impuesto a la renta.

$$\text{Costo de Oportunidad} = t_e = \frac{IR_t}{CTC_t}$$

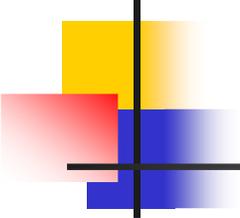
ESTIMACIÓN ΔZ EMPRESA: Insumos - Capital (6)

10. A continuación estimamos el Costo económico del capital por tipo de activo.

$$W_{kj,t} = \frac{1}{1-t_e} [COP_{kj,t} + V_{deprekj,t} - V_{revalkj,t}]$$

Concepto	1998	1999	2000	2000 PF	2001	2001 PF	2002	2003
Costo Unitario por Tipo de Activo								
Tierras	13.225	15.215	17.133	15.467	19.074	19.042	12.685	10.440
Edificios	59.708	76.526	93.333	90.814	101.511	101.337	76.141	63.666
Planta Telefónica								
Central Telefónica	462.122	565.710	648.701	395.632	377.143	376.498	295.096	285.121
Planta de Transmisión	184.096	248.730	293.673	296.865	296.381	295.874	241.544	224.261
Cables y Accesos	515.744	584.728	613.863	604.771	601.471	600.441	470.900	419.953
Otros Equipos	130.281	191.950	234.923	217.283	223.859	232.034	205.540	189.406
Muebles	4.026	7.303	8.660	8.651	8.917	8.884	5.558	4.297
Vehículos	1.810	1.689	1.755	1.830	2.034	2.031	1.806	1.216
Otros Equipos	37.487	63.785	109.781	132.944	130.627	130.060	96.790	62.980
Costo Total del Capital	1.408.500	1.755.634	2.021.827	1.764.257	1.761.016	1.766.200	1.406.061	1.261.339





ESTIMACIÓN Δ TFP EMPRESA:

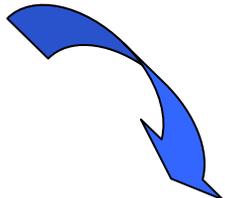
Resultado Productividad Empresa:

$$\Delta\text{TFP} = \Delta Y - \Delta Z = 6.10\% - 0.63\% = 5.47\%$$



ESTIMACIÓN ΔW EMPRESA: Precio de los Insumos

1. Considerando la información de costos totales y cantidades de uso estimamos de manera indirecta el índice de precios de Fisher.

$$W_{t,t-1}^F = \left[\frac{\sum_{j=1}^M \frac{C_{jt}}{C_{jt}^{98}} * C_{jt-1}^{98}}{\sum_{j=1}^M \frac{C_{jt-1}}{C_{jt-1}^{98}} * C_{jt-1}^{98}} * \frac{\sum_{j=1}^M \frac{C_{jt}}{C_{jt}^{98}} * C_{jt}^{98}}{\sum_{j=1}^M \frac{C_{jt-1}}{C_{jt-1}^{98}} * C_{jt}^{98}} \right]^{1/2}$$


Concepto	1999	2000	2001	2002	2003
Índice de Laspeyres (Por Período) (a)	1,0512	1,0388	1,0329	0,8966	0,9892
Índice de Paasche (Por Período) (b)	1,0515	1,0395	1,0331	0,8944	0,9900
Índice de Fisher (Por Período) (c) = [(a)x(b)]^{1/2}	1,0513	1,0392	1,0330	0,8955	0,9896
Tasas de Crecimiento [ln(c)] (1)	5,01%	3,84%	3,25%	-11,04%	-1,05%
Tasa Promedio (Promedio Simple de los 5 años)				99-2003	0,00%

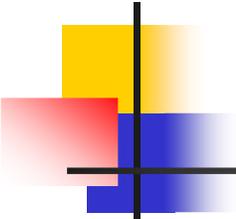


ESTIMACIÓN Δ TFP ECONOMÍA:

1. El siguiente cuadro muestra los resultados que han sido estimados por diversos estudios. Al respecto, OSIPTEL optó por considerar el resultado más conservador, el cual equivale a una tasa de productividad de la economía de 0.5%.

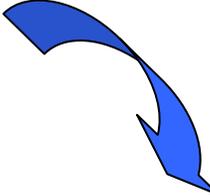
Años	Vega Centeno 1997	Seminario y Beltrán 1998	Vallejos y Valdivia 1999	Hofman 2000	Valderrama, et. al. 2003	Carranza, et. al. 2003	Miller 2003
1950-59	1.1	1.0	2.7	1.9	2.0	1.8	aprox. 1.5
1960-69	1.3	2.5	1.7		1.7	1.7	aprox. 1.5
1970-75	-0.6	1.8	-0.6		-0.5	-0.5	aprox. -0.1
1976-80	-1.0	-1.3		-3.9	-3.5	-2.8	
1981-85	-1.4	-3.6	-4.0	--	--	--	--
1986-90	-3.4	-3.7			--	--	--
1991-95	-0.4	3.4					
1991-99	--	--	1.8	2.0	0.7	1.1	0.5





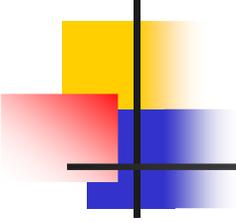
ESTIMACIÓN ΔW ECONOMÍA: Precio de los Insumos

1. Esta variable se determina utilizando la relación

$$\Delta W_E = \Delta P_E + \Delta TFP_E.$$


Tasa de Crecimiento del Precio de Insumos de la Economía $\Delta W^E = \Delta P^E + \Delta T^E$	Tasa de Crecimiento del Índice de Precios al Consumidor ΔP^E	Tasa de Crecimiento de la PTF de la Economía ΔT^E
2.83%	2.33%	0.5%





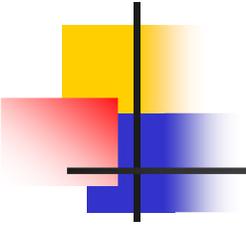
FACTOR DE PRODUCTIVIDAD: Resultados

Resultado Productividad Empresa:

$$\begin{aligned}\Delta TFP - \Delta TFP_E &= 5.47\% - 0.50\% = 4.97\% \\ \Delta W - \Delta W_E &= 2.83\% - 0.00\% = 2.83\%\end{aligned}$$

$$x = 7.8\%$$





HECHOS ESTILIZADOS: Excedente Económico

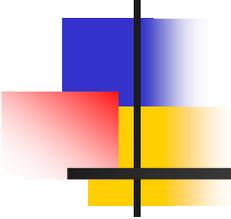
- “El objetivo es recoger el efecto promedio de las presiones competitivas en los diferentes mercados de telecomunicaciones sobre los beneficios agregados de la industria a partir de la apertura, a través de la estimación de la tasa de cambio del excedente económico de operación”.
- Para introducir la Variable Excedente Económico se modificó la ecuación inicial. Así, la ecuación a estimar el año 2004 para la canasta D fue:

$$X = (\Delta TFP - \Delta TFP_E) + (\Delta W_E - \Delta W) + (\Delta M - \Delta M^{ind})$$

- Donde:

$$\Delta M = \Delta \text{Ln}(R) - \Delta \text{Ln}(C)$$





GRACIAS
