

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 1 de 266
	INFORME	

A	:	GERENCIA GENERAL
ASUNTO	:	FIJACIÓN DEL FACTOR DE PRODUCTIVIDAD APLICABLE AL PERÍODO SETIEMBRE 2007- AGOSTO 2010.
FECHA	:	21 DE MAYO DE 2007.


	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007
	INFORME	Página 2 de 266

INDICE

RESUMEN EJECUTIVO	6
1. ANTECEDENTES	19
1.1. PROCEDIMIENTO REGULATORIO	19
1.2. SISTEMA DE PRECIOS TOPE EN EL PERÚ	22
2. MERCADO DE LA TELEFONÍA FIJA EN EL PERÚ	29
2.1. PENETRACIÓN DEL SERVICIO DE TELEFONÍA FIJA EN EL PERÚ	29
2.2. ESTRUCTURA DEL MERCADO DE TELEFONÍA FIJA LOCAL	31
2.3. EVOLUCIÓN DE LOS INGRESOS OPERATIVOS	32
2.4. EVOLUCIÓN DE LAS INVERSIONES	33
2.5. EVOLUCIÓN DE LAS TARIFAS	34
3. ENFOQUE REGULATORIO	43
3.1. RELEVANCIA DE LAS INEFICIENCIAS PRODUCTIVAS	43
3.2. INEFICIENCIA PRODUCTIVA Y REGULACIÓN	45
3.3. UN MODELO GENERAL	46
3.4. EL ESQUEMA DE PRECIOS TOPE	49
3.5. IMPLEMENTACIÓN DEL ESQUEMA DE PRECIOS TOPE	50
4. MEDICIONES DE PRODUCTIVIDAD	54
4.1. DEFINICIÓN DE PRODUCTIVIDAD	54
4.2. PRODUCTIVIDAD TOTAL DE FACTORES	60
4.2.1. ENFOQUE PRIMAL PARA LA ESTIMACIÓN DE LA TFP	63
4.2.1.1. MEDICIÓN DEL PRODUCTO	64
4.2.1.2. MEDICIÓN DEL TRABAJO	74
4.2.1.3. MEDICIÓN DEL CAPITAL	76
4.2.1.4. MEDICIÓN DE LOS MATERIALES	81
4.2.1.5. PRODUCTOS MARGINALES DEL CAPITAL, TRABAJO Y MATERIALES	83
4.2.1.6. TFP PRIMAL: APLICACIONES EMPÍRICAS	88
4.2.2. ENFOQUE DUAL PARA LA ESTIMACIÓN DE LA TFP	91
4.2.2.1. MEDICIÓN DEL PRECIO DE LOS PRODUCTOS	94
4.2.2.2. MEDICIÓN DE PRECIOS DE FACTORES Y GANANCIAS	95
4.2.2.3. TFP DUAL PARA UN SUBCONJUNTO DE PRODUCTOS	98
4.2.2.4. APLICACIONES EMPÍRICAS DEL ENFOQUE DUAL	98
4.3. ENFOQUES NO-PARAMÉTRICOS DE ESTIMACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD	99
4.3.1. ENFOQUE DE LA FRONTERA DE PRODUCCIÓN ESTOCÁSTICA	100
4.3.1.1. LIMITACIONES DEL ENFOQUE DE FRONTERAS ESTOCÁSTICAS DE PRODUCCIÓN	103
4.3.1.2. APLICACIONES EMPÍRICAS EN LAS TELECOMUNICACIONES	103
4.3.1.3. EVALUACIÓN DEL ENFOQUE DE LA FRONTERA DE PRODUCCIÓN ESTOCÁSTICA	103
4.3.2. ENFOQUE DEL ANÁLISIS DE LA ENVOLVENTE DE DATOS	105
4.3.2.1. LIMITACIONES DEL ENFOQUE DEA	108
4.3.2.2. APLICACIONES EMPÍRICAS DEL ENFOQUE DEA	112
4.3.2.3. EVALUACIÓN DEL ENFOQUE DEA	113
5. EXPERIENCIA INTERNACIONAL	114
5.1. APLICACIONES DE LA METODOLOGÍA PRECIO TOPE: SECTOR TELECOMUNICACIONES	114
5.2. CRITERIOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL RÉGIMEN REGULATORIO	125
5.2.1. INCENTIVOS A LA CALIDAD	126
5.2.2. CANASTAS Y EMPRESAS REGULADAS	126
5.2.3. DURACIÓN DEL FACTOR DE PRODUCTIVIDAD	128
5.2.4. ANTIGÜEDAD DE DATOS	128
5.3. APLICACIONES DEL PRECIO TOPE EN OTRAS INDUSTRIAS	130
5.4. METODOLOGÍAS DE ESTIMACIÓN	136


	DOCUMENTO	N° 065 -GPR/2007 Página 3 de 266
	INFORME	

5.5.	COMPARACIONES CON LA ECONOMÍA.....	139
6.	PROPUESTA DE LA EMPRESA.....	145
6.1.	ASPECTOS GENERALES DE LA PROPUESTA.....	145
6.2.	DEFINICIONES Y CRITERIOS METODOLÓGICOS DE LA PROPUESTA	148
6.3.	ESTIMACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DE TELEFÓNICA.	151
6.4.	ESTIMACIÓN DE LOS PRECIOS DE LOS INSUMOS DE TELEFÓNICA.	156
6.5.	ESTIMACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA ECONOMÍA.	157
6.6.	EVOLUCIÓN DE LOS PRECIOS DE LOS INSUMOS DE LA ECONOMÍA	161
7.	PROPUESTA DEL REGULADOR.....	164
7.1.	PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA	164
7.1.1.	INDICADORES DE PRODUCCIÓN.....	164
7.1.2.	INDICADORES DE USO DE INSUMOS PRODUCCIÓN	179
7.1.2.1.	MANO DE OBRA.....	180
7.1.2.2.	MATERIALES	182
7.1.2.3.	CAPITAL	183
7.1.2.4.	ÍNDICE AGREGADO DE INSUMOS	191
7.2.	PRECIOS DE LOS INSUMOS DE LA EMPRESA	193
7.3.	PRODUCTIVIDAD DE LA ECONOMÍA	194
7.3.1.	MARCO CONCEPTUAL.....	194
7.3.2.	LA PRODUCTIVIDAD TOTAL DE FACTORES	195
7.3.3.	LAS APROXIMACIONES PRIMAL Y DUAL A LA CONTABILIDAD DEL CRECIMIENTO	195
7.3.4.	LITERATURA EMPÍRICA RECIENTE ACERCA DE LA TFP.....	197
7.3.5.	CONSTRUCCIÓN DE LAS SERIES INSUMO DEL TFP	199
7.3.5.1.	EL STOCK DE CAPITAL	200
7.3.5.2.	EL PRECIO DE RENTA DEL CAPITAL.....	202
7.3.5.3.	CONSTRUCCIÓN DE LAS VARIABLES DE REMUNERACIONES Y EMPLEO	203
7.3.6.	RESULTADOS	204
7.4.	PRECIOS DE LOS INSUMOS DE LA ECONOMÍA	205
7.5.	DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE PRODUCTIVIDAD.....	206
7.6.	COSTO DE OPORTUNIDAD DEL CAPITAL	207
7.6.1.	ASPECTOS GENERALES DEL SECTOR TELECOMUNICACIONES	207
7.6.2.	METODOLOGÍA DE ESTIMACIÓN DEL COSTO DE OPORTUNIDAD DEL CAPITAL	208
7.6.3.	ESTRUCTURA DEUDA - PATRIMONIO.....	210
7.6.4.	COSTO DE DEUDA.....	211
7.6.5.	COSTO DE PATRIMONIO.....	212
7.6.5.1.	DIVIDEND GROWTH MODEL (DGM).....	212
7.6.5.2.	ARBITRAGE PRICING THEORY (APT).....	213
7.6.5.3.	MODELOS MULTIFACTORIALES	217
7.6.6.	MODELO CAPM	219
7.6.6.1.	TASA LIBRE DE RIESGO (RF).....	220
7.6.6.2.	RIESGO SISTÉMICO DEL PATRIMONIO DE LA EMPRESA, BETA (β)	222
7.6.6.3.	PREMIO POR RIESGO DE MERCADO ($E(R_M) - R_F$).....	226
7.6.7.	APLICACIÓN AL CASO DE TELEFÓNICA DEL PERÚ	227
7.6.7.1.	TASA COSTO DEL PATRIMONIO.....	227
7.6.7.2.	COSTO DE LA DEUDA.....	236
7.6.7.3.	ESTRUCTURA DE FINANCIAMIENTO Y TASA IMPOSITIVA.....	237
7.6.7.4.	VARIACIÓN ESPERADA DEL TIPO DE CAMBIO.....	239
7.6.7.5.	COSTO PROMEDIO PONDERADO DEL CAPITAL.....	240
8.	CONCLUSIONES.....	244
9.	BIBLIOGRAFÍA	249


	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007
	INFORME	Página 4 de 266

INDICE DE TABLAS

CUADRO Nº 1: ANTERIORES FIJACIONES DEL FACTOR DE PRODUCTIVIDAD.....	25
CUADRO Nº 2: COMPONENTES DEL FACTOR EN LA ESTIMACIÓN DEL AÑO 2001.....	26
CUADRO Nº 3: COMPONENTES DEL FACTOR EN LA ESTIMACIÓN DEL AÑO 2004.....	27
CUADRO Nº 4: EVOLUCIÓN DEL ACCESO CONJUNTO (FIJO Y MÓVIL) EN EL PERÚ.....	30
CUADRO Nº 5: INGRESOS OPERATIVOS DE TELEFONÍA FIJA LOCAL.....	33
CUADRO Nº 6: INVERSIONES DE LAS PRINCIPALES EMPRESAS DE TELEFONÍA FIJA.....	33
CUADRO Nº 7: MECANISMOS DE REDUCCIÓN APLICADOS.....	36
CUADRO Nº 8: REDUCCIÓN DEL NÚMERO DE PLANES DE CONSUMO.....	39
CUADRO Nº 9: PONDERADORES DEL FACTOR DE CALIDAD DEL SERVICIO (Q) EN COLOMBIA.	126
CUADRO Nº 10: VALORES MAX. Y MIN PARA NORMALIZAR LOS INDICADORES.....	126
CUADRO Nº 11: BENCHMARK DE FACTORES DE PRODUCTIVIDAD: TELECOMUNICACIONES....	129
CUADRO Nº 12: FACTORES DE PRODUCTIVIDAD: SECTOR ELÉCTRICO.....	131
CUADRO Nº 13: FACTORES DE PRODUCTIVIDAD: SECTOR ELÉCTRICO REINO UNIDO.....	132
CUADRO Nº 14: BENCHMARK FACTOR DE PRODUCTIVIDAD: AEROPUERTOS.....	136
CUADRO Nº 15: BENCHMARK FACTOR DE PRODUCTIVIDAD: ENFOQUE DEA TELECOM.....	137
CUADRO Nº 16: BENCHMARK FACTOR DE PRODUCTIVIDAD: DEA SECTOR AGRÍCOLA.....	138
CUADRO Nº 17: BENCHMARK FACTOR DE PRODUCTIVIDAD: DEA EN EUROPA.....	138
CUADRO Nº 18: BENCHMARK FACTOR DE PRODUCTIVIDAD: DEA SECTOR ELÉCTRICO.....	139
CUADRO Nº 19: PROPUESTA DE TELEFÓNICA DEL PERÚ (LECG).....	148
CUADRO Nº 20: ESTIMACIONES DEL COSTO DE OPORTUNIDAD DEL CAPITAL.....	151
CUADRO Nº 21: VECTOR DE INDICADORES DE PRODUCCIÓN EMPLEADOS.....	152
CUADRO Nº 22: PRODUCTIVIDAD DE LA ECONOMÍA.....	161
CUADRO Nº 23: INFORMACIÓN DE INGRESOS OPERATIVOS.....	170
CUADRO Nº 24: ÍNDICES DE PRECIOS POR SERVICIO.....	175
CUADRO Nº 25: ÍNDICES DE PRECIOS AGREGADO (DEFLACTOR DE INGRESOS).....	176
CUADRO Nº 26: INDICADOR DE CANTIDADES O PRODUCCIÓN FÍSICA.....	177
CUADRO Nº 27: ÍNDICE DE CANTIDADES.....	179
CUADRO Nº 28: GASTOS OPERATIVOS (MEMORIA DE TDP 2003).....	180
CUADRO Nº 29: COSTOS LABORALES TOTALES.....	181
CUADRO Nº 30: GASTO NETO POR PLANILLAS.....	181
CUADRO Nº 31: NÚMERO DE TRABAJADORES PROMEDIO POR AÑO.....	182
CUADRO Nº 32: COSTO LABORAL Y NÚMERO DE TRABAJADORES AJUSTADOS.....	182
CUADRO Nº 33: GASTO POR INSUMOS Y MATERIALES.....	183
CUADRO Nº 34: ÍNDICE DE USO POR INSUMOS Y MATERIALES.....	183
CUADRO Nº 35: VALOR CONTABLE DEL STOCK DE ACTIVOS FIJOS (MILES DE SOLES).....	184
CUADRO Nº 36: ESTIMACIÓN DE LAS TASAS DE DEPRECIACIÓN.....	185
CUADRO Nº 37: ÍNDICE DE PRECIOS DE ADQUISICIÓN DE LOS ACTIVOS.....	186
CUADRO Nº 38: UNIDADES FÍSICAS POR TIPO DE ACTIVO.....	186
CUADRO Nº 39: UNIDADES MEDIAS POR TIPO DE ACTIVO.....	187
CUADRO Nº 40: DEPRECIACIÓN ECONÓMICA POR TIPO DE ACTIVO.....	187
CUADRO Nº 41: REVALUACIÓN ECONÓMICA POR TIPO DE ACTIVO.....	188
CUADRO Nº 42: COSTO DE OPORTUNIDAD POR TIPO DE ACTIVO.....	189
CUADRO Nº 43: PAGO POR IMPUESTO A LA RENTA.....	189
CUADRO Nº 44: TASA EFECTIVA DE IMPUESTO A LA RENTA.....	190
CUADRO Nº 45: COSTO ECONÓMICO DEL CAPITAL POR TIPO DE ACTIVO.....	190
CUADRO Nº 46: COSTO ECONÓMICO DEL CAPITAL POR TIPO DE INSUMO.....	191
CUADRO Nº 47: NIVEL DE USO POR TIPO DE INSUMO.....	192

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 5 de 266
	INFORME	

CUADRO Nº 48: PRECIOS IMPLÍCITOS POR TIPO DE INSUMO	192
CUADRO Nº 49: ÍNDICE DE CANTIDADES DE USO DE INSUMOS	193
CUADRO Nº 50: ÍNDICE DE PRECIOS DE LOS INSUMOS DE PRODUCCIÓN.....	193
CUADRO Nº 51: DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE PRODUCTIVIDAD	207
CUADRO Nº 52: LISTA DE EMPRESAS CONSIDERADAS PARA EL CÁLCULO DE BETA	228
CUADRO Nº 53: TASA COSTO DEL PATRIMONIO	235
CUADRO Nº 54: TASA COSTO DE DEUDA	237
CUADRO Nº 55: ESTRUCTURA DE FINANCIAMIENTO DE TELEFÓNICA (EN PORCENTAJES)	238
CUADRO Nº 56: VARIACIÓN ESPERADA DEL TIPO DE CAMBIO.....	240
CUADRO Nº 57: TASA COSTO DEL CAPITAL (TASAS PORCENTUALES EN US\$).....	241
CUADRO Nº 58: TASA COSTO DEL CAPITAL SEGÚN TELEFÓNICA.....	242
CUADRO Nº 59: FACTOR DE PRODUCTIVIDAD SEPTIEMBRE DE 2007-AGOSTO DE 2010.....	247

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 6 de 266
	INFORME	


RESUMEN EJECUTIVO

1. El objetivo del presente informe es determinar el factor de productividad que será aplicado dentro del régimen de tarifas tope aplicable a los servicios de telefonía fija durante el período septiembre 2007- agosto 2010. Dicho desarrollo busca estimar un predictor adecuado para los cuatro componentes que determinan al referido factor de productividad, en específico, las ganancias de productividad de la empresa regulada, las ganancias de productividad de la economía, la tasa de crecimiento de los precios de los insumos de la empresa regulada y los precios de los insumos de la economía.
2. El primer capítulo presenta una breve revisión de las actividades desarrolladas en el actual procedimiento regulatorio, lo previsto en el marco normativo para el servicio de telefonía fija en materia tarifaria y las anteriores experiencias en fijación del factor de productividad. Más específicamente, las estimaciones realizadas en los años 2001 y 2004.

Un aspecto central de dicha sección es la especificación del régimen regulatorio aplicable al servicio de telefonía fija correspondiente al régimen de precios tope, así como las particularidades previstas para el caso peruano en los contratos de concesión de los que es titular la empresa regulada y en los Lineamientos para Desarrollar y Consolidar la Competencia y la Expansión de los Servicios de Telecomunicaciones en el Perú.

Al respecto, los Lineamientos especifican que para fines de la estimación de la productividad de la empresa regulada se utilizará la metodología de productividad total de factores bajo el enfoque primal. Se precisa además que dicha metodología debe ser implementada de manera consistente con la medición de la productividad de la economía, en particular, en lo referente a las metodologías de medición y la determinación del número de años considerados para la estimación de los niveles de productividad.

Asimismo, los Lineamientos especifican que el factor de productividad se calculará considerando: (i) la diferencia entre la tasa de crecimiento de la productividad de la empresa concesionaria y la tasa de crecimiento de la productividad de la economía; y (ii) la diferencia entre la tasa de crecimiento de los precios de los insumos de la empresa concesionaria y la tasa de crecimiento de los precios de los insumos de la economía. Al respecto, se precisa que no se utilizarán variables o factores ajenos a la medición de la productividad, salvo aquellos que la evolución de precios e ingresos lo

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 7 de 266
	INFORME	

sugieran. En dicho caso, OSIPTEL debe publicar previamente el informe que sustente la incorporación de un factor de ajuste.

3. Complementariamente a dicha revisión del marco normativo, el capítulo dos presenta una breve descripción del mercado de telefonía fija en el Perú. En esta sección se muestra que en años recientes el servicio de telefonía fija ha registrado un desempeño bastante favorable en términos del crecimiento en el número de líneas a nivel nacional, la evolución de las tarifas, las tendencias en el número y característica de los planes de consumo, entre otros.


En el caso específico de las tarifas del servicio se observa una evolución favorable, sobre todo durante los últimos trimestres como consecuencia de las modificaciones en el instructivo de tarifas realizadas en el período 2005-2006, las cuales han focalizado la aplicación del factor de productividad en los elementos tarifarios que mayor impacto tienen en el bienestar de los usuarios, tales como la renta mensual y la tarifa por minuto de comunicación adicional o tarifa de servicio local medido.

En lo referente a los planes de consumo ha habido mejoras en aspectos como la reducción del número de planes de consumo y la introducción planes con tasación al segundo y sin cargo de establecimiento de llamada, aspectos que refuerzan la generación de mayores beneficios para los usuarios, en particular para los usuarios de menores recursos económicos.

4. El capítulo tres presenta el enfoque regulatorio. En esta sección se analizan las motivaciones fundamentales para la aplicación de un esquema de precios tope, se analizan las condiciones bajo las cuales dicho esquema regulatorio es apropiado y se analizan aspectos que caracterizan la adecuada implementación de dicho mecanismo regulatorio.

Sobre el primer punto, se enfatiza la relevancia de la eficiencia productiva en el análisis de industria, el logro de este objetivo en industrias de redes mediante la implementación de mecanismos regulatorios caracterizados por los incentivos que se generan para la reducción de costos, entre ellos, los sistemas de precios tope, los sistemas de compartición de beneficios, la regulación por comparación, entre otros.

Respecto del segundo punto, el capítulo tres plantea la disyuntiva fundamental existente entre el objetivo regulatorio de promover la eficiencia productiva y el objetivo de reducción de rentas de una empresa sujeta a regulación. De acuerdo con los principales desarrollos en la literatura económica, la regulación de precios es más

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 8 de 266
	INFORME	

apropiada cuando la desutilidad del esfuerzo realizado para reducir los costos no implica compensaciones demasiado altas para la empresa.


Respecto de las características del sistema de precios tope, la sección tres precisa que los componentes estándares del esquema de precios tope capturan las ganancias de productividad de la empresa regulada vía la reducción de costos de insumos y cambios técnicos. Se señala además que aun cuando la implementación del esquema de precios tope es una regulación de precios y no de beneficios, en la práctica regulatoria se han introducido factores de ajuste.

En el caso peruano, la reciente publicación de los Lineamientos por parte del MTC plantea la introducción de un factor de ajuste en circunstancias especiales en las que sea necesario corregir problemas derivados de comportamientos excepcionales de los componentes de cambio técnico y precios de insumos, así como de los ingresos de la economía. En esta perspectiva, el cálculo de un factor de ajuste exacto requeriría del cálculo de un conjunto de elasticidades en la ecuación de demanda y en la función de costos, lo cual implica en la práctica un cambio cualitativo en la regulación de precios tope.

De otro lado, la consideración de un factor de ajuste sistemático puede introducir un efecto amplificador a lo largo del ciclo económico debido a que los beneficios deben estar correlacionados con la productividad. Es decir, el factor de ajuste implicaría un factor más alto en fases de expansión y más bajo en fases de contracción.

Sin embargo, desde una perspectiva de bienestar puede ser más favorable tener un factor que asegure a los usuarios con factores más altos en épocas de contracción y provea a la empresa regulada de incentivos más fuertes para la reducción de costos. Por ende, la consideración de un factor de ajuste de carácter extraordinario permite una implementación del factor de productividad más consistente con la filosofía del esquema de precios tope, disminuye el efecto negativo del ciclo económico en la incertidumbre del usuario y en los incentivos para reducir costos de la empresa regulada. Asimismo, adecuadamente manejado, permite una mayor predictibilidad para la empresa regulada.

5. El capítulo cuatro desarrolla de manera extensiva el marco metodológico a ser considerado para calcular adecuadamente cada uno de los componentes del factor de productividad, en particular, la tasa de crecimiento de la productividad total de factores.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 9 de 266
	INFORME	

Para tales efectos, dicha sección toma como referencia fundamental los trabajos realizados por el Doctor Chang-Tai-Hsieh (2006), economista y profesor de la universidad de California especializado en el análisis de las mediciones de productividad. En específico, se consideran los reportes: “Total Factor Productivity: A Review of Theory and Empirical Applications” y “Nonparametric Approaches to Productivity Estimation”.


En este contexto, en el informe se introduce la definición de productividad basada en el enfoque de la productividad de factores y se desarrolla de manera extensa las características de los enfoques existentes, en particular, el enfoque primal basado en una revisión y análisis de las cantidades, y el enfoque dual fundamentalmente centrado en la revisión de la evolución de los precios.

El enfoque primal está basado en una descomposición del crecimiento del producto agregado en los cambios en el uso agregado de factores de producción y un factor que refleja las ganancias en eficiencia derivadas del progreso tecnológico u otros. Para implementar el enfoque primal, necesitamos calcular: 1) la tasa de crecimiento de la producción real agregada y 2) la tasa de crecimiento del uso de factores totales utilizados por la empresa.

Para implementar el enfoque primal el producto real debe ser medido como un promedio ponderado de las tasas de crecimiento de la producción (ajustado por calidad) de los diferentes productos provistos por la empresa, donde los pesos son la participación del gasto del consumidor en cada producto. De forma semejante, el trabajo, capital y materiales agregados deben ser medidos como un promedio ponderado de la tasa de crecimiento de diferentes clases de trabajo, capital y materiales, donde los pesos son las participaciones de los pagos a cada clase de trabajo, a capital y materiales en los pagos totales para cada factor.

En el enfoque primal también se requiere de un estimado de las elasticidades del producto con respecto a los factores de producción. La solución implementada utiliza las participaciones en el costo como aproximaciones de las elasticidades relevantes (enfoque Hall - Solow). Este método tiene la ventaja de ser simple de calcular y robusto, ya que las empresas podrían tener algún poder de mercado.

Aunque menos utilizado, la estimación bajo el enfoque “Dual” está basada en exactamente el mismo soporte teórico que la estimación bajo el enfoque primal. Sin embargo, en la implementación la estimación bajo el enfoque dual está basada en un conjunto diferente de datos. Específicamente, la estimación bajo el enfoque dual

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 10 de 266
	INFORME	

corresponde al promedio ponderado de la tasa de crecimiento de precios de producto, precios de factor y la participación de la ganancia.


Específicamente, la tasa de crecimiento del precio del producto total debe ser medida como un promedio ponderado de la tasa de crecimiento del precio de cada producto o servicio, donde los pesos son la participación de los gastos del consumidor sobre cada producto. De manera semejante, la tasa de crecimiento del salario agregado debe ser medida como un promedio ponderado de la tasa de crecimiento del salario de cada tipo de trabajo, donde los pesos son la participación de los pagos de salario a cada tipo de trabajador en pagos de salario total. Las tasas de crecimiento del precio de alquiler agregado de capital y del precio agregado de materiales deben ser medidas análogamente.

Si la información de precios es consistente con la información de cantidades, la estimación bajo el enfoque dual es idéntica al estimado bajo el enfoque primal. Por lo tanto, la decisión de usar el dual o el primal es un tema empírico, dependiendo de si los datos de cantidad son probablemente mejores (o peores) que los datos de precios.

6. El capítulo cinco presenta una revisión de la experiencia internacional de la implementación del esquema regulatorio de precios tope y la estimación del factor de productividad. Esta revisión de experiencias es realizada tanto para el sector de las telecomunicaciones como para otras industrias.

Tal como se precisa en dicha sección, las diferencias en tasas de crecimiento de productividad sectorial y productividad de la economía siguen patrones muy distintos dependiendo de la industria que se analice. Los hechos estilizados nos permiten inferir que los sectores que se asocian con actividades primarias son aquellos que presentan las mayores diferencias, probablemente asociados a *shocks* de oferta. Asimismo, los sectores de servicios tienen tendencias de productividad en gran medida muy cercanas a la productividad de la economía. Finalmente, es interesante resaltar que el sector comunicaciones presenta en diversos países diferencias positivas por más de una década, lo cual refleja en gran medida las extraordinarias mejoras tecnológicas de las cuales este sector ha sido objeto.

7. La sección seis describe la propuesta de la empresa. En ella se señala que se ha utilizado la metodología de la productividad total de factores bajo el enfoque primal, modelo que fue desarrollado por la empresa consultora LECG. En ese sentido, la empresa indica que se ha definido la productividad como la diferencia entre la tasa

	DOCUMENTO	N° 065 -GPR/2007 Página 11 de 266
	INFORME	


de crecimiento de la producción de los bienes y servicios de la empresa y la tasa de crecimiento del uso de los insumos que utiliza para su producción.

Respecto del período utilizado, la empresa ha utilizado la información disponible del período 1995-2006. La empresa precisa que decidió tomar la serie histórica desde sus inicios con el fin de computar una serie lo suficientemente larga que permita atenuar fenómenos de corto plazo y evitar la presencia de sesgos producto de utilizar un período más corto que ocultaría la verdadera tendencia en el largo plazo. Adicionalmente, ha realizado estados financieros pro forma para los años 2000, 2001, 2004 y 2005, con la finalidad de hacer posible comparar la información presentada de año en año.

En lo que respecta a las medidas físicas de producción, para calcular el índice de cantidades la consultora LECG ha utilizado información base de la empresa. Las excepciones a dicho procedimiento son los servicios conocidos como Servicio Local-Otros, Interconexión-Otros, Guías Telefónicas, Comunicaciones de Empresas, Otros y Móviles-Otros. En estos casos, ante la ausencia de un indicador directo de cantidades la empresa utilizó como medida de producción física los ingresos deflactados por un indicador de precios.

Respecto del uso de insumos de producción, el modelo desarrollado por LECG considera los siguientes insumos: mano de obra, materiales, rentas y servicios, y capital. En relación con el insumo mano de obra, el precio de la mano de obra se computa como el gasto de la mano de obra sobre la cantidad de empleados de la empresa en cada año. Respecto de los materiales, el valor total de los gastos de materiales, rentas y servicios, se calcula como la suma de los gastos de los rubros generales y administrativos, provisiones, materiales y suministros. Para estimar el índice de cantidades LECG optó por considerar el gasto de éstos insumos deflactado por el índice del PBI.

En relación con los insumos de capital, en la propuesta de Telefónica se diferencian seis tipos de activos fijos: Terrenos, Oficinos, Planta Telefónica, Muebles, Vehículos y Otros Equipos. A su vez la planta telefónica está desglosada en cuatro rubros: Equipo de Centrales, Equipo de transmisión, Cables y Similares, y Otros equipos. De esta manera, para cada año se construye el indicador de cantidad de cada activo deflactando el valor de los activos por el IPM (índice de precios al por mayor), entendiendo que este precio agregado representa una variable proxy del precio real de la adquisición de los activos. Luego la cantidad de capital es estimada como el promedio de la cantidad en el periodo t y $t-1$.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 12 de 266
	INFORME	

La empresa consultora señala además que el cálculo de la remuneración del capital no resulta tan inmediato como el caso de la mano de obra o el caso de los materiales y servicios ya que no existe un mercado de alquiler de activos de capital que indique cuál es su precio y su costo. Al respecto, LECG ha empleado la especificación desarrollada por Christensen-Jorgenson.

En relación con la estimación del costo de capital, LECG señala que para tener en cuenta el valor tiempo del dinero, se debe utilizar una tasa de descuento que considere el costo de oportunidad del dinero para la empresa regulada. Al respecto, se precisa que la tasa de descuento apropiada para ser utilizada en el caso de una empresa de telecomunicaciones en el Perú es el Promedio Ponderado del Costo del Capital o Weigthed Average Cost of Capital (WACC).

En términos de resultados, LECG señala que durante el período 1995-2006 el producto de Telefónica creció a una tasa anual de 7.65%, mientras que los insumos lo hicieron a una tasa del 4.24%. Dichos resultados conducen a un crecimiento medio anual de la productividad del 3.41%. La empresa consultora indica además que el crecimiento de la TFP de Telefónica resulta mayor que la tasa de crecimiento de la TFP de la economía en más de 2 puntos porcentuales.

Respecto de la evolución de los precios de los insumos de la empresa, los resultados obtenidos en la propuesta de Telefónica muestran una alta volatilidad durante el periodo de evaluación, fluctuando entre -10% y 11%. El modelo desarrollado por LECG estima una tasa de crecimiento promedio anual de 3.61%.

La metodología empleada para la estimación de la productividad de la economía fue elaborada por una consultoría del Centro de Investigaciones de la Universidad del Pacífico Para calcular el crecimiento de la productividad total de factores de la economía se realiza un ejercicio de contabilidad del crecimiento bajo el enfoque primal.

Para tales efectos, se utiliza el modelo de crecimiento de Solow, empleando una función de producción del tipo Cobb Douglas. Al respecto, la empresa considera relevante tomar en cuenta el verdadero significado de las variables utilizadas en el modelo de Solow, en específico, el capital y la mano de obra efectivamente utilizados en la producción y no todo el stock existente. Bajo dichas condiciones, la alternativa utilizada para corregir el sesgo del cálculo de la TFP consistió en afectar la medida de PBI y utilizar la tendencia del PBI, eliminando el ciclo del producto. Para descomponer la serie de PBI, se utilizó el filtro de Hodrick y Prescott que calcula la

tendencia con un proceso de minimización de la varianza de la serie, sujeto a una restricción que penaliza las fluctuaciones en segundas diferencias.

Los datos utilizados en las estimaciones proviene de cuatro fuentes estadísticas: las series publicadas por el Banco Central de Reserva del Perú, los indicadores del Banco Mundial (World Development Indicators), las series del Instituto Nacional de Estadística e Informática y las series históricas elaboradas por Seminario (2001). Para la variable empleo se utilizó la serie Población Económicamente Activa (PEA) que incluye a los trabajadores ocupados a partir de los datos del INEI y de los WDI. Para introducir el componente de calidad de trabajo se construyó el indicador de calidad de empleo de Barro y Lee (2000).

Sobre la base de todas las consideraciones referidas, se calculó una variación promedio anual para el periodo 1995-2006 de 3.72% para el PBI, de 1.99% para la contribución del empleo y de 1.04% para la contribución del capital. Esto hace que el cambio en la TFP de la economía para dicho periodo sea igual a 0.69%.


De manera similar a los anteriores procedimientos regulatorios, para calcular la tasa de cambio de los precios finales de los insumos de la economía la empresa consultora toma la tasa media de crecimiento del índice de Precios al Consumidor (IPC) durante el período 1996-2006 y se le suma la variación en la TFP de la Economía. Considerando que el IPC en dicho período creció a una tasa media del 4.33%, y que la productividad de la economía estimada por la Universidad del Pacífico es de 0.69, LECG estima que el precio de los insumos de la economía lo hizo a una tasa media del 5.02%.

Sobre la base de dichos resultados, la propuesta de factor de productividad presentada por la empresa regulada es la siguiente:

Propuesta de Telefónica del Perú (LECG)

Concepto	Periodo 1996-2006
Precio de los Insumos (TdP)	3.61%
Precio de los Insumos (Eco)	5.02%
TFP (TdP)	3.41%
TFP (Eco)	0.69%
Factor X (2007-2010)	4.13%

Fuente: LECG

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 14 de 266
	INFORME	


9. Respecto de la propuesta del regulador es importante señalar que, acorde con lo precisado en los Principios Metodológicos publicados por el OSIPTEL en Diciembre del año pasado y lo indicado en los “Lineamientos para Desarrollar y Consolidar la Competencia y la Expansión de los Servicios de Telecomunicaciones en el Perú” publicados por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), se adopta como criterio fundamental la consistencia entre las mediciones de productividad desarrolladas para la empresa regulada y para la economía, en específico, consistencia respecto de los enfoques y metodologías de medición implementadas, y consistencia respecto del número de años considerados.

Sobre el primer punto, como resultado de la revisión de los diversos enfoques de medición de la productividad (enfoque dual y primal), así como de las diversas metodologías que podrían ser implementadas para realizar dichas estimaciones, el presente informe considera la implementación de un enfoque primal con estimaciones basadas en la metodología de números índices.

Sobre el segundo punto, el regulador ha considerado la totalidad de la información disponible, con lo cual el período de medición corresponde al periodo 1995-2006 (12 años de información y 11 años de variaciones). Dicha consideración permitirá una adecuada predicción de los niveles de productividad esperables para el período 2007-2010. Asimismo, esto permitirá una mayor consistencia a la hora de comparar dicho resultado con la estimación de la productividad de la economía, componente que es mejor estimado en horizontes de tiempo más largos.

Respecto de las estimaciones para la productividad de la empresa se calculan índices de cantidades de producción, desarrollo que considera la información sobre ingresos y volúmenes de producción física de las diversas líneas de negocio provistas por la empresa hasta el año 2006, resultados que varían año a año de acuerdo con la evolución y desarrollo del sector y los cambios en la estructura de los servicios provistos por la empresa. Para el procedimiento de agregación se utiliza el índice Ideal de Fisher, metodología que resulta consistente con los anteriores procesos de revisión del factor de productividad.

Respecto del uso de insumos de la empresa, se estima un índice de cantidades de insumos de producción tomando como referencia los índices de cantidades de los insumos trabajo, materiales, suministros y servicios y las nueve categorías del activo fijo consideradas. Al igual que en el caso anterior, se considera como metodología de agregación la construcción de un índice de Fisher.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 15 de 266
	INFORME	


Con el objetivo de estimar la tasa de crecimiento de los índices de producción de Telefónica para el período 1996-2006, el regulador considera el detalle de los ingresos operativos registrados para cada una de las líneas de negocio, utilizando diferentes niveles de desagregación de acuerdo a la disponibilidad de la información, corrigiendo diversos errores observados y proponiendo desagregaciones que hagan comparable la información.

Para los indicadores de producción, al igual que en los estudios realizados en los años 2001 y 2004, existen determinadas líneas de negocio para las cuales no ha sido posible registrar de manera estadística un indicador de producción. En estos casos, acorde con lo señalado en los principios metodológicos, se estiman dichos indicadores deflactando sus ingresos registrados por un índice de precios, el cual es estimado sobre la base de la información disponible para las restantes líneas de negocio.

Respecto del uso de insumos de producción, el modelo desarrollado por el OSIPTEL considera los siguientes insumos: mano de obra, materiales, rentas y servicios, y capital. En relación con el insumo mano de obra, el precio de la mano de obra se computa como el gasto de la mano de obra sobre la cantidad de empleados de la empresa en cada año. Respecto de los materiales, el valor total de los gastos de materiales, rentas y servicios, se calcula como la diferencia entre los gastos operativos menos los gastos por depreciación, gastos de personal neto del trabajo para el inmovilizado y el gasto por *management fee*. Para estimar el índice de cantidades se optó por deflactar el gasto de estos insumos utilizando el deflactor del PBI.

En relación con los insumos de capital y dada la información provista por Telefónica, se diferencian seis tipos de activos fijos: Terrenos, Oficinas, Planta Telefónica, Muebles, Vehículos y Otros Equipos. A su vez la planta telefónica está desglosada en cuatro rubros: Equipo de Centrales, Equipo de transmisión, Cables y Similares, y Otros equipos.

Dada la ausencia de información respecto del precio unitario de cada tipo de activo, se considera como índice de precio de adquisición al valor del Índice de precios al por mayor (IPM) con año base 1994, ajustado por la tasa de inflación y acumulado año a año. De esta manera, para cada año se construye el indicador de cantidad de cada activo deflactando el valor de los activos por dicho índice de precios. Luego la cantidad de capital es estimada como el promedio de la cantidad en los periodos t y $t-1$.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 16 de 266
	INFORME	

Del mismo modo, la estimación del costo unitario por el uso del capital considera la depreciación, la revaluación y el costo de oportunidad del mismo. En particular, para hallar las tasas de depreciación, se dividió el gasto contable acumulado en depreciación sobre el valor acumulado promedio del activo fijo. Por su parte, la revaluación de los activos se estima como el número promedio de unidades físicas de capital por la variación registrada en el precio de adquisición. Del mismo modo, se estima el valor del costo de oportunidad del capital en cada período. Dicha estimación se realiza multiplicando la tasa costo de oportunidad del capital (WACC) por el valor económico del stock de capital a precios del período anterior.


Cabe señalar que estas tasas de depreciación permiten que la empresa recupere el gasto en depreciación de cada tipo de capital. Sin embargo, existen discrepancias con respecto a las tasas promedio estimadas por la empresa, que en algunos casos resultan poco consistentes. Por ejemplo, se observa una tasa de depreciación promedio de 54.7% por los “vehículos”.

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

A partir de estos desarrollos se ha determinado que, para el período 1995-2006, el producto de la empresa Telefónica creció a una tasa anual de 10.00%, mientras que los insumos lo hicieron a una tasa del 4.29%. Dichos resultados conducen a un crecimiento medio anual de la productividad del 5.71%.

Con respecto al comportamiento de los precios de los insumos de la empresa, se observa una fuerte volatilidad de los mismos. En particular, se observan grandes variaciones durante los años 1996, 1997, 1998, 2002 y 2006 y la tasa de crecimiento promedio anual es de 2.46% para todo el periodo de análisis

Respecto de la tasa de crecimiento de la TFP para la economía, en el presente informe se ha presentado una extensa revisión de las diferentes alternativas metodológicas encontrándose importantes limitaciones en los enfoques econométricos referidos a los problemas de endogeneidad, variable omitida y sesgo de selección. Complementariamente, se recomienda el uso de la metodología de números índices como una mejor aproximación.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 17 de 266
	INFORME	

Debido a estas consideraciones metodológicas y lo establecido en los Lineamientos del MTC en referencia a la consistencia metodológica, el regulador ha considerado el desarrollo de un modelo para la economía basado en el enfoque primal, el uso de la metodología de números índices y la consideración del mismo período de medición.

De otro lado, es importante precisar que no existe actualmente información en las cuentas nacionales para el año 2006, motivo por el cual no es posible realizar las estimaciones para dicho año. Bajo estas condiciones, con el objetivo de mantener la consistencia con las estimaciones realizadas para la empresa regulada (período 1996 - 2006), se ha considerado la productividad total de factores tanto primal como dual es equivalente al promedio simple de los últimos tres años.

Para calcular el stock de capital se utilizan las series publicadas por el INEI y el BCRP y se realizan un conjunto de supuestos. En particular, no se consideran las variaciones de inventarios y se asume una tasa de depreciación común de 0,068. Asimismo, respecto al capital inicial se consideró el enfoque desarrollado por Nehru y Dhareshwar (1993) basado en el método de inventarios perpetuos y utilizando condiciones de largo plazo para el desempeño de la economía. Finalmente, el cálculo del precio de renta real del capital se basa en la formula de Hall-Jorgenson.

La serie de remuneraciones que sirvió de insumo para el cálculo de la productividad de la economía provino de la Encuesta Nacional de Sueldos y Salarios del Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo. Los datos de remuneraciones de cada año se obtuvieron como la media ponderada de los sueldos y salarios promedio del año.

Dado que los sueldos reportados son mensuales y los salarios son por jornadas (pagos por día laborado), la transformación de los pagos de jornadas a remuneraciones mensuales consistió en la aplicación de un factor de 30 (días) a dichos pagos. Finalmente, la serie (índice) de empleo para el período de análisis se obtuvo como la división de la masa salarial, pago por remuneraciones consignado en las cuentas nacionales, sobre la remuneración media de la economía.

Sobre la base de todas las consideraciones referidas, se calculó que el cambio en la TFP de la economía para dicho periodo es igual a 1.01%, observándose un incremento significativo (en magnitud) y sostenido en los últimos años.

A diferencia de regulaciones pasadas, la estimación de la tasa de crecimiento de los precios de los insumos de la economía es equivalente a la suma de la estimación dual de la tasa de crecimiento de la TFP de la economía (valor promedio de 1.06) y la


inflación de los precios de la economía (valor promedio de 4.92). Para tales efectos, se estimó el indicador de inflación de la economía utilizando el deflactor del PBI. Nuestros resultados sugieren una tasa de inflación promedio de los precios de los insumos de la economía de 5.98%.

Teniendo en cuenta todos los resultados previos, nuestra propuesta de factor de productividad es la siguiente:

Propuesta del OSIPTEL

Concepto	Periodo 1996-2006
Precio de los Insumos (TdP)	2.455%
Precio de los Insumos (Eco)	5.976%
TFP (TdP)	5.713%
TFP (Eco)	1.006%
Factor X (2007-2010)	8.23%

Fuente: OSIPTEL

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 19 de 266
	INFORME	

1. ANTECEDENTES

A manera de introducción, el objetivo de la presente sección es el de detallar las diversas actividades llevadas a cabo dentro del proceso de fijación del factor de productividad que será aplicado entre septiembre de 2007 y agosto de 2010 dentro régimen de tarifas tope a través del cual se regulan las tarifas del servicio telefónico fijo en el mercado peruano de telecomunicaciones.


De manera complementaria, la presente sección también considera un breve resumen de la experiencia peruana en materia de la fijación del factor de productividad, en específico, la fijación del factor de productividad que fue aplicado en el período septiembre de 2001 – agosto de 2004, y el factor de productividad que fue estimado para el período septiembre de 2004 – agosto de 2007.

1.1. Procedimiento Regulatorio

Transcurrido el período de transición hacia la liberalización de la industria de las telecomunicaciones, de acuerdo a lo establecido en los contratos de concesión de los que es titular la empresa operadora Telefónica del Perú S.A.A. (en adelante Telefónica), el Organismo Supervisor de la Inversión Privada en Telecomunicaciones (OSIPTEL) determina periódicamente las variaciones tope en las tarifas correspondientes a los servicios de telefonía básica, considerando para tales efectos la aplicación del régimen de regulación tarifaria denominado “Fórmulas de Tarifas Tope”.

Para tales efectos, el regulador establece el valor del “factor de productividad”, variable central dentro la aplicación del mecanismo regulatorio. De esta manera, considerando que el referido factor tiene una vigencia de tres años, aspecto que se encuentra especificado en los contratos de concesión¹ y que el factor vigente es aplicable para todos los ajustes de tarifas trimestrales en el período septiembre 2004 – agosto de 2007, corresponde a OSIPTEL fijar el valor del factor de productividad que deberá ser aplicado durante el período septiembre 2007 – agosto de 2010.

1. Los contratos. de concesión fueron aprobados por Decreto Supremo Nº 11-94-TCC y modificados mediante Decreto Supremo Nº 021-98-MTC. Conforme a lo estipulado en la Sección 9.01.(b) y en la Sección 9.04.(a) de los citados contratos de concesión, a partir del 01 de septiembre de 2001, los servicios de categoría I están sujetos al régimen tarifario de Fórmula de Tarifas Tope, que incluye la aplicación del Factor de productividad, el cual debe ser fijado en intervalos de 3 años.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 20 de 266
	INFORME	


Al respecto, es importante señalar que mediante Resolución de Consejo Directivo N° 127-2003-CD/OSIPTEL, publicada en el Diario Oficial El Peruano el 25 de diciembre de 2003, se aprobó el “Procedimiento para la Fijación y/o Revisión de Tarifas Tope” (en adelante, el Procedimiento), en el cual se establecen los procedimientos que aplicará OSIPTEL para la fijación y la revisión de las tarifas tope de servicios públicos de telecomunicaciones.

Acorde con lo señalado en el numeral 1 del Artículo 6° del Procedimiento, mediante Resolución de Consejo Directivo N° 065-2006-CD/OSIPTEL, publicada en el Diario Oficial El Peruano el 23 de octubre de 2006, OSIPTEL determinó el inicio del procedimiento regulatorio de oficio a fin de establecer el nuevo valor del factor de productividad que se aplicará a partir del 01 de septiembre de 2007.

Complementariamente, el artículo 2° de la referida Resolución de inicio del procedimiento regulatorio estableció que el regulador debía notificar a la empresa concesionaria y publicar en su página web institucional en un plazo de 15 días hábiles el proyecto de principios metodológicos generales sobre la base de los cuales se llevará a cabo la estimación del factor de productividad. El artículo 3° determinó además que se debería de establecer un plazo de diez (10) días hábiles contados a partir del día siguiente de la fecha de la publicación del proyecto de principios metodológicos para la recepción de comentarios.

Cabe indicar además que el artículo 4° de la referida Resolución estableció un plazo de sesenta y cinco (65) días hábiles contados a partir del día siguiente de la fecha de publicación de la versión final de los principios metodológicos para que la empresa regulada pueda presentar a OSIPTEL su propuesta del nuevo valor del factor de productividad, con el correspondiente estudio que incluya el sustento técnico-económico en el que se destaquen los resultados, supuestos, metodología e información utilizada.

En ese sentido, acorde con lo establecido en el artículo 2° de dicha Resolución, OSIPTEL estableció mediante Resolución de Consejo Directivo N° 073-2006-CD/OSIPTEL la notificación a Telefónica y la publicación en la página web institucional de OSIPTEL del Informe N° 057-GPR/2006 correspondiente al proyecto de principios metodológicos generales sobre la base de los cuales se llevará a cabo la estimación del factor de productividad aplicable a partir del 01 de septiembre de 2007. Asimismo, acorde con lo establecido en el artículo 3° de la Resolución de inicio del procedimiento regulatorio, se estableció un plazo de diez (10) días hábiles para que los agentes interesados puedan remitir sus comentarios.


	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 21 de 266
	INFORME	

Posteriormente, luego del análisis de los comentarios recibidos, en específico los comentarios remitos por la empresa regulada, mediante Resolución de Consejo Directivo N° 080-2006-CD/OSIPTEL el regulador estableció la aprobación de los principios metodológicos generales sobre la base de los cuales se llevará a cabo la estimación del factor de productividad.

De otro lado, es importante precisar que mediante Decreto Supremo N° 003-2007-MTC publicado en el diario oficial El Peruano el día 02 de febrero de 2007, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) aprobó los “Lineamientos para Desarrollar y Consolidar la Competencia y la Expansión de los Servicios de Telecomunicaciones en el Perú” (en adelante Lineamientos).

Dichos Lineamientos consideran en el artículo 4°, literal 9, un conjunto de criterios metodológicos que deberán ser considerados para la estimación del factor de productividad en el marco de la aplicación del régimen de precios tope:

- a) El OSIPTEL publicará su propuesta de metodología a más tardar el 31 de diciembre del año anterior a la entrada en vigencia del factor de productividad.
- b) Para fines de la estimación de la productividad de la empresa regulada se utilizará la metodología de productividad total de factores (Total Factor Productivity o TFP) bajo el enfoque primal. Dicha metodología sólo podrá ser modificada de identificarse mejoras sustantivas del uso de otras metodologías aceptadas a nivel internacional.
- c) La metodología a que se refiere el literal anterior debe ser implementada de manera consistente con la medición de la productividad de la economía, en particular, en lo referente a las metodologías de medición y la determinación del número de años considerados para la estimación de los niveles de productividad.
- d) El factor de productividad se calculará considerando: (i) la diferencia entre la tasa de crecimiento de la productividad de la empresa concesionaria y la tasa de crecimiento de la productividad de la economía; y (ii) la diferencia entre la tasa de crecimiento de los precios de los insumos de la empresa concesionaria y la tasa de crecimiento de los precios de los insumos de la economía.
- e) No se utilizarán variables o factores ajenos a la medición de la productividad. Sin embargo, excepcionalmente el regulador podrá utilizar en el cálculo del factor de productividad un factor de ajuste cuando la evolución de precios e

	DOCUMENTO	N° 065 -GPR/2007 Página 22 de 266
	INFORME	

ingresos lo indiquen. En este caso, OSIPTEL publicará previamente el informe que sustente la incorporación de un factor de ajuste.


- f) En caso que resulte necesario medir la productividad de servicios ajenos a los servicios objeto de regulación se utilizarán los indicadores de producción que mejor reflejen el crecimiento de los ingresos de dichos servicios.
- g) El requerimiento de toda la información que se utilizará para el cálculo del factor de productividad se notificará a la empresa concesionaria a más tardar el 31 de diciembre de cada año anterior a la entrada en vigencia del factor.
- h) Los instructivos de aplicación del factor de productividad deberán ser estables y predecibles.

Para fines del literal C), los Lineamientos precisan que la consistencia metodológica entre las mediciones de productividad de la empresa y de la economía considera dos aspectos principales. En primer lugar, el uso de una metodología de medición común, y en segundo lugar, el uso del mismo período para la medición, un período de medición lo suficientemente amplio para obtener el mejor estimado del valor de la productividad.

De esta manera, sobre la base de los estudios y estimaciones desarrolladas por el regulador, así como la consideración de los criterios metodológicos contenidos en el marco normativo vigente, el presente informe presenta el desarrollo de la metodología de revisión del valor del factor de productividad que será de aplicación durante periodo septiembre 2007 - agosto 2010.

1.2. Sistema de Precios Tope en el Perú

El modelo de regulación por tarifas tope fue diseñado para regular a las empresas de servicios públicos en el Reino Unido, las cuales serían privatizadas en el marco de las reformas implementadas por el gobierno británico (Beesley y S. Littlechild 1989). La fórmula establecida para el control de los precios regulados fue “RPI – X”, donde RPI corresponde en el caso peruano a la variación del Índice de Precios al Consumidor (IPC) y “X” representa las ganancias de productividad. De esta manera, las tarifas deben ajustarse hacia arriba de acuerdo con el incremento promedio en el nivel de los costos, y hacia debajo de acuerdo con las mejoras en productividad.

	DOCUMENTO	N° 065 -GPR/2007 Página 23 de 266
	INFORME	

El esquema de tarifas tope es un mecanismo que regula el nivel de precios y no su estructura. Es decir, el esquema se aplica a un conjunto o canasta de servicios, en el marco del cual existe flexibilidad para que la empresa ajuste los precios de cada elemento individual dentro de cada canasta, con la restricción de que la variación promedio ponderada de los precios no exceda la variación tope establecida para cada canasta. De acuerdo con los desarrollos de la literatura económica en regulación, esta flexibilidad comercial bajo tarifas tope permite incrementar el bienestar de los consumidores y promover un uso eficiente de los recursos.

En el caso peruano, consistente con lo establecido en los contratos de concesión de los que es titular Telefónica, la empresa concesionaria tiene la obligación de presentar al OSIPTEL solicitudes trimestrales para los ajustes de las tarifas correspondientes a los servicios de categoría I conforme al régimen de fórmulas de tarifas tope aplicable. El régimen de fórmulas de tarifas tope a ser aplicado para cada ajuste trimestral considera lo siguiente:

$$TT_{j_n} = \sum T_{ij_{n-1}} \left(\text{alfa}_{ij_{n-1}} * \frac{T_{ij_n}}{T_{ij_{n-1}}} \right) \quad \dots (1)$$

Sujeto a:

$$RT_{j_n} = \sum \left(\text{alfa}_{ij_{n-1}} * \frac{T_{ij_n}}{T_{ij_{n-1}}} \right) \leq F_n \quad \dots (2)$$


TT_{j_n} = Tarifas Tope para canasta “j” de servicios durante el trimestre “n”.

RT_{j_n} = Ratio Tope canasta “j” de servicios durante el trimestre “n”.

$\text{alfa}_{ij_{n-1}}$ = Factor de Ponderación del servicio “i” que pertenece a la canasta “j” durante el trimestre anterior, dado por la participación de los ingresos del servicio “i” dentro de los ingresos de la canasta “j”.

T_{ij_n} = Tarifa del servicio “i” que pertenece a la canasta “j” durante el trimestre actual.

$T_{ij_{n-1}}$ = Tarifa del servicio “i” que pertenece a la canasta “j” durante el trimestre anterior.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 24 de 266
	INFORME	

F_n = Factor de control para el trimestre “n”.

$$F_n = (1 + X) * \frac{IPC_{n-1}}{IPC_{n-2}} \quad \dots (3)$$

IPC_n = Índice de Precios al Consumidor de Lima Metropolitana a inicio del trimestre “n-1” y “n-2” que publica mensualmente el Instituto Nacional de Estadísticas e Informática (INEI).

X = Factor de Productividad Trimestral.

Como se puede apreciar, el factor de control establece el mínimo nivel de reducción que se debe dar en las tarifas promedio de cada canasta, siendo facultativo de la empresa el establecer tarifas por debajo de este tope.

De otro lado, el literal (c) de la sección 9.02 de los contratos establece que los ajustes por fórmula de tarifas tope se realizará sobre tres canastas de servicios que son denominados servicios de Categoría I (Sección 9.01, Servicios Regulados). Las tres canastas de servicios se definen como sigue:

- Canasta C: compuesta por el servicio de establecimiento de una conexión de servicio de telefonía fija local nueva, a ser cobrada sobre la base de un cargo único de instalación;
- Canasta D: compuesta por los servicios de (i) prestación de una conexión de servicio de telefonía fija local, a ser cobrada en base a una renta mensual y (ii) llamadas telefónicas locales;
- Canasta E: compuesta por los servicios de: (i) llamadas telefónicas de larga distancia nacional y (ii) llamadas telefónicas internacionales;

Acorde con lo establecido en dicho marco normativo legal y contractual, OSIPTEL emitió la Resolución de Consejo Directivo Nº 038-2001-CD/OSIPTEL, mediante la cual fijó el valor del factor de productividad aplicable dentro del régimen tarifario durante el período septiembre 2001 – agosto 2004, y posteriormente emitió la Resolución de Consejo Directivo Nº 060-2004-CD/OSIPTEL mediante la cual fijó el valor del factor de productividad aplicable durante el período septiembre 2004 – agosto 2007.

Cuadro N° 1: Anteriores Fijaciones del Factor de Productividad

Período de Revisión	Canasta de Servicios	Factor Anual	Factor Trimestral
Set 2001 – Ago 2004 Aprobado por Res. CD N° 038–2001-CD/OSIPTEL	C, D, E	- 6 %	- 1.535 %
Set 2004 - Ago 2007 Aprobado por Res. CD N° 060–2004-CD/OSIPTEL	C y D	-10.07 %	- 2 .619 %
	E	- 7.8 %	- 2.010 %

Elaboración: OSIPTEL

Para tales efectos, se consideró que bajo un contexto competitivo la evolución de los precios se explica por la diferencia entre la tasas de variación del precios de los insumos y las ganancias de productividad:

$$\hat{P} = \hat{W} - [\hat{Q} - \hat{Z}] \quad \dots (4)$$

Donde:

\hat{W} = Tasa de cambio de los precios de los insumos.

\hat{Q} = Tasa de cambio del nivel de producción.

\hat{Z} = Tasa de cambio del nivel de uso de insumos de producción.

$\hat{Q} - \hat{Z}$ = Productividad total de factores o TFP por sus siglas en inglés.

Sobre la base de la comparación de dichos componentes entre la empresa regulada y la economía, el regulador determinó la fijación del factor de productividad acorde con la siguiente expresión (Bernstein y Sappington 1999):

$$X = [TFP^{\hat{E}} - TFP^{\hat{A}}] + [\hat{W} - \hat{W}^{\hat{E}}] \quad \dots (5)$$

Donde:

$TFP^{\hat{A}}$ = Tasa de cambio de la TFP de la empresa regulada.

$TFP^{\hat{E}}$ = Tasa de cambio de la TFP de la economía.

$\hat{W}^{\hat{E}}$ = Tasa de cambio de los precios de los insumos en la economía.

\hat{W} = Tasa de cambio de los precios de los insumos en la empresa.

Nótese que en el caso peruano, acorde con las especificaciones contenidas en los contratos de concesión, el factor de productividad se define con signo negativo. En el cálculo metodológico del Factor de Productividad aplicable al periodo 2004-2007 se mantuvo el marco conceptual general utilizado en la fijación del Factor 2001-2004. En este sentido, se implementó el marco conceptual de la Productividad Total de Factores.

El método para estimar la TFP así como los cambios en otras variables componentes del marco conceptual fue el enfoque primal bajo aplicaciones con números índice. Los números índice se utilizaron para realizar agregaciones de los diferentes componentes de la medición de productividad, en particular, las agregaciones del producto, del uso de los insumos o factores de producción y de los precios de dichos insumos.

Al respecto, el regulador consideró el uniformar el uso de un solo concepto de número índice para calcular las diferentes agregaciones de los volúmenes de servicios producidos, insumos y precios. Debido a su superioridad, se utilizó el índice Ideal de Fisher.

De otro lado, la información estadística y financiera utilizada para la realización de las mediciones consideró en ambos procesos la utilización de 6 años de información (5 datos en términos de variaciones anuales). La estimación del factor en el año 2001 consideró información del período 1995-2000, mientras que la estimación del factor en el año 2004 consideró información del período 1998-2003.

Asimismo, se utilizó información sobre la economía para variables oficiales tales como el Índice de Precios al Consumidor, el Índice de Precios al Por Mayor y el deflactor del PBI, y para la TFP global del país, siendo esta última variable tomada de estudios especializados de reciente desarrollo. Sobre la base de dichos desarrollos, la estimación del factor de productividad en el año 2001 consideró los siguientes resultados:

Cuadro Nº 2: Componentes del Factor en la estimación del año 2001

Concepto	TdP	Economía	Diferencia
Ganancias de Productividad	4.27%	1.30%	2.97%
Tasa cambio del precio de los insumos	4.92%	7.95%	3.03%
Factor de Productividad Total			6.00%

Elaboración: OSIPTTEL

En relación con las ganancias de productividad de la economía, OSIPTEL tomó como referencia un estudio desarrollado por Hofman (2000). El estudio analiza la productividad de diversos países de América Latina estimando una especificación Cobb-Douglas utilizando series de tiempo. Sobre la base de dicho estudio, el regulador consideró adecuado tomar como indicador del nivel de productividad de la economía peruana el valor de 1.3%, correspondiente a la tasa de crecimiento del período 1994-1998.

Para calcular el cambio en el precio de los insumos en la economía se utilizó la ecuación que define al diferencial de precios como la diferencia entre el diferencial del nivel de precios de los insumos de producción y el diferencial del nivel de productividad de la economía. De esta manera, considerando que la tasa de inflación promedio en el período de estudio fue de 6.65% y que la tasa de cambio de la productividad de la economía era de 1.3%, la tasa de cambio del precio de los insumos de la economía se estableció en 7.95%.

En relación con la estimación del factor de productividad en el año 2004 los resultados fueron los siguientes:


Cuadro N° 3: Componentes del Factor en la estimación del año 2004

Concepto	TdP	Economía	Diferencia
Ganancias de Productividad	5.47%	0.50%	4.97%
Tasa cambio del precio de los insumos	0.00%	2.83%	2.83%
Excedente Económico			2.27%
Factor de Productividad Canasta C y D			10.07%
Factor de Productividad Canastas E			7.80%

Elaboración: OSIPTEL

En relación con las ganancias de productividad de la economía agregada, complementariamente al estudio desarrollado por Hofman (2000) se analizaron otros resultados, más específicamente, Vega-Centeno (1997), Seminario y Beltrán (1998), Vallejos y Valdivia (1999), Carranza y otros (2003), Valderrama y otros (2003) y un estudio de investigación realizado por Miller (2003) del Banco Central de Reserva del Perú.

Acorde con dichos estudios el regulador especificó que la TFP de la economía habría crecido entre 0.5% y 1.0% durante la década del noventa. Asimismo, se señaló que

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 28 de 266
	INFORME	


tomando en cuenta los estudios que utilizan datos más actuales como son el de Valderrama (2003) y Miller (2003), la tasa de variación de la TFP de la economía para fines de los noventa e inicios del nuevo siglo estaría en un rango de 0.5% y 0.7% al año. Sobre la base de dichos resultados, el regulador decidió tomar el dato más conservador, optando por utilizar una tasa para la TFP de la economía de 0.5% anual.

De manera similar al proceso implementado en el año 2001, para calcular el cambio en el precio de los insumos en la economía se utilizó la ecuación que define al diferencial de precios como la suma del diferencial del nivel de precios de los insumos de producción y el diferencial del nivel de productividad de la economía. En ese sentido, considerando que la tasa de inflación promedio en el período de estudio fue de 2.33% y que la tasa de cambio de la productividad de la economía adoptada fue de 0.5%, la tasa de cambio del precio de los insumos de la economía se estableció en 2.83%.

De otro lado, como se puede apreciar en el cuadro N° 3, en el año 2004 la determinación del factor de productividad aplicable a la canasta D consideró la adición de un tercer componente, denominado “Excedente Económico de Operación”².

Al respecto, el regulador especificó que el objetivo de la consideración de dicho componente era recoger el efecto promedio de las presiones competitivas en los diferentes mercados de telecomunicaciones sobre los beneficios agregados de la industria, más específicamente, determinar un factor de productividad que refleje en forma más acertada las reducciones potenciales de precios gracias a la entrada de nuevas empresas, y establecer una tendencia promedio para estas reducciones en segmentos menos competitivos, como la telefonía fija.

2. El excedente económico de operación se define como la diferencia entre la tasa de cambio promedio del excedente económico de la empresa regulada y el excedente económico de la industria, en ambos casos, medido como la diferencia entre las tasas de crecimiento del nivel de ingresos y los gastos operativos. El regulador precisó que si dicho resultado es negativo, ello indicaría que el excedente de la empresa regulada estaría creciendo más rápidamente que el de la industria. Si éste fuera el caso, la tasa de cambio de dicho excedente permitirá reproducir la mayor competitividad de la industria en promedio respecto del desempeño particular de la empresa regulada.

	DOCUMENTO	N° 065 -GPR/2007 Página 29 de 266
	INFORME	

2. MERCADO DE LA TELEFONÍA FIJA EN EL PERÚ

El servicio de Telefonía Fija ha registrado un desempeño favorable durante los últimos años. Este desarrollo se ve reflejado en aspectos como la tasa de crecimiento del número de líneas a nivel nacional, la mejora de la penetración del servicio, entre otros indicadores de cobertura.

De otro lado, las tarifas del servicio también han presentado una evolución favorable, sobre todo durante los últimos trimestres como consecuencia de las modificaciones en el instructivo de tarifas que focalizó la aplicación del factor de productividad en los elementos tarifarios que mayor impacto tienen en el bienestar de los usuarios, tales como la renta mensual y la tarifa por minuto de comunicación adicional o tarifa de servicio local medido.

También hubo mejoras en aspectos como la reducción del número de planes de consumo y la introducción de planes con tasación al segundo y sin cargo de establecimiento de llamada, aspectos que refuerzan la generación de mayores beneficios para los usuarios, en particular para los usuarios de menores recursos económicos.

2.1. Penetración del servicio de telefonía fija en el Perú

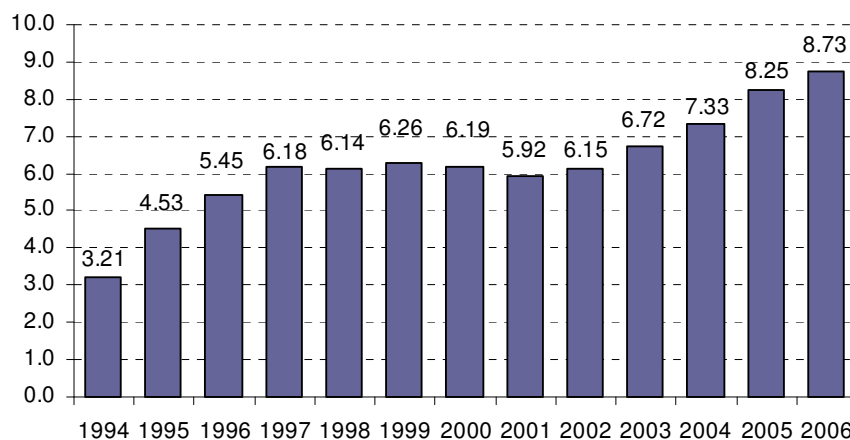
Actualmente, el nivel de penetración del servicio de telefonía fija se encuentra en 8.73 líneas por cada 100 habitantes a nivel nacional. Se observa una marcada tendencia creciente desde el año 2004, después de un período de estancamiento en el crecimiento entre los años 2001 y 2003.

Si se observan los datos a nivel departamental, Lima (incluyendo Callao) es el departamento con el mayor nivel de penetración, con 16.84 líneas por cada 100 habitantes. Le siguen Arequipa, La Libertad y Tacna, con 9.73, 8.17 y 8.08 líneas por cada 100 habitantes respectivamente. De otro lado, los departamentos con los niveles de penetración más bajos son Huancavelica, Ayacucho, Apurímac y Pasco, con una penetración de 1.88, 1.58, 1.52 y 0.83 líneas por cada 100 habitantes respectivamente.

El siguiente gráfico muestra la evolución de la penetración de la telefonía fija en el mercado peruano de telecomunicaciones.

Gráfico N° 1

Penetración de Telefonía Fija a Nivel Nacional



Fuente: Empresas Operadoras.

Elaboración: OSIPTEL.

Desde el punto de vista de los hogares, el desempeño favorable de la penetración también ha tenido un correlato en el nivel de acceso. Así, el acceso de los hogares peruanos a los servicios de telefonía ha crecido en los últimos 5 años, especialmente en los últimos trimestres.

Al respecto, Gallardo, López y Gonzáles (2006) realizan una revisión detallada de la realidad del acceso a los servicios de telecomunicaciones en el Perú. Dicho reporte precisa que si se considera el porcentaje de hogares que tiene teléfono fijo en el hogar o al menos un teléfono celular (acceso conjunto), se verifica que se ha producido un cambio importante en el acceso en las distintas localizaciones geográficas. Esta expansión ha sido progresivamente explicada por el crecimiento de los servicios móviles.

Cuadro N° 4: Evolución del Acceso Conjunto (Fijo y Móvil) en el Perú

Trim	Perú				Lima Metropolitana				Resto Urbano				Perú Rural			
	Sólo Fijo	Fijo y Móvil	Sólo Móvil	Fijo o Móvil	Sólo Fijo	Fijo y Móvil	Sólo Móvil	Fijo o Móvil	Sólo Fijo	Fijo y Móvil	Sólo Móvil	Fijo o Móvil	Sólo Fijo	Fijo y Móvil	Sólo Móvil	Fijo o Móvil
2001 q4	16.80	3.60	4.00	24.40	34.60	10.20	7.80	52.60	18.40	1.90	4.10	24.40	0.30	0.00	0.70	1.00
2002 q4	17.10	3.90	4.40	25.40	34.30	10.40	7.50	52.20	19.20	2.40	5.50	27.10	0.50	0.00	0.60	1.10
2003 q4	15.20	5.90	5.00	26.10	29.10	15.60	8.60	53.30	18.60	3.80	6.30	28.70	0.10	0.00	0.60	0.70
2004 q4	13.90	10.00	7.80	31.70	26.00	27.70	12.40	66.10	18.30	6.70	10.40	35.40	0.10	0.10	1.50	1.70
2005 q4	14.40	12.60	8.70	35.70	29.30	32.30	12.40	74.00	16.70	9.80	13.30	39.80	0.30	0.00	1.30	1.60
2006 q2	13.60	13.70	11.20	38.50	24.40	32.70	13.50	70.60	17.90	11.90	16.40	46.20	0.10	0.00	3.90	4.00

Elaboración: OSIPTEL.

De otro lado, el referido reporte precisa además que si bien existe un rezago en la penetración de telefonía fija, este es menor si se consideran, además del PBI, otras variables como el grado de dificultad geográfica y las diferencias en la distribución del ingreso, relevantes para un país como el Perú.

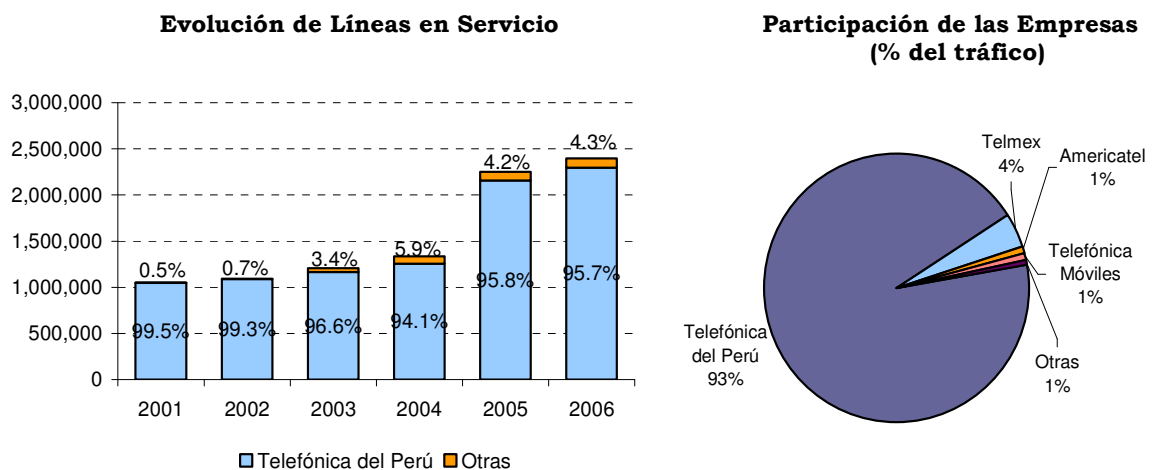
2.2. Estructura del Mercado de Telefonía Fija Local

Respecto de la estructura del mercado, cabe precisar que desde el inicio de la apertura del segmento de telefonía fija han ingresado algunas empresas al mercado, orientadas específicamente ya sea al sector empresarial o específicamente al sector rural.


Actualmente operan en el mercado ocho empresas, aunque Telefónica todavía conserva una porción significativa del mercado, con 95.7% de las líneas en servicio y 93.5% del tráfico cursado. Las siguientes empresas con el mayor tráfico son Telmex y Americatel, la primera con 0.8% de las líneas en servicio y 4.3% del tráfico local, y la segunda con 0.2% de las líneas en servicio y 0.9% del tráfico local.

Como se observa en el siguiente gráfico, la participación de estas empresas ha seguido una tendencia creciente, aunque todavía es muy pequeña en comparación con la participación que mantiene Telefónica.

Gráfico Nº 2
Estructura del Mercado de Telefonía Fija



Fuente: Empresas Operadoras.
Elaboración: OSIPTEL.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 32 de 266
	INFORME	

Las empresas de mayor participación (después de Telefónica) están enfocadas básicamente en el sector comercial, con planes diseñados especialmente para atender a este segmento de clientes. Recientemente, algunas empresas de telefonía fija han lanzado paquetes que agrupan servicios de telefonía local, larga distancia e Internet orientados a pequeñas y medianas empresas. Tal es el caso de Americatel con sus paquetes NGN³ y Telmex con su producto Xplor⁴.

Las principales operaciones de estas empresas están concentradas en la ciudad de Lima. Este es el caso de Americatel, Impsat, Infoductos y Telefónica Móviles (con las operaciones de telefonía fija inalámbrica que compró a Bellsouth), las cuales solo atienden al departamento de Lima. Con respecto a Telmex y Millicom, ambas empresas tienen clientes en otros departamentos, aunque la gran mayoría de sus líneas en servicio corresponden a Lima. Por su parte, Gilat to Home cuenta con líneas en servicio en todos los departamentos del Perú con excepción de Tacna y Tumbes; sin embargo, se debe tener en cuenta que esta empresa está focalizada en áreas rurales.

2.3. Evolución de los Ingresos Operativos

En relación con los ingresos, cabe señalar que los ingresos operativos de Telefónica correspondientes a su negocio de telefonía fija local han experimentado una reducción de 3.23% en promedio entre 2002 y 2006, aunque han mostrado una recuperación entre los años 2005 y 2006, como se observa en el cuadro siguiente. Respecto a las demás empresas, tanto Telmex como Americatel han visto incrementados sus ingresos correspondientes al negocio de telefonía fija local, especialmente en el último año.

De otro lado, se observa que el negocio de telefonía fija local representa para Telefónica un mayor porcentaje de sus ingresos totales (34%) que para las demás empresas en el mercado. Para Telmex, este negocio representa el 23.7% de sus ingresos, para Americatel el 8.2% y para Impsat el 1.3%. Sin embargo, la importancia de la telefonía fija local respecto a los ingresos totales de Americatel y Telmex ha aumentado en el año 2006, mientras que lo contrario ha sucedido en el caso de Telefónica.

3. <http://www.ngn.com.pe/>

4. <http://www.x-plora.com.pe/>

**Cuadro N° 5: Ingresos Operativos de Telefonía Fija Local
(En millones de US\$)**

Empresas Operadoras	Ingresos Operativos del Negocio de Telefonía Fija		Participación en los Ingresos Totales de la Operadora	
	2005	2006	2005	2006
Telefónica del Perú y Subs.	386.6	396.8	36.2	34.0
Telmex (ex AT&T)	13.4	15.8	23.8	23.7
Americatel	2.5	2.7	7.2	8.2
Impsat	n.d	0.3	n.d	1.3
Telefónica Móviles	7.5	2.5	1.7	0.4

Fuente: Empresas Operadoras.
Elaboración: OSIPTEL.

2.4. Evolución de las Inversiones

Respecto a las inversiones, en los últimos años se ha observado una evolución favorable. En el caso de Telefónica y Subsidiarias, su inversión en redes de telefonía local ha crecido en promedio 2.6% anual. De estas inversiones, la empresa destinó aproximadamente 66 millones de dólares específicamente al despliegue de líneas de voz tradicional.


Asimismo, las inversiones de las empresas Telmex, Americatel e Impsat han crecido en promedio 8.5%. Destaca además la participación de Telmex en la inversión acumulada de los últimos cinco años (inversiones a valores corrientes). Esta explica el 24.1% de un total de US\$ 358.49 millones. Por su parte, Telefónica registró una participación de 70.3%.

**Cuadro N° 6: Inversiones de las Principales Empresas de Telefonía Fija
(En miles de US\$)**

Empresas	2002	2003	2004	2005	2006
TdP (Red telefonía Local)	49,672	41758	44339	49970	66179
TdP (demás inversiones)	43,184	81931	110014	187146	107469
Telmex (ex AT&T)	11,915	5987	19737	24197	24435
Americatel	2,646	1524	1739	1976	1115
Impsat	1,117	4309	3024	826	2034
Total	108,534	135,509	178,853	264,115	201,232

Nota: Para el caso de Telefónica, se ha tomado las inversiones en infraestructura registradas en sus memorias anuales, sin considerar las compras de inversiones. Para las demás empresas se ha considerado los flujos de caja y flujos de inversiones de sus estados financieros auditados.

Fuente: Memorias anuales y estados financieros auditados de las empresas operadoras.
Elaboración: OSIPTEL.

	DOCUMENTO	N° 065 -GPR/2007 Página 34 de 266
	INFORME	

2.5. Evolución de las Tarifas

En materia tarifaria, para la aplicación del régimen de precios tope, mediante la Resolución de Consejo Directivo N° 058-2001-CD/OSIPTEL de fecha 29 de octubre de 2001, el OSIPTEL aprobó el “Instructivo para el Ajuste de Tarifas de los Servicios Públicos de Telecomunicaciones de Categoría I” (en adelante Instructivo de Tarifas). El Instructivo de Tarifas es el instrumento regulatorio mediante el cual se aplica el esquema regulatorio de precios tope para el servicio de telefonía fija de abonado.

Dicho Instructivo de Tarifas fue modificado mediante Resolución de Consejo Directivo N° 059-2004-CD/OSIPTEL con el objetivo de incorporar la experiencia obtenida en los tres primeros años de aplicación del Factor de productividad. En el año 2005, y con el objetivo de brindar un mejor tratamiento a la evaluación de las solicitudes de ajuste tarifarios se realizaron modificaciones mediante Resoluciones N° 004-2005-CD/OSIPTEL y N° 055-2005-CD/OSIPTEL.

En el año 2006, y a partir de una evaluación de la problemática en el servicio de telefonía fija, OSIPTEL consideró necesario introducir modificaciones en el Instructivo de Tarifas vigente a dicha fecha. El objetivo de esta nueva variación era obtener una mayor eficacia en el tratamiento de aspectos como la calidad del servicio y la selección de elementos tarifarios utilizados por la empresa para cumplir los requerimientos de reducción de precios. Estos cambios permitirían elevar el bienestar de los usuarios y un traslado más equitativo de las ganancias de productividad.

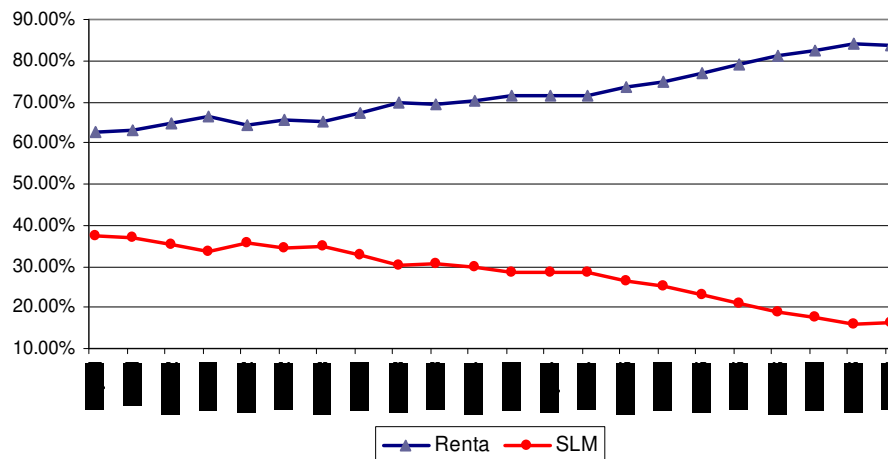
Asimismo, mediante Resolución del Consejo Directivo N° 048-2006-CD/OSIPTEL, modificada mediante Resolución del Consejo Directivo N° 067-2006-CD/OSIPTEL, el OSIPTEL aprobó la entrada en vigencia del nuevo Instructivo Tarifario. Con esta propuesta se busca incrementar el bienestar de los hogares de menores ingresos y un mejor funcionamiento del esquema regulatorio, debido a mejoras en el tratamiento de los servicios adicionales y los instrumentos del ajuste de tarifas.

El esquema de Precios Tope exige que los precios promedio ponderado por su participación de los ingresos se reduzcan de tal manera que las ganancias de productividad de la empresa se trasladen a los consumidores. Debido a que el esquema de ajuste es trimestral, las ponderaciones van cambiando trimestre a trimestre en la medida que se modifican los precios y los indicadores de consumo de cada uno de los elementos que conforman una canasta determinada.

Estas ponderaciones juegan un rol fundamental en la decisión de la empresa sobre cuáles son los precios que variarán en el ajuste de tarifas. Es decir, para precios que tienen una mayor participación se van a necesitar reducciones menores que para elementos que tengan una participación en los ingresos más pequeña.

Por ejemplo, en la Canasta D la empresa ha priorizado por muchos años las reducciones en las tarifas por tráfico adicional como una herramienta para realizar los ajustes tarifarios. Como se puede apreciar a continuación, las ponderaciones de ingresos para Renta Mensual se han incrementando sostenidamente desde septiembre del año 2001.

Gráfico N° 3
Ponderación de Ingresos Rentas Mensuales y SLM



Fuente: Empresas Operadoras.
Elaboración: OSIPTEL

Desde el inicio de la aplicación del mecanismo de Precios Tope, la empresa ha elegido distintos mecanismos para cumplir con las reducciones exigidas en la Canasta D (Renta Mensual y Servicio Local Medido). El Cuadro siguiente muestra los mecanismos elegidos por la empresa desde septiembre del 2001 hasta diciembre de 2006.

Tal como se ha indicado, desde mediados del año 2005 el regulador ha realizado diversas modificaciones del instructivo de tarifas con el objetivo de que los ajustes de tarifas prioricen las reducciones efectivas de los precios finales, más específicamente, reducciones efectivas de los niveles de renta mensual y las tarifas por llamadas locales.

Cuadro N° 7: Mecanismos de Reducción Aplicados

Ajuste	Mecanismo aplicado					
	Renta	SLM	C. E. de llamada	Aumento de H.R.	Minutos Incluidos	Planes nuevos
Sep-01	x	x		x		
Dic-01		x		x		
Mar-02		x		x	x	x
Jun-02				x	x	x
Sep-02	x	x		x		
Dic-02		x		x		
Mar-03		x			x	x
Jun-03					x	x
Sep-03					x	x
Dic-03	x				x	x
Mar-04		x			x	x
Jun-04		x			x	x
Sep-04	x	x			x	
Dic-04	x	x	x			
Mar-05			x			
Jun-05			x			
Sep-05	x	x				
Dic-05	x	x				
Mar-06	x	x				
Jun-06		x				
Sep-06	x					
Dic-06	x					

Fuente: Ajustes Tarifarios

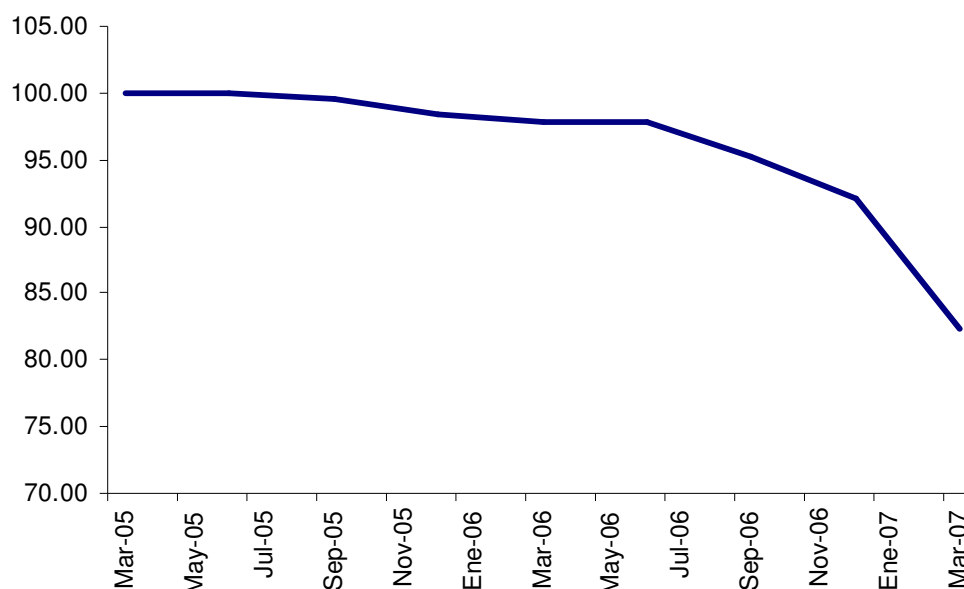
Elaboración: OSIPTEL

Respecto de la Renta Mensual⁵, desde el inicio de la aplicación del mecanismo de Precios Tope los niveles de Renta han mostrado una tendencia decreciente, en particular, desde el segundo semestre del año 2005. Como se ha indicado, a lo largo de años de aplicación, Telefónica ha contado con varios mecanismos de reducción tarifaria implícitos y explícitos. En ese sentido, las modificaciones realizadas en el Instructivo de tarifas no sólo han permitido mayores reducciones efectivas en los niveles de renta sino que también han facilitado con ello la elaboración de un índice

5. La renta mensual es un servicio regulado dentro de la Canasta D. Por definición (contratos de concesión de Telefónica) la renta corresponde al cobro por la prestación de una conexión de servicio de telefonía fija local. Desde un enfoque económico, la existencia de este componente adecuadamente diseñado como parte de un esquema de tarifa multipartes permite ganancias de bienestar en relación a un esquema tarifario de un único componente.

de precios que muestre de manera más clara y precisa la evolución en el nivel de la renta promedio.

Gráfico N° 4
índice de Renta Mensual



Elaboración: OSIPTEL

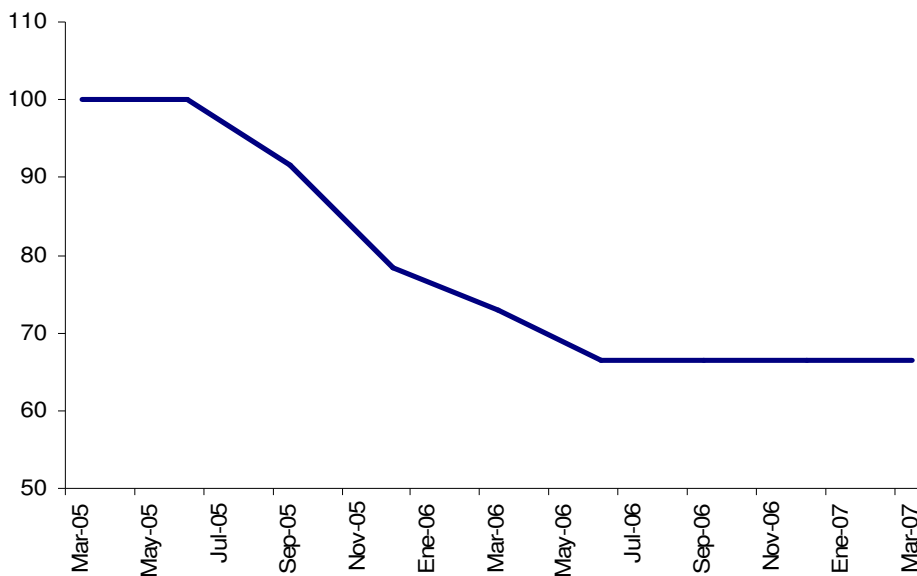
Como se puede apreciar, el índice de renta mensual del servicio de telefonía fija de abonado ha mostrado un comportamiento decreciente durante los últimos trimestres. Las principales reducciones en esta tarifa se han dado a partir del inicio del año 2006, entre otras razones por la modificación del Instructivo de tarifas y debido a la reducción anticipada de rentas en los principales planes de consumo como resultado de la negociación entre el Estado Peruano y Telefónica concretada en diciembre de 2006.

Las reducciones explícitas en tarifas tienen un impacto importante en el bienestar y por lo tanto en el ahorro de los consumidores. Las reducciones de renta fija en los planes existentes generan mayor bienestar en los usuarios comparadas con elementos como: la modificación de la cantidad de minutos incluidos o la eliminación del cargo de establecimiento de llamada. En general, reducciones de renta generan mejoras en el bienestar de los usuarios de forma homogénea, favoreciendo tanto a personas de alto consumo como a personas con bajo consumo⁶.

6. Florián, D. y Orezza, L. (2006). Los autores, basados en un marco conceptual desarrollado por Martinelli y Miravete (2006) han analizado mediante simulaciones los efectos sobre el bienestar de estos instrumentos tarifarios en un contexto de incertidumbre.

El Servicio Local Medido (SLM) es el segundo componente de la Canasta D. El SLM corresponde al precio por cada minuto consumido adicionalmente a los minutos incluidos que los usuarios tienen mensualmente en sus respectivos planes tarifarios. Al igual que la Renta Mensual, la tarifa del servicio local medido ha mostrado importantes reducciones a lo largo de la etapa de aplicación del mecanismo de Precios Tope. Esta tarifa tiene dos valores para cada plan, uno para el horario de consumo normal y otro para el horario reducido.

Gráfico N° 5
Índice de Tarifa de Servicio Local Medido Promedio Ponderado

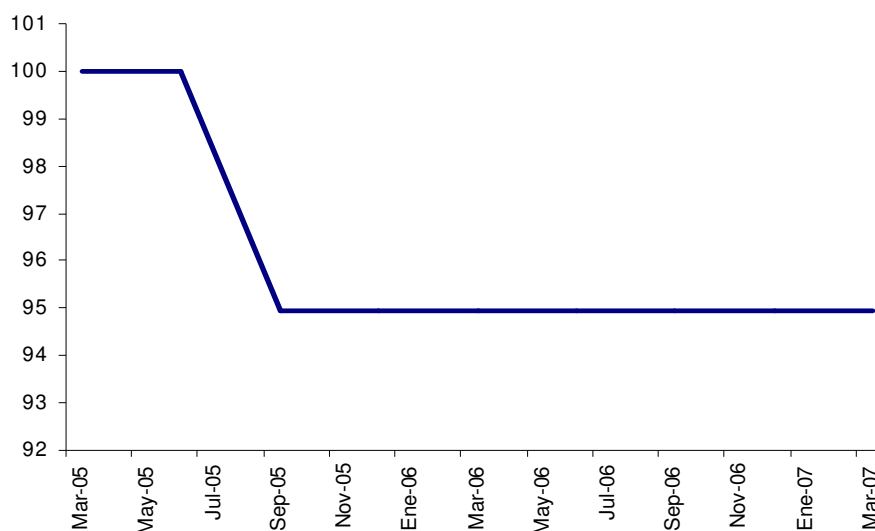


Elaboración: OSIPTEL

La tarifa promedio ponderada en horario normal a lo largo de cuatro años desde el inicio de la aplicación del factor de productividad se mantuvo en promedio en un valor de S/. 0.096 por minuto. A partir de septiembre de 2005, las tarifas de SLM en horario normal se redujeron en aproximadamente 36% hasta llegar a una tarifa de S/. 0.052 en diciembre de 2006. Las tarifas promedio ponderado en horario reducido han mantenido un nivel promedio de S/. 0.050 hasta agosto de 2005, llegando a S/. 0.044 en diciembre de 2006.

La tarifa del servicio local medido afecta solamente a planes abiertos. Los planes de consumo controlado y prepago solamente pueden realizar llamadas en exceso de sus minutos incluidos con una tarjeta prepago. La tarjeta prepago más representativa en este segmento es la tarjeta 147. Desde septiembre de 2001 la tarifa de dicha tarjeta ha caído en 36.67% en horario normal y en 31.00% en horario reducido llegando a niveles de S/. 0.133 y S/. 0.069 respectivamente.

Gráfico N° 6
Índice de la Tarifa de la Tarjeta 147



Elaboración: OSIPTEL

De otro lado, respecto de la oferta de planes de consumo, en reiteradas oportunidades el regulador ha manifestado su opinión respecto de la necesidad de reducir el número de planes de consumo vigentes en el mercado, ello con el objetivo de facilitar el proceso de auto selección y toma de decisiones por parte de los usuarios. En ese sentido, la empresa concesionaria presentó una propuesta de reducción de planes de consumo que consideraba la agrupación de determinadas familias de planes en un solo plan (fecha de implementación al 30 de mayo de 2007).

Cuadro N° 8: Reducción del Número de Planes de Consumo

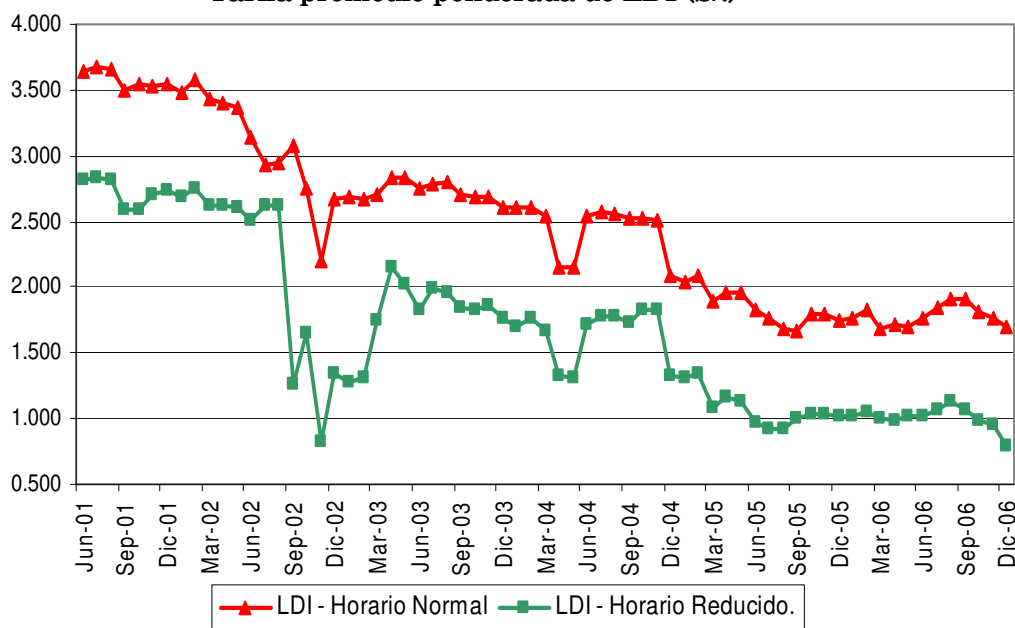
N°	Denominación anterior	Pago Fijo Mensual	Minutos Incluidos	Nueva denominación	Pago Fijo Mensual	Minutos Incluidos
1	Control Ahorro inicial	59.50	270	Control 1	59.50	275
2	Control Súper Popular A	59.50	270			
3	Control 1	59.50	275			
4	Control Ahorro Personal	65.00	410	Control 2	65.00	410
5	Control Súper Popular B	65.00	410			
6	Control 2	65.00	380			
7	Control Ahorro Familiar	80.00	750	Control 3	80.00	750
8	Control Súper Popular C	80.00	750			
9	Control 3	80.00	590			
10	Control Ahorro Máxima	90.01	1000	Control 4	90.01	1000
11	Control Súper Popular D	90.01	1000			
12	Control 4	90.01	710			
13	Control Ahorro Especial	150.20	980	Control 5	150.20	1490
14	Control Ahorro Internet	170.40	1180			
15	Control Ahorro Internet Plus	200.60	1490			

Elaboración: OSIPTEL

Más específicamente, la agrupación de 5 familias de planes que permitirían la reducción de 15 planes de consumo a 5 planes. Como se puede apreciar en el cuadro, dicho proceso de agrupación implica que en determinados casos los usuarios obtengan mejoras en términos de la oferta de minutos incluidos o en el nivel de la renta mensual.


Las tarifas de larga distancia nacional e internacional son reguladas por el OSIPTEL dentro de la Canasta E. En dicha canasta se regulan las tarifas tope las cuales son el máximo nivel del precio promedio de este conjunto de servicios. Sin embargo, es preciso señalar que los mercados de larga distancia nacional e internacional son mercados que se encuentran en competencia, en particular el mercado de larga distancia internacional, el cual enfrenta un nivel de competencia mayor que el mercado de larga distancia nacional⁷.

Gráfico N° 7
Tarifa promedio ponderada de LDI (S/.)



Elaboración: OSIPTEL

7. A lo largo de un período de 8 años, han existido dos principales eventos en dicho segmento que han impulsado la competencia entre operadores. En 1999 se inició el sistema de pre-selección el cual permite a los usuarios seleccionar a una determinada empresa para el establecimiento de todas sus llamadas telefónicas de larga distancia. Sumado a esto, en el año 2002 se inició el sistema de Llamada por Llamada el cual permite al usuario, en cada llamada que realice, tener la opción de elegir al concesionario de larga distancia que le brindará dicho servicio mediante el uso de un código de identificación.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 41 de 266
	INFORME	


Como se puede apreciar, desde el inicio de la aplicación del factor de productividad, y sumado a la creciente competencia en el mercado de larga distancia internacional, la tarifa promedio de larga distancia internacional se ha reducido en 53.41% y 71.71%, en horario normal y reducido respectivamente. De otro lado, cabe precisar que dichas tarifas son las tarifas tope, por lo que las tarifas reales se sitúan, en promedio, por debajo de dichos niveles. Las diferentes promociones de la empresa incumbente y de las otras empresas prestadoras del servicio permiten al usuario pagar precios muchos menores.

De otro lado, si bien las reducciones de la tarifa tope de Canasta E se observan principalmente en las tarifas del mercado de larga distancia internacional, las tarifas en el mercado de larga distancia nacional se han reducido debido al incremento de las condiciones de competencia en este mercado. En particular, se aprecia una tendencia decreciente de las tarifas de tarjetas prepago de Telefónica, así como de las cinco principales empresas competidoras en el mercado, y se observa una reducción en las tarifas de las llamadas realizadas mediante acceso automático desde teléfono fijo (discado directo y planes).

A diferencia del mercado de larga distancia internacional, la competencia en el mercado de larga distancia nacional es factible bajo una adecuada protección de la competencia. Es decir, los posibles problemas de barreras a la entrada / salida no son significativos cuando se implementan instrumentos y mecanismos regulatorios que protegen la competencia. Entre las políticas de promoción de la competencia que ha venido implementando el OSIPTEL se puede mencionar las siguientes:


- Política de interconexión a la infraestructura del operador incumbente.
- Implementación del sistema de preselección.
- Implementación del sistema de llamada por llamada.
- Regulación del servicio de facturación y recaudación brindado por el operador incumbente.
- Implementación de la prueba de imputación para las tarifas de las llamadas de larga distancia nacional.

En ese sentido, si bien se ha encontrado evidencia de que la dinámica competitiva existente en el mercado de larga distancia estaría generando una trayectoria decreciente sostenida de los precios, los cuales se están ubicando en un nivel inferior a las tarifas tope reguladas en la mayoría de segmentos de demanda, los resultados son heterogéneos. Si bien existen segmentos de mercado donde se han producido reducciones importantes en precios asociadas a una mayor participación de

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 42 de 266
	INFORME	

empresas competidoras o de esquemas de descuentos agresivos por parte de la empresa incumbente, también existen segmentos donde estas reducciones de precios no han sido significativas, posiblemente debido a la inelasticidad de la demanda o de imperfecciones en los esquemas de competencia.


En particular, se ha podido identificar que las llamadas de discado directo que se realizan mediante el sistema de preselección de la empresa incumbente (preselección por defecto y por contrato), tanto de larga distancia nacional como internacional, presentan precios que a lo largo o en parte del período analizado coinciden con las tarifas tope reguladas. Ello estaría significando que en estos segmentos de demanda el nivel de competencia podría no ser suficiente para disciplinar las tarifas. Por lo tanto, se evidenciaría la necesidad de implementar medidas regulatorias complementarias que permitan un mayor desarrollo de la competencia en dichos segmentos.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 43 de 266
	INFORME	

3. ENFOQUE REGULATORIO

El esquema de precios tope vigente en la regulación de la telefonía fija está caracterizado por la provisión a la empresa regulada de incentivos para la reducción de costos. Bajo el esquema más simple de precios tope los precios están exentos de cambios motivados por cambios en costos o demanda por un período de tiempo determinado. La empresa reduce costos para maximizar sus beneficios, mientras que los usuarios se convierten en los beneficiarios de estas reducciones de costos una vez pasado el período

(Vob-:iÉK)Wo:dÉKIWI-ji: ÉKleWeviv:bÉ-ilebto:sÉKbWti)ij:aÉ-Wbtoevo:dÉKIW
oibnjt—obebete:vÉbW-il)i:aÉ-li-ojl: ÉKleWevj:aÉ-Wbtoeoibnjt—obl)i:aÉ-li-otie:bÉ-Wbt-)o:iÉK)Wbeb:nÉ-Wttv)

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 44 de 266
	INFORME	

usualmente sujetas a regulación, las restricciones informacionales del regulador plantean una necesaria disyuntiva o *trade off* entre estos objetivos⁸.


La importancia relativa de estos tipos de ineficiencia ha cambiado en la literatura económica con el transcurso de las décadas. Gradualmente la política industrial ha puesto un mayor énfasis en la problemática ocasionada por ineficiencias productivas. En el caso particular de la política regulatoria se ha hecho más relevante la provisión de incentivos para la reducción de costos. Diversos desarrollos en la literatura económica pueden explicar el creciente interés en la ineficiencia productiva.

En primer lugar, los resultados de estudios empíricos que han buscado cuantificar la magnitud de las ineficiencias asignativas han mostrado, para el caso de algunas economías como la norteamericana, el reducido tamaño de los denominados triángulos de pérdida de eficiencia social⁹.

En segundo lugar, la revolución de la economía de la información a partir del estudio de Akerlof (1970) para el caso de asimetrías de información en variables exógenas permitió el posterior desarrollo de la literatura de agencia que ha ayudado a entender la naturaleza endógena de los esfuerzos en reducción de costos¹⁰.

En tercer lugar, diversos desarrollos en organización industrial han permitido entender mejor la relación entre la intensidad de la competencia y las ineficiencias productivas, tanto en una perspectiva estática, como dinámica¹¹.

-
8. Baron y Myerson (1982) muestran que para el caso de asimetría de información en costos del tipo información oculta (costos exógenos) existe una disyuntiva entre los objetivos de eficiencia asignativa (precios que reflejan costos) y no existencia de rentas extraordinarias. Ver un caso extremo en Loeb y Magat (1979). De otro lado, Laffont y Tirole (1986) muestran que para el caso de asimetría de información en costos del tipo acción oculta (costos endógenos) existe una disyuntiva entre los objetivos de eficiencia productiva (esfuerzo óptimo en la minimización de costos) y no existencia de rentas extraordinarias.
 9. Entre estos desarrollos puede señalarse la medición de los denominados triángulos de pérdida de eficiencia social del estudio de Harberger (1954) y una subsecuente literatura. El estudio de Harberger mostró para el caso de la economía norteamericana de la primera mitad del siglo XX que la magnitud de los costos causados por las ineficiencias asignativas era bastante pequeña.
 10. Stiglitz (1974) en su investigación seminal sobre el manejo de riesgos en el caso agrícola explicita el rol de los incentivos en el logro de eficiencia productiva. Versiones generales del problema de agencia pueden ser halladas en Grossman y Hart (1983) o más recientemente en Laffont y Martimort (2002).
 11. Kreps y Sheikman (1983) muestran la consistencia entre la solución de Cournot y la solución de un juego de dos etapas en la que, en un primer momento, dos empresas determinan sus capacidades y, en un segundo momento, compiten en precios. En esta perspectiva se puede entender que las ineficiencias asignativas y productivas (derivadas de la heterogeneidad de costos) de la solución de Cournot se pueden derivar de un esquema de competencia menos intenso. Asimismo la literatura económica ha encontrado diversas explicaciones a la denominada Paradoja de Bertrand. Entre estas explicaciones

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 45 de 266
	INFORME	

3.2. Ineficiencia Productiva y Regulación


En analogía con el análisis de industrias, la reducción de ineficiencias productivas se ha convertido en un tópico crecientemente importante en el análisis del desempeño de industrias de redes. Las tendencias señaladas en el análisis de industria han tenido un correlato en el diseño de la política regulatoria, campo en el que progresivamente tanto el interés de los académicos como el de los diseñadores de política han privilegiado la provisión de incentivos para la reducción de costos y el logro de eficiencia productiva con respecto al logro de eficiencia asignativa.

La solución al problema del monopolio natural ha sido tradicionalmente un conjunto de políticas conformado, entre otros, por consideraciones de entrada, precios y calidad. Entre estos, el logro de una asignación eficiente fue un aspecto crucial de la política regulatoria por varias décadas. En el nivel conceptual una extensa literatura discutió las ventajas, diferencias y factibilidad de las asignaciones de primer y segundo mejor¹², las propiedades de mecanismos para el logro de eficiencia asignativa¹³, la existencia de esquemas de competencia alternativos a la regulación como instrumentos para el logro de una asignación eficiente¹⁴. Asimismo, la práctica más común en las primeras etapas de la regulación (esquema de regulación por costos) enfatizaba un precio que reflejase el costo medio. La variante multi-producto de este precio lleva de manera natural a los precios Ramsey o precios óptimos, cuya importancia en la teoría de la regulación sugiere la relevancia del problema de asignación¹⁵.

Consistente con este desarrollo conceptual, en la práctica regulatoria el esquema de tasa de retorno que permitía cubrir los costos de las empresas reguladas, implementaba de manera natural la asignación de segundo mejor. Este esquema arquetípico del modelo norteamericano ha sido ampliamente utilizado en diversas experiencias y por largos períodos de tiempo.

puede señalarse aspectos como las restricciones de capacidad, la interacción continua a lo largo del tiempo y la diferenciación de productos (Tirole; 1988).

12. Ver críticas al costo marginal de los premios Nobel Ronald Coase, Maurice Allais y James Meade circa 1950 (Laffont y Tirole; 1993).
13. Ver, por ejemplo, el ingenioso mecanismo de Vogelsang-Fisinger (1979) para el logro de una asignación de segundo mejor, así como los mecanismos de Fisinger-Vogelsang (1981), Loeb-Magat (1979) y Sappington- Sibley (1988) para aproximaciones a la asignación de primer mejor.
14. Entre los esquemas alternativos a la regulación puede señalarse esquemas de competencia por el mercado como la subasta de menor precio (Demsetz; 1968) o de competencia potencial (Baumol, Panzar y Willig; 1982).
15. El problema de la asignación es analizado desde diversas perspectivas en Baumol y Bradford (1970).

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 46 de 266
	INFORME	

Si bien el interés por la eficiencia productiva no es reciente, la crítica de Averch y Johnson (1962) a la regulación por tasa de retorno enfatizaba el uso de un ratio capital trabajo no óptimo y por tanto la producción a un costo mayor al mínimo posible, y no fue sino hasta la década del 80 donde el tema aparece con mayor fuerza. En este contexto surgen en la práctica regulatoria de esta década esquemas basados en la provisión de incentivos como los precios tope de la reforma británica o la empresa modelo eficiente de la reforma chilena. En el nivel teórico, Laffont y Tirole (1986) muestran la necesidad de optar entre objetivos de política mutuamente deseables, particularmente entre la minimización de costos y la extracción de rentas de la empresa regulada.


Las tendencias a enfatizar el logro de eficiencia productiva han llevado a un cambio en la visión de la regulación priorizando este objetivo mediante la implementación de mecanismos regulatorios caracterizados por los incentivos en la reducción de costos¹⁶. Entre los esquemas regulatorios basados en la provisión de incentivos se puede señalar a los precios tope, mecanismos de compartición de beneficios, regulación por comparación, entre otros (Vogelsang; 2002).

3.3. Un Modelo General

En la perspectiva de un regulador que busca proveer los incentivos necesarios para reducir costos (eficiencia productiva) pero que al mismo tiempo desea reducir rentas de la empresa regulada, en esta sección se presenta brevemente un modelo donde se plantea la disyuntiva entre los objetivos señalados. El modelo, basado en Laffont y Tirole (1986), ha sido desarrollado por Cowan (2001).

En el modelo se asume una demanda unitaria por lo que el bienestar de los usuarios es capturada por una función de utilidad del tipo $U = S - t$, donde S es el excedente bruto del consumidor y t el precio pagado por el servicio. Los costos de producción c son de tipo endógeno, determinados por $c = \theta \cdot e$, donde θ es un parámetro observado por la empresa regulada pero desconocido por el regulador y e es el esfuerzo de la empresa en reducir costos. Se puede asumir que θ se distribuye en el rango $[\theta_{MAX}, \theta_{MIN}]$. El esfuerzo e le genera a la empresa una desutilidad $\Psi(e)$, la cual es una función convexa. Por tanto, dado el precio p , el beneficio de la empresa es dado por $\Pi = p - c - \Psi(e)$.

16. Las reformas estructurales implementadas en sectores de infraestructura han estado caracterizadas por la distinción de los segmentos de industria en los que es factible y deseable, el impulso a la competencia en estos segmentos, la implementación de esquemas regulatorios con incentivos para la reducción de costos, la privatización de activos. Ver, por ejemplo, Joskow (2003).

	DOCUMENTO	N° 065 -GPR/2007 Página 47 de 266
	INFORME	


El regulador optimiza una función de bienestar del tipo $W = U + \lambda \cdot \Pi$, para λ no negativo y menor que uno¹⁷. El reordenamiento de términos permite entender mejor la tensión de fondo que esconde la función de bienestar W , ya que ésta puede expresarse como una función positiva del excedente social neto, pero negativa de los beneficios de la empresa regulada: $W = S - c - \Psi(e) - (1 - \lambda) \cdot (p - c - \Psi(e))$. Para implementar un esquema regulatorio el regulador utiliza un esquema lineal del tipo $p = \alpha + \beta \cdot c$, donde α es un parámetro de nivel y β es el parámetro que mide el grado de *passthrough* del costo al precio. Este esquema general indica que el esquema tiende a ser una regulación por costos si β tiende a uno y α tiende a cero. En oposición a este esquema, la regulación tiende a ser de precios si β tiende a cero.

En el modelo los parámetros α y β pueden ser utilizados para controlar el problema de rentas informacionales y para proveer de incentivos para la reducción de costos respectivamente. Más específicamente, α determina que los beneficios de la empresa sean nulos si la realización del parámetro θ es la del valor más alto (θ_{MAX}), mientras que en la condición de optimalidad para la empresa se tiene que: $(1 - \beta) = \Psi'(e)$. De aquí podemos obtener $e^* = e(\beta)$. La condición de optimalidad muestra la relación inversa entre β y el esfuerzo en la reducción de costos e . En extremo si β es igual a cero el esfuerzo es máximo. Es decir, un esquema de regulación de precios provee de incentivos de alto poder para la eficiencia. De otro lado, si β es igual a uno, el esfuerzo tiene su valor mínimo, por lo que un esquema de regulación de costos no permite obtener eficiencia productiva, aunque permite minimizar las rentas de la empresa regulada.

En general, la solución del problema para el regulador consiste en la minimización de los costos de producción y de las rentas de la empresa. Estos dos objetivos pueden ser plasmados en la función $L = \{ E(\theta) - e + \Psi(e) \} + \{ (1 - \alpha) \cdot (1 - \beta) \cdot (\theta_{MAX} - \theta) \}$. La solución a este problema permite obtener $\beta = - (1 - \alpha) \cdot (\theta_{MAX} - \theta) \cdot (e'(\beta))^{-1}$.

De otro lado, considerando la condición de optimalidad para el nivel de esfuerzo tenemos $\beta = (1 - \alpha) \cdot (\theta_{MAX} - E(\theta)) \cdot \Psi''(e)$. Esta condición permite establecer que una regulación de precios es más apropiada cuando la diferencia entre el bienestar del usuario y de la empresa es menor (α es grande), cuando la dispersión de θ no es significativa y cuando la desutilidad del esfuerzo no implica compensaciones demasiado grandes para la empresa por parte del regulador.

17. Nótese que esta función de bienestar difiere en estricto de Laffont y Tirole (1986), siendo más bien similar a Baron y Myerson (1982). Los primeros enfatizan la relevancia del costo social de los fondos públicos lo que es consistente con su modelo de procuraduría, mientras que los segundos enfatizan la preferencia del regulador por el usuario en relación a la empresa regulada.


	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 48 de 266
	INFORME	

En esta línea de argumentación y utilizando un modelo distinto Armstrong, Cowan y Vickers (1994) sugieren que la idoneidad de la regulación de precios es mayor cuando la aversión al riesgo de la empresa es pequeña y la varianza del parámetro de costos es también pequeña. Es decir, el esquema de precios tope es un mecanismo regulatorio adecuado si la provisión de incentivos de alto poder no es costosa para los usuarios. En este caso los incentivos se traducen en reducciones de costos, las cuales a su vez permiten menores precios para los usuarios.

Por ende, existe una disyuntiva o *trade-off* entre los objetivos de minimizar las eficiencias productivas que se originan en la sub-provisión de esfuerzo en la reducción de costos y de minimizar las rentas hacia la empresa que se originan en las rentas informacionales que son necesarias para la provisión de incentivos. Debe indicarse que existen soluciones teóricas a este *trade-off* como son la implementación de esquemas de regulación por comparación o los mecanismos de competencia por el mercado o subastas (Cowan; 2001), los cuales, sin embargo, encuentran importantes límites en las características de las industrias o en la propia simpleza de las soluciones teóricas que contrastan con la complejidad de la realidad regulatoria.

Los mecanismos de regulación por comparación o competencia yardstick permiten obtener, en un contexto de información asimétrica entre el regulador y las empresas reguladas, soluciones de primer mejor en el esfuerzo para la reducción de las distintas empresas de una industria sin la necesidad de conceder rentas informacionales. Más específicamente, bajo los supuestos de un número suficiente de empresas neutrales al riesgo idénticas y con igual acceso a insumos esenciales, la implementación de un mecanismo en el que cada empresa recibe el promedio de los costos de empresas análogas permite eliminar los incentivos para un inadecuado reporte de costos y proveer los incentivos para una reducción óptima de costos (Shleifer; 1985).

Las características del servicio de telefonía fija en la industria de telecomunicaciones difieren sustantivamente del escenario apropiado para la implementación de un esquema de regulación por comparación. De un lado, existe un número insuficiente de operadores en el servicio de telefonía fija, los cuales a su vez no necesariamente serían iguales en su acceso a insumos esenciales. De otro lado, las empresas en el sector telecomunicaciones de una economía como la peruana pueden presentar algún grado de aversión al riesgo debido a la característica de economía institucionalmente frágil o a los propios cambios tecnológicos del sector regulado, así como tener diferentes grados de aversión al riesgo debido a diferencias en tamaño y ámbito de empresas.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 49 de 266
	INFORME	

Como se ha señalado, la existencia de aversión al riesgo puede determinar que un esquema de regulación por comparación totalmente basado en los costos de empresas competidoras pueda no ser óptimo. En particular el incentivo necesario para tomar el riesgo de participar en un esquema de esta naturaleza puede ser lo suficientemente alto como para más que compensar las ganancias en eficiencia productiva (Armstrong, Cowan y Vickers; 1994).


Asimismo, la implementación de esquemas relacionados como la regulación por forma reducida que permiten corregir problemas de heterogeneidad requiere de una adecuada base de información para que las estimaciones capturen las diferencias en costos y para que los estimadores no sean afectados por aspectos como el sesgo por omisión de variables (Shleifer; 1985). Finalmente, la implementación de esquemas híbridos como la empresa modelo eficiente característico de la reforma chilena son intensivos en costos regulatorios y no pueden ser implementados debido a la normativa del sector telecomunicaciones peruano (Alania; 2006).

Los mecanismos de subasta de menor precio o de competencia por el mercado permiten teóricamente lograr eficiencia productiva sin la necesidad de sacrificar rentas. Bajo el supuesto de un número suficiente de empresas en la subasta, el mecanismo permite implementar soluciones de segundo mejor en lo referente a la solución de precios y al criterio de eficiencia asignativa, proporcionando incentivos para la producción a mínimo costo (Demsetz; 1968).

El enfoque presenta, sin embargo, importantes dificultades en industrias de redes como las telecomunicaciones, las cuales están caracterizadas por numerosos y continuos *shocks* de costos o demanda (innovaciones tecnológicas, elasticidad ingreso de las demandas, entre otros) que pueden determinar la ineficiencia ex-post del mecanismo. Modificaciones en el esquema de subastas que permitan darle una mayor flexibilidad al mecanismo como la consideración de horizontes de tiempo de corto o largo plazo para la renovación de concesiones presentan limitaciones de implementación (Williamson; 1976).

3.4. El Esquema de Precios tope

En contraste con un esquema de regulación por costos, el esquema de precios tope establece un horizonte de tiempo más largo, un compromiso férreo de aislar el nivel de precios de los distintos *shocks* de costos o demanda y un grado de flexibilidad en la estructura tarifaria (Cowan; 2001). Este último aspecto puede además permitir

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 50 de 266
	INFORME	

obtener niveles de eficiencia asignativa consistentes con la solución de Ramsey-Boiteux (Brennan; 1989).

En relación a un esquema de costos la regulación con precios tope es superior en los objetivos de eficiencia productiva, costos regulatorios, discrecionalidad, simplicidad del esquema, entre otros (Armstrong y Sappington; 2003). En el sector telecomunicaciones la existencia de esfuerzos en reducción de costos vinculados al proceso de investigación y desarrollo sugieren la relevancia del esquema en el logro de menores costos (Clemenz; 1991). En esta línea, Majumdar (1997) presenta evidencia de que esquemas basados en incentivos (precios tope y compartición de beneficios) han llevado a una mayor eficiencia técnica.


En la medida que precios y costos son deliberadamente separados, el esquema no garantiza que los precios recojan los *shocks* de costos en el corto plazo. El esquema de precios tope es menos adecuado en contextos de incertidumbre (Schmalansee; 1989). Si la empresa es lo suficientemente adversa al riesgo los incentivos a la reducción de costos pueden ser más que compensados por los incentivos necesarios para que la empresa maneje el riesgo (Armstrong, Cowan y Vickers; 1994).

Asimismo, es necesario recalcar que debido a lo relativamente reciente de su uso, las deficiencias u otras propiedades del esquema de precios tope son menos conocidas. En este sentido se puede señalar algunos ejemplos. De un lado, evidencia reciente para el caso de los sectores saneamiento y transporte señala que la probabilidad de renegociación de contratos es mayor si el esquema regulatorio que subyace al contrato es de precios tope, lo cual sugiere la existencia de una fragilidad en el esquema (Guasch, Laffont y Straub; 2005).

De otro lado, el esquema de precios tope tiene la propiedad de servir como un mecanismo de protección de los usuarios que presentan características asociadas a mayores tarifas (demandas más inelásticas, menores capacidades de tráfico) como lo ha evidenciado la reciente experiencia peruana en el caso del servicio de larga distancia.

3.5. Implementación del Esquema de Precios tope

Los componentes estándar del esquema de precios tope capturan las ganancias de productividad de la empresa regulada vía la reducción de costos de insumos y cambios técnicos. Adicionalmente, si bien es cierto la implementación del esquema

	DOCUMENTO	N° 065 -GPR/2007 Página 51 de 266
	INFORME	

de precios tope es una regulación de precios y no de beneficios, en la práctica regulatoria se han introducido factores de ajuste.

En este contexto la regulación del servicio de telefonía fija en el Perú no es una excepción. La reciente publicación de los Lineamientos por parte del MTC plantea la introducción de un factor de ajuste en circunstancias especiales. De acuerdo a esta perspectiva, el factor de productividad debe calcularse enfatizando los componentes de cambio técnico y de costos de insumos. Excepcionalmente, sin embargo, se puede considerar un factor de ajuste el cual puede corregir problemas derivados de una evolución específica de los componentes de cambio técnico y precios de insumos¹⁸.

Esta visión es, de alguna manera, consistente con los resultados de Gallardo, Quiso y Martínez (2006). De acuerdo a este estudio el cálculo de un factor de ajuste exacto requeriría del cálculo de un conjunto de elasticidades en la ecuación de demanda y en la función de costos, lo cual implica en la práctica un cambio cualitativo en la regulación de precios tope. La variación de precios estaría dada por:

$$\hat{P} = \hat{W} - \hat{A} + \frac{\delta \cdot \hat{I} + (\varepsilon_{CW} - \phi) \cdot \hat{W} + (\varepsilon_{CA} + \phi) \cdot \hat{A}}{\phi} \quad \dots(6)$$

Donde:

$$\phi = 1 + \varepsilon_{YP} - \varepsilon_{CY} \varepsilon_{YP} \quad \delta = (\varepsilon_{CY} - 1) \cdot \varepsilon_{YI}$$

$$Y_p = \frac{\partial Y}{\partial P}, Y_I = \frac{\partial Y}{\partial I}, C_Y = \frac{\partial C}{\partial Y}, C_W = \frac{\partial C}{\partial W}, C_A = \frac{\partial C}{\partial A}$$

P: es el precio final cobrado al usuario.

Y(): es la función de demanda.

C(): es la función de costos.

A: es el factor que determina la productividad de la empresa.


W: es el precio de los insumos.

I: es el ingreso.

ε_{YP} : es la elasticidad precio de la demanda.

ε_{YI} : es la elasticidad ingresos de la demanda.

18. Consideremos, por ejemplo, situaciones en las que no existen ganancias de productividad derivadas de reducciones en precios de insumos o cambios técnicos (o son muy pequeñas), pero existen reducciones de costos medios derivadas de un crecimiento de la demanda o incrementos de costos medios debido a una contracción de la demanda. En estas situaciones la consideración de un factor de ajuste puede lograr que los precios estén mejor alineados a costos.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 52 de 266
	INFORME	

ϵ_{CY} : es la elasticidad de los costos respecto a la producción.

ϵ_{CA} : es la elasticidad de los costos respecto a la productividad.

ϵ_{CW} : es la elasticidad de los costos respecto al precio de los insumos.

\hat{W} : es la variación en el precio de los factores de producción.

\hat{A} : es la variación en la productividad debido al cambio técnico.

\hat{I} : es la variación en el ingreso por el lado de la demanda.

Como es aparente en la ecuación, para realizar estos cálculos se requeriría de la modelación explícita de un sistema de demandas y la estimación econométrica de este sistema, así como el de la función de costos.


De otro lado, debido a que la productividad es pro-cíclica¹⁹, la consideración de un factor de ajuste puede introducir un efecto amplificador a lo largo del ciclo económico. Más específicamente, a lo largo del ciclo económico el factor debe ser mayor en épocas de expansión que en épocas de contracción. En este contexto, la correlación positiva entre los beneficios de la empresa²⁰ y la productividad puede determinar factores de productividad aún más altos en épocas de expansión y factores de productividad muy bajos en épocas de contracción.

Este hecho puede tener por lo menos dos aspectos negativos. De un lado, los usuarios pueden preferir un factor más estabilizado, de tal manera que las reducciones de precios no sean especialmente pequeñas en las recesiones (cuando más se pueden necesitar menores precios). De otro lado, la empresa regulada puede tener incentivos más fuertes para la reducción de costos con un factor de productividad que no sea tan volátil²¹. Finalmente, debe indicarse que la introducción de un factor de debe realizarse de manera que no se afecte la predictibilidad sobre la metodología de medición del factor.


19. La productividad medida como la productividad total de factores o la productividad del trabajo crece en épocas de expansión y decrece en épocas de contracción. Este hecho estilizado en economía puede ser explicado en mayor o menor medida por factores como *shocks* tecnológicos también pro-cíclicos, reasignación de recursos, el uso variable de factores y competencia imperfecta y rendimientos crecientes a escala (Basu y Fernald; 2000).

20. Para el caso de la economía norteamericana Hall (1988), encuentra evidencia en épocas de expansión de precios fijados en exceso de costos marginales.

21. La empresa tiene menores incentivos para la reducción de costos en situaciones en las que el factor es especialmente bajo o especialmente alto (Cabral y Riordan; 1989). Un componente que amplifique el ciclo del factor acerca los valores del factor a niveles especialmente altos y especialmente bajos.

	DOCUMENTO	N° 065 -GPR/2007 Página 53 de 266
	INFORME	

Por ende, la consideración de un factor de ajuste de carácter extraordinario permite una implementación del factor de productividad más consistente con la filosofía de un esquema de regulación de precios, disminuye el efecto negativo del ciclo económico en la incertidumbre del usuario y los incentivos para reducir costos y, adecuadamente manejado, permite una mayor predictibilidad para la empresa regulada.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 54 de 266
	INFORME	

4. MEDICIONES DE PRODUCTIVIDAD

La medición de la productividad es sin duda una de las áreas que mayor atención ha recibido en las últimas décadas por parte de la teoría económica. Sin embargo, aún persisten discusiones respecto a las metodologías de medición y la viabilidad de implementación de las mismas.

En ese sentido, el objetivo del presente capítulo es el presentar los distintos enfoques y metodologías de medición de la productividad vigentes en la literatura económica, en particular, la definición y descripción del enfoque de la productividad total de factores y sus aplicaciones empíricas en la economía y en el sector de las telecomunicaciones. Para tales efectos, la sección 3.2 presentará una revisión detallada de los enfoques de medición de la productividad total de factores, y la sección 3.3 presentará una revisión de los enfoques de medición no paramétricos.

Al respecto, es importante señalar que el desarrollo de dichas secciones toma como referencia los trabajos desarrollados por Chang-Tai-Hsieh²², en particular el reporte “Total Factor Productivity: A Review of Theory and Empirical Applications”; y el reporte “Enfoques No-Paramétricos de Estimación de la Productividad”.


4.1. Definición de Productividad

Un tema ampliamente tratado en la literatura económica es el análisis del crecimiento económico. A lo largo de los años se han desarrollado una variedad de modelos teóricos que tratan de explicar los determinantes de dicho crecimiento.

Al respecto, es importante resaltar que existen dos escuelas predominantes. La primera de ellas identifica al progreso tecnológico como el principal motor del crecimiento de largo plazo (Solow 1957), mientras que la segunda de ellas, denominada la nueva teoría del crecimiento económico o de crecimiento endógeno, 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 1990).

La discusión teórica sobre cuál factor es el principal determinante del crecimiento económico ha desbordado las fronteras de la literatura teórica y se ha dado un lugar

22. Doctor del Departamento de Economía de la universidad de California, Berkeley. Economista ampliamente especializado en la conceptualización de las definiciones de productividad y sus enfoques de medición, en particular en el desarrollo del enfoque dual para la economía. El Doctor Hsieh ha colaborado con OSIPTEL desarrollando talleres de discusión sobre mediciones de productividad con el equipo técnico de la Gerencia de Políticas Regulatorias en el año 2006.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 55 de 266
	INFORME	

importante en la investigación empírica. En particular se han desarrollado metodologías que buscan descomponer el crecimiento en sus distintos componentes, de un lado la acumulación de factores y de otro la evolución de la tecnología y el nivel de eficiencia en el uso de los insumos²³.

Surge bajo este contexto la definición de productividad tradicional conocida como “Total Factor Productivity” (TFP), equivalente a la diferencia entre la tasa de crecimiento del producto y la tasa de crecimiento del uso de los factores de producción.


Dicha definición toma como referencia los trabajos de Solow, quien dada la imposibilidad de medir directamente el progreso tecnológico consideró una medición indirecta en función a un residuo, es decir, como aquella parte del crecimiento no explicada por la acumulación de factores.

En ese sentido, Jorgenson (1995) precisa que una medida resumen de la performance (*económica en el sector privado*) está basada en el nivel de productividad definido como el ratio del producto real sobre los factores insumos reales o el ratio del precio de los insumos sobre el precio de los productos.

Posteriormente, Atkinson, Banker, Kaplan y Young (1995) definen productividad como un ratio que compara el nivel del producto total y el nivel de uso de insumos. Similarmente, Schereyer (2001) señala que la productividad se define comúnmente como un ratio de una medida de volumen del producto sobre una medida del volumen del insumo usado.

Por su parte, Baldwin, Harchaoui, Hosein y Maynard (2000) señalan que las dos principales fuentes del crecimiento económico en producción son incrementos en los factores de producción (el trabajo y capital dedicados a la producción) y eficiencia o ganancias de productividad que es la capacidad de una economía para producir más por la misma cantidad de insumos.

23. Si bien inicialmente la medición de la productividad se circunscribió a estudios macroeconómicos (productividad de países), progresivamente los estudios sobre el tema optaron por tener un enfoque microeconómico. Esto se debió en gran medida, a la existencia de mayores bases de datos en economías desarrolladas que recogían información desagregada de diversas industrias; así como a la necesidad por parte de los organismos reguladores de medir la productividad a fin de poder establecer esquemas de precios tope para las empresas incumbentes.

	DOCUMENTO	N° 065 -GPR/2007 Página 56 de 266
	INFORME	

Sobre la base de una mayor formalización, Diewert y Nakamura (2002) presentan cuatro conceptos alternativos²⁴:

- a) La tasa de crecimiento para la tasa de transformación del total de insumos en el total de productos.
- b) El ratio de las tasas de crecimiento del producto y de los insumos.
- c) La tasa de crecimiento en el ratio ingreso/costo real, es decir, la tasa de crecimiento en el ratio ingreso/costo controlado por el cambio en precios.
- d) La tasa de crecimiento en el margen controlado por el cambio en precios.

Los autores demuestran además que los cuatro conceptos del crecimiento de la productividad total de factores pueden ser medidos por el ratio de la tasa de crecimiento del producto y la tasa de crecimiento del insumo cuando hay un solo factor insumo y un solo bien producido²⁵.

Sobre la base de dichas definiciones surgieron además diversas interpretaciones respecto de aquello que efectivamente está explicando la diferencia entre la tasa de crecimiento del producto y la tasa de crecimiento de los insumos²⁶.

24. Siendo x_i^t , la cantidad del insumo i usado en un periodo t ; w_i^t el precio unitario del insumo i en el periodo t ; y_i^t la cantidad del producto i en el periodo t ; p_i^t el precio del producto i en el periodo t .

Siguiendo el primer concepto: $\left(\frac{y_1^t}{x_1^t}\right) / \left(\frac{y_1^s}{x_1^s}\right) = a^t / a^s$

Para el segundo concepto : $\left(\frac{y_1^t}{y_1^s}\right) / \left(\frac{x_1^t}{x_1^s}\right)$.


El tercer concepto puede ser expresado por : $\left[\frac{R^t/R^s}{p_1^t/p_1^s}\right] / \left[\frac{C^t/C^s}{w_1^t/w_1^s}\right] = \left(\frac{y_1^t}{y_1^s}\right) / \left(\frac{x_1^t}{x_1^s}\right)$,

Donde: $(R^t/R^s)/(p_1^t/p_1^s) = (p_1^t y_1^t / p_1^s y_1^s) / (p_1^t / p_1^s) = y_1^t / y_1^s$ y $(C^t/C^s)/(w_1^t/w_1^s) = (w_1^t x_1^t / w_1^s x_1^s) / (w_1^t / w_1^s) = x_1^t / x_1^s$.

El cuarto concepto: $[(1+m^t)/(1+m^s)] [(w_1^t/w_1^s)/(p_1^t/p_1^s)]$, donde $1+m^t \equiv R^t/C^t$, $t=0,1,\dots,T$.

25. Para el caso general de N insumos, y M productos la tasa de crecimiento del TFP puede ser expresado usando los índices de Paasche, Laspeyres y Fischer.

26. Abramovitz (1956) señala por ejemplo que el residuo de Solow no sólo mediría el cambio técnico sino también el estado de nuestra ignorancia, debido a que se encuentra afectado por otros factores como errores en la medición, omisión de variables, sesgos en la agregación o la mala especificación del modelo.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 57 de 266
	INFORME	


En ese sentido, bajo el enfoque más amplio, Grosskopf (1993) establece que si se considera que la tasa de crecimiento del producto se explica por (i) la acumulación de factores de producción, (ii) el progreso tecnológico y (iii) las ganancias en eficiencia, dicha diferencia estaría determinando toda aquella parte del crecimiento del producto que es explicada por el progreso tecnológico y las ganancias en eficiencia, donde la eficiencia es una medida de distancia entre niveles de producción efectivamente realizados y su frontera de producción, y el cambio técnico o tecnológico explica las variaciones o desplazamientos que sufre dicha frontera en su conjunto.

Al respecto, el enfoque tradicional asume que las empresas maximizan su beneficio y que no existen limitaciones institucionales o de otra índole que generan ineficiencias (trabajan con una función de producción neoclásica asumiendo que existe competencia perfecta en los mercados de factores), de modo que los niveles observados de producción se encuentran permanentemente en la frontera. Este enfoque considera entonces, al igual que Solow, que el residuo estimado estaría determinando toda aquella parte del crecimiento del producto que es explicada por el progreso tecnológico.

Los enfoques alternativos consideran explícitamente la existencia de ineficiencias, tomando en cuenta ambos cambios al medir el crecimiento en productividad. Está claro entonces que la discusión teórica alrededor de la medición de la productividad se centra en su comprensión del crecimiento económico y de los componentes del residuo de Solow. Sin embargo, todas las teorías que se aproximan a la medición de la productividad a través de diferentes metodologías y especificaciones parten de la misma definición del concepto de la productividad total de factores.

De esta manera, se define “Total Factor Productivity” (TFP) como aquella parte del producto que no es explicada por la acumulación de factores de producción, aspecto que, considerando la ausencia de ineficiencias, corresponde a la parte del producto explicada por el progreso tecnológico. Por lo expuesto, es importante precisar que para fines del presente procedimiento regulatorio se utilizará dicha definición bajo el enfoque tradicional.

En relación con los enfoques de medición Jorgenson y Griliches (1967) presentan dos definiciones equivalentes de la TFP, 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

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 58 de 266
	INFORME	

producto y de los precios de los factores. Ambos enfoques son ampliamente desarrollados en la sección siguiente.

De otro lado, para medir la productividad existen varias metodologías que se han desarrollado en la literatura: (i) Modelos econométricos; (ii) Modelos de estimaciones no paramétricas (DEA); (iii) Análisis de Fronteras estocásticas; y (iv) Metodología basada en el uso de números índices.


Respecto de los modelos econométricos, esta metodología consiste en hacer una regresión de la tasa de crecimiento del producto en función a las tasas de crecimiento de los factores de producción²⁷. Aportes iniciales desde este enfoque fueron realizados por Griliches (1957) y Manfield (1961), quienes estudiaron la importancia del cambio tecnológico, la difusión y el rol de la investigación y desarrollo para explicar el residuo (Griliches, 1994).

Es importante señalar que el uso de técnicas econométricas requiere de un número considerable de observaciones que permitan hallar estimadores confiables y consistentes. Al respecto aun cuando se podría considerar la alternativa de tomar periodos de tiempo más cortos que el anual para lograr un mayor número de observaciones, dicho desarrollo podría desnaturalizar algunos supuestos del modelo, en especial en lo referente a la planificación de las decisiones productivas.

En relación con los modelos de estimaciones no paramétricas, dicha metodología utiliza la programación lineal para evaluar la eficiencia de un número dado de productores - definiendo el proceso productivo como el hecho de poder obtener una canasta de productos a partir de una canasta de insumos- sin asumir una función de producción específica. A diferencia de los enfoques estadísticos comunes, el DEA compara cada productor con el mejor de los productores e intenta determinar, tanto al productor más eficiente como las ineficiencias específicas de los restantes.

El DEA se puede orientar tanto a insumos como a productos. La orientación a insumos tiene como fin determinar cuál es la máxima reducción proporcional de las cantidades de insumos sin alterar el nivel de producción, mientras que la segunda

27. El intercepto de esta regresión mediría CTFP y los coeficientes de las tasas de crecimiento del factor medirían las ponderaciones de cada factor de producción. Estos modelos presuponen que las empresas que usan una determinada combinación de factores de producción se sitúan en un punto cercano al nivel de producción que efectivamente les corresponde (sobrepasándolo o por debajo), y que esta diferencia corresponde a una medida del nivel de productividad de las empresas.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 59 de 266
	INFORME	

tiene como fin determinar en cuánto puede aumentar proporcionalmente el nivel producido sin alterar la cantidad de insumos²⁸.


Respecto del análisis de fronteras estocásticas, esta metodología considera que no todas las desviaciones observadas de las cantidades óptimas de producción son controlables por el responsable de la empresa. Por ello, se busca separar los shocks aleatorios de los producidos por variaciones en la eficiencia técnica. Los trabajos originales en Fronteras Estocásticas fueron elaborados por Aigner, Lovell y Schmidt (1977) y Meeusen y Van den Broeck (1977).

Los primeros modelos asumían una forma funcional Cobb-Douglas. La frontera hallada es determinística, lo que implica que el modelo no toma en cuenta choques aleatorios. Como resultado, todas las desviaciones de la frontera son supuestamente causadas por ineficiencia técnica inherente a la propia empresa. En este contexto, la metodología se desarrolla para permitir separar shocks aleatorios de los efectos producidos por variaciones en la eficiencia técnica.

No obstante los desarrollos mencionados, la metodología más utilizada para medir adecuadamente cambios en la productividad, en particular en análisis sectoriales, es la teoría de los números índices. Dicha metodología estima la tasa de crecimiento de la productividad como el ratio de los cambios en la cantidad producida respecto a los cambios en la cantidad de insumos utilizados. Si esta medida de productividad es mayor que uno implica que el producto está creciendo más que los insumos y por lo tanto la empresa es más productiva.

Bajo un escenario de producción multiproducto se debe considerar un índice agregado de cantidades $Q(p^0, p^1, y^0, y^1)$, y un índice agregado de insumos $Q^*(w^0, w^1, x^0, x^1)$, donde $p^t \equiv (p_1^t, \dots, p_N^t)$ es el vector de precios de los productos, $y^t \equiv (y_1^t, \dots, y_N^t)$ es el vector de cantidades de los productos, $w^t \equiv (w_1^t, \dots, w_M^t)$ es el vector de precios de los insumos y $x^t \equiv (x_1^t, \dots, x_M^t)$ es el vector de cantidades de los insumos para $t = 0, 1$.

28. La metodología de DEA puede ser utilizada para estimar el crecimiento en la productividad mediante el cálculo del índice de productividad de Malmquist, empleando funciones de distancia para luego dividir el índice en dos elementos: cambio en eficiencia y cambio técnico. El cambio en eficiencia se refiere a la convergencia en eficiencia, lo cual en términos geométricos está dado por cuán lejos se encuentra la observación de la frontera; mientras que el cambio técnico busca capturar el impacto del cambio tecnológico en el nivel de producción.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 60 de 266
	INFORME	

En la literatura estándar se han utilizado diversos índices, más específicamente, el índice de Thornqvist-Theil y el índice de Fisher. La literatura sugiere además que el índice ideal de Fisher tiene propiedades que lo hacen superior a otros índices (Diewert 1978). Para llegar a esa conclusión la literatura ha desarrollado dos aproximaciones que permiten evaluar y determinar las bondades de las diferentes formulaciones de números índices, ellas son la “aproximación exacta” y la “aproximación axiomática”. La primera se basa en relaciones de dualidad, mientras la segunda se basa en las propiedades deseables de las metodologías de agregación²⁹.


Sobre la base de la definición de productividad desarrollada en la presente sección, las siguientes secciones presentan una amplia discusión respecto de los enfoques de medición de la productividad, más específicamente la revisión de los enfoques aplicables para la estimación de la productividad de factores en la sección 4.2, y la revisión de los enfoques no paramétricos en la sección 4.3.

4.2. Productividad Total de Factores

Hay dos maneras de medir el crecimiento de la productividad total de factores (TFP). El enfoque comúnmente usado es el **enfoque “Primal”**. El enfoque primal está basado en una descomposición del crecimiento de producto en componentes relacionados con los cambios en el uso de factores y un residuo que refleja el progreso tecnológico y el costo marginal decreciente debido a posibles rendimientos crecientes a escala. Para implementar el enfoque primal, necesitamos calcular: 1) la tasa de crecimiento de la producción real agregada y los usos de factores totales y; 2) los productos marginales de los diferentes factores utilizados por la empresa.

Idealmente, para implementar el enfoque primal el producto real debe ser medido como un promedio ponderado de las tasas de crecimiento de la producción (ajustado por calidad) de los diferentes productos provistos por la empresa, donde los pesos son la participación del gasto del consumidor en cada producto. De forma semejante, el

29. El método de la “aproximación exacta” enfatiza las relaciones de dualidad entre metodologías de agregación y las formas funcionales. De acuerdo a esta perspectiva la conveniencia de un índice depende de las cualidades de la forma funcional a la cual el índice es exacto. Entre las formas funcionales, la literatura distingue entre las formas funcionales flexibles y las no flexibles. Las primeras al ser aproximaciones de segundo grado a cualquier función de producción son superiores a las segundas. Los índices de Fisher y de Tornqvist-Theil son exactos a las formas funcionales flexibles cuadrática y trascendental-logarítmica respectivamente (Diewert 1976). El método axiomático propone que un índice apropiado debe cumplir con cuatro condiciones o requisitos fundamentales. Diewert ha mostrado que únicamente el índice de Fisher cumple con un conjunto mínimo de distintas condiciones axiomáticas deseables.


	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 61 de 266
	INFORME	

trabajo, capital y materiales agregados deben ser medidos como un promedio ponderado de la tasa de crecimiento de diferentes clases de trabajo, capital y materiales, donde los pesos son las participaciones de los pagos a cada clase de trabajo, a capital y materiales en los pagos totales para cada factor.

Típicamente hay tres desviaciones de este modelo ideal.

- a) Primero, es típicamente muy difícil hacer un ajuste por calidad de producto. El enfoque de precios hedónicos existente es muy intensivo en datos y nunca ha sido hecho para servicios de telecomunicaciones. Bajo estas condiciones, se recomienda usar un enfoque "Híbrido" de ingreso deflactado, en parte porque es relativamente fácil de implementar empíricamente.
- b) Segundo, en la medición de materiales y producción hay muchos ejemplos en los que no tenemos medidas de producción y materiales en unidades físicas. En cambio, lo que tenemos son los ingresos totales de un producto o los gastos totales en un material en particular. Al respecto, una solución comúnmente considerada es usar una proxy para el deflactor del precio del producto y el deflactor del precio del material. Otra solución sería la de calcular la tasa de crecimiento del producto real como una función de la elasticidad de sustitución y la tasa de crecimiento de ingresos.
- c) En tercer lugar, la medición de capital es el aspecto más problemático de la contabilidad de crecimiento primal. Hay dos dificultades principales en obtener una medida de capital. Primero, tenemos que explicar la disminución en la eficiencia de generaciones anteriores de capital. El típico enfoque es tomar los cálculos aproximados "disponibles" de la depreciación, pero éstos son probablemente muy poco fiables. Segundo, como no observamos el precio de alquiler del capital, tenemos que imputar este precio de alquiler. Debido a estas dos aproximaciones, cualquier medida del stock de capital es probablemente diferente de su valor "verdadero" de manera significativa.

Un segundo componente que necesitamos para computar el enfoque primal es un estimado de las elasticidades del producto con respecto a los factores de producción. Al respecto hay menos consenso sobre el mejor camino a seguir. Como se detalla más adelante, la solución recomendada implica el utilizar las participaciones en el costo como aproximaciones de las elasticidades relevantes (enfoque Hall/Solow). Este método tiene la ventaja de ser simple de calcular y robusto, ya que las empresas podrían tener algún poder de mercado.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 62 de 266
	INFORME	


Aunque menos ampliamente usado, la estimación bajo el **enfoque “Dual”** está basada en exactamente el mismo soporte teórico que la estimación bajo el enfoque primal. Sin embargo, la estimación bajo el enfoque dual está basada en un conjunto diferente de datos. Específicamente, la estimación bajo el enfoque dual corresponde al promedio ponderado de la tasa de crecimiento de precios de producto, precios de factor y la participación de la ganancia.

Existe un acuerdo general sobre el enfoque teórico a seguir para medir estos precios. Específicamente, la tasa de crecimiento del precio del producto total debe ser medido como un promedio ponderado de la tasa de crecimiento del precio de cada producto o servicio, donde los pesos son la participación de los gastos del consumidor sobre cada producto. De manera semejante, la tasa de crecimiento del salario agregado debe ser medido como un promedio ponderado de la tasa de crecimiento del salario de cada tipo de trabajo, donde los pesos son la participación de los pagos de salario a cada tipo de trabajador en pagos de salario total. La tasa de crecimiento del precio de alquiler agregado de capital y el precio agregado de materiales debe ser medido análogamente.

La clave para calcular el enfoque dual es la disponibilidad de los datos de precios detallados. Si los datos de precios son fácilmente disponibles y de buena calidad, entonces es probable que la estimación bajo el enfoque dual de la tasa de crecimiento de la TFP sea más exacta que la estimación bajo el enfoque primal. Hay dos razones para esto: Primero, la tasa de crecimiento del precio de alquiler de capital es probablemente más exacta que la tasa de crecimiento del stock de capital. En segundo lugar, la tasa de crecimiento de los precios de todos los insumos utilizados por la empresa son probablemente similares a la tasa de crecimiento de los precios de los factores que son usados para producir servicios que están sujetos al precio tope.

Sin embargo, si los datos de precios son de la baja calidad o si uno tiene que hacer las imputaciones sobre la base de los datos de precios agregados porque los datos de precio de la empresa en cuestión no están disponibles, podría ser preferible usar el enfoque primal estándar.

Como se ha mencionado, la estimación bajo el enfoque dual de la tasa de crecimiento de la TFP es en teoría idéntica al estimado bajo el enfoque primal. Si los datos de precio son consistentes con los datos sobre las cantidades, la estimación bajo el enfoque dual será idéntica al estimado bajo el enfoque primal. Por lo tanto, la decisión de usar el dual o el primal es un tema empírico, dependiendo de si los datos de cantidad son probablemente mejores (o peores) que los datos de precios.

	DOCUMENTO	N° 065 -GPR/2007 Página 63 de 266
	INFORME	

4.2.1. Enfoque Primal para la Estimación de la TFP

La contabilidad de crecimiento provee un análisis del crecimiento económico observado desagregado en componentes relacionados con los cambios en los factores de producción y un residuo que refleja el progreso tecnológico, también llamado productividad total de factores (o TFP, por sus siglas en inglés). Los fundamentos de la contabilidad de crecimiento fueron presentados en Solow (1957), Kendrick (1961), Denison (1961), y Jorgenson y Griliches (1967). El marco más usado para calcular el TFP es el llamado "Enfoque Primal". El mismo que empieza con una función de producción:

$$Y = F(A, K, L, M) \quad \dots(7)$$

Donde A es el nivel de la tecnología, K es el stock de capital, L es la cantidad de trabajo, y M es la cantidad de insumos intermedios. Como veremos luego, el capital, el trabajo, y los demás insumos pueden ser desagregados en tipos o calidades distintos. La tasa de crecimiento del producto puede ser dividida en componentes relacionados con acumulación de factores y progreso tecnológico. Si diferenciamos la ecuación (7) con respecto al tiempo y dividimos por Y, obtenemos³⁰:

$$\dot{Y}/Y = CTFP + \left(\frac{F_K K}{Y}\right)(\dot{K}/K) + \left(\frac{F_L L}{Y}\right)(\dot{L}/L) + \left(\frac{F_M M}{Y}\right)(\dot{M}/M) \quad \dots(8)$$


Donde F_K es el producto marginal del capital, F_L es el producto marginal del trabajo, F_M es el producto marginal de los materiales y CTFP -el crecimiento atribuible al cambio tecnológico o el crecimiento de la productividad total de factores- es definido como:

$$CTFP = \left(\frac{F_A A}{Y}\right)(\dot{A}/A). \quad \dots(9)$$

Si la tecnología en la función de producción es del tipo neutral a lo Hicks, de manera que $F(A, K, L, M) = A \cdot F(K, L, M)$. entonces $CTFP = \dot{A}/A$. Así, la tasa de crecimiento de la productividad total de factores puede ser calculado como un residuo:

$$CTFP = \dot{Y}/Y - \left(\frac{F_K K}{Y}\right)(\dot{K}/K) - \left(\frac{F_L L}{Y}\right)(\dot{L}/L) - \left(\frac{F_M M}{Y}\right)(\dot{M}/M) \quad \dots(10)$$

30. Denotamos la derivada de una variable X con respecto al tiempo como \dot{X}

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 64 de 266
	INFORME	

Esta es la ecuación de contabilidad de crecimiento “Primal”. Básicamente expresa que la tasa de crecimiento de la productividad total de factores está dada por la diferencia entre la tasa de crecimiento del producto y un promedio ponderado de la tasa de crecimiento de los usos de factores, donde el peso para la tasa de crecimiento de capital es la multiplicación del producto marginal de capital y la cantidad de capital dividida por el producto, y el peso para la tasa de crecimiento del trabajo es la multiplicación del producto marginal del trabajo y la cantidad de trabajo dividido por el producto.

Se debe notar que la ecuación de contabilidad de crecimiento primal se deduce directamente del supuesto de una función de producción total. No se han hecho suposiciones sobre si la función de producción presenta rendimientos crecientes, decrecientes o constantes a escala, ni se han hecho suposiciones sobre si los precios son iguales al costo marginal o si los precios de los factores reflejan sus productos marginales sociales.


De otro lado, tampoco se han hecho suposiciones sobre la naturaleza del cambio técnico, o incluso si es que CTFP mide el cambio técnico. Por ejemplo, si la función de producción presenta rendimientos crecientes a escala, CTFP captaría beneficios de productividad a través de la expansión de producto (como en Denny, Fuss y Waverman (1981)). No obstante, aunque CTFP podría medir otras cosas aparte del cambio tecnológico, todavía es la medida considerada para el propósito de imponer precios tope para empresas reguladas.

Al respecto, hay tres temas que deben ser resueltos para poder implementar la ecuación (10). Primero, ¿cómo medimos la tasa de crecimiento del producto? Segundo, ¿cómo medimos la tasa de crecimiento del uso de factores (en este caso, capital, trabajo y materiales)? En tercer lugar, ¿cómo medimos los productos marginales de capital, trabajo y materiales necesarios para ponderar la tasa de crecimiento del uso de factores? Se desarrollan estos temas a continuación.

4.2.1.1. Medición del Producto

Existen dos temas que uno enfrenta cuando mide la tasa de crecimiento del producto real. El primer asunto es que muchas empresas no producen sólo un bien, sino que producen muchos bienes.

La pregunta entonces es ¿cómo agregamos estos bienes diferentes en una medida significativa de la producción real agregada? El segundo asunto es el referido al ajuste de calidad. ¿Cómo medimos el producto real en un mundo donde posiblemente

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 65 de 266
	INFORME	

la calidad de producto está cambiando con el tiempo? En tercer lugar, en muchos casos no tenemos medidas del producto de la empresa, sino en su lugar medidas del ingreso de la empresa. ¿Cómo podemos lograr que una medida de ingreso estable se convierta en una medida del producto real? A continuación se discuten estos temas.

a) Agregación del Producto.

Para empezar, supongamos que la empresa produce N bienes que denotamos como y_1, y_2, \dots, y_N . La métrica natural de la producción total es la utilidad provista al consumidor del consumo de estos N bienes.

$$Y = U(y_1, y_2, \dots, y_N) \quad \dots(11)$$

La tasa de crecimiento del producto agregado real, Y, es entonces simplemente la tasa de crecimiento de los gastos totales en los productos de la empresa, E_y , menos la tasa de crecimiento del precio agregado de los productos de la empresa, P.

$$\dot{Y}/Y = \dot{E}_y/E_y - \dot{P}/P \quad \dots(12)$$


Donde el gasto total se define como:

$$E_y = \sum_i p_i y_i \quad \dots(13)$$

y el precio agregado, P, es definido como el mínimo costo necesario para comprar una unidad de la producción total. Minimizando el gasto total E_y sujeto a la restricción que $Y=1$, se obtiene la siguiente expresión para el precio agregado P:

$$P = \sum_i p_i \cdot \frac{y_i}{Y} \quad \dots(14)$$

La ecuación anterior muestra que el precio agregado, P, es un promedio ponderado del precio de cada producto individual pagado por el consumidor donde los pesos son la participación del producto de cada bien producido por la empresa en la producción total. Nótese que el precio del producto i en las ecuaciones (13) y (14) se refiere al precio pagado por el consumidor, que no necesariamente es el precio recibido por la empresa.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 66 de 266
	INFORME	

Estamos ahora listos para calcular la tasa de crecimiento del producto real. Diferenciando (13) y (14) con respecto al tiempo y sustituyendo en (12), obtenemos la siguiente expresión para la tasa de crecimiento de la producción total:


$$\dot{Y}/Y = \sum_i \left(\frac{y_i p_i}{E_y} \right) (\dot{y}_i / y_i) \quad \dots(15)$$

Note que \dot{y}_i / y_i es la tasa de crecimiento del producto i y $y_i p_i / E_y$ es la participación del gasto del consumidor en el producto i . Intuitivamente, la ecuación anterior muestra que la tasa de crecimiento de la producción real 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 para cada producto.

En suma, hay dos piezas de datos que necesitamos para calcular la tasa de crecimiento de Y . Primero, tenemos que calcular la tasa de crecimiento real de los productos individuales hechos por la empresa. En la práctica, en muchos casos, no tenemos datos sobre el producto real pero sí sobre los ingresos generados por el producto o el servicio. Más adelante se discute el sesgo debido a esto y se presentan las opciones para abordar el problema.

Segundo, necesitamos la participación del gasto del consumidor en cada producto. Hay que notar que la participación del gasto del consumidor sobre cada producto no necesariamente será el mismo que la participación de ingreso de la empresa de cada producto. Por ejemplo, si la brecha entre el precio recibido por la empresa y el precio pagado por el consumidor varía según los productos (por ejemplo, si el servicio de telefonía nacional es subsidiado pero el servicio de telefonía internacional está sobregravado), la participación del ingreso no será la misma que la participación del gasto. En la práctica, la participación que es casi siempre usada es la participación de ingreso de la empresa en vez de la participación de gasto del consumidor.

Un asunto importante en el contexto de la regulación con precio tope es la extensión de productos o servicios que uno quiere incluir cuando se mide el producto total. Por ejemplo, es típico el caso de que servicios de teléfono celular no están sujetos a la regulación de precio tope. Sin embargo, el problema es que es difícil separar el uso de factores utilizados por la empresa entre servicios usados para servicios de teléfono celular y servicios para servicios de telecomunicación que están sujetos a la regulación con precio tope.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 67 de 266
	INFORME	

Este problema no puede ser solucionado incluso cuando los servicios de teléfono celular son provistos por una rama diferente de la compañía de telecomunicaciones. Esto se debe a que es muy fácil (por ejemplo, a través de transferencia de precios) “transferir” los costos usados para servicios de telefonía celular hacia servicios que estaban sujetos al precio tope. Esto obviamente tendría el efecto de bajar el CTFP artificialmente para los servicios de telecomunicaciones sujetos al precio tope.

Existen tres soluciones posibles para este problema. El primer método es repartir el factor de insumos utilizado por la empresa entre los insumos usados para servicios no sujetos a la regulación por precio tope (por ejemplo, servicios de teléfono celular) y en servicios que están sujetos al precio tope. Como se ha discutido, esto es en realidad muy difícil y puede ser fácilmente manipulado.


Una segunda solución es incluir servicios no regulados cuando se calcula el factor X, pero haciendo un ajuste por el precio de los servicios no regulados cuando se fija el precio para los servicios regulados. Específicamente, suponga que la tasa de crecimiento del precio tope hipotético calculado para todo el producto elaborado por la empresa (i.e., incluyendo el servicio) es:

$$\dot{P}/P = \frac{y_{pc}P_{pc}}{E_Y} \cdot (\dot{p}_{pc}/p_{pc}) + \frac{y_n P_n}{E_Y} \cdot (\dot{p}_n/p_n) \quad \dots(16)$$

Aquí y_{pc} y p_{pc} se refieren al producto total y el precio de servicios sujetos al precio tope, mientras que y_n y p_n se refieren al producto y el precio de servicios no sujetos a la regulación con precio tope. Es fácil mostrar que la tasa de crecimiento de los precios de servicios sujetos al precio tope puede ser calculado como:

$$\dot{p}_{pc}/p_{pc} = \frac{\dot{P}/P - \frac{y_n P_n}{E_Y} \cdot (\dot{p}_n/p_n)}{\left(\frac{y_{pc} P_{pc}}{E_Y} \right)} \quad \dots(17)$$

En suma, después de que calculamos la tasa de crecimiento del precio tope hipotético (es decir, el precio tope hipotético que asumía que todos los servicios de la empresa estaban sujeto a la regulación con precio tope), los únicos dos grupos de información que necesitaremos para obtener el precio tope para servicios regulados es la participación de ingreso de servicios no regulados y el aumento de precios de los servicios no regulados.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 68 de 266
	INFORME	

Una tercera solución es el empleo de la metodología de contabilidad de crecimiento dual cuando se calcula el factor X. Como se mostrará más adelante, debido a que la metodología se basa en la medición del producto y precios de factor, la metodología de contabilidad de crecimiento dual es menos sensible a la incorrecta medición en la asignación de los usos de factores entre los diferentes servicios producidos por la empresa.


b) Ajuste por Calidad.

Se ha definido el producto en unidades físicas reales. Por ejemplo, estas pueden ser el número de líneas telefónicas, el número de minutos de las llamadas telefónicas nacionales o el número de minutos de las llamadas telefónicas internacionales. Sin embargo, el objeto por el que nos preocupamos no es la cantidad de unidades físicas, sino el valor de los servicios económicos o utilidad del consumidor provista por la producción de la empresa.

Dicha consideración podría no ser tan clara cuando analizamos servicios de telecomunicaciones en comparación con otros bienes como las computadoras, donde está claro que una computadora producida hoy no es comparable con una computadora producida hace diez años. Pero incluso con servicios de telecomunicaciones, no es correcto contar un minuto nacional sujeto a interrupciones frecuentes como un minuto nacional en el que la línea de teléfono nunca se interrumpe del mismo modo. De forma semejante, no es correcto contar una línea telefónica en la que uno tiene que esperar durante varios meses la instalación como una línea telefónica que es instalada en algunos días.

Más específicamente, supongamos que tenemos en cuenta la posibilidad de que los productos hechos por la empresa pueden diferir en la calidad y que esta calidad puede variar con el tiempo. Por simplicidad, asumamos que la calidad es unidimensional y puede ser medida por q_i . Por ejemplo, q podría representar la probabilidad de que una llamada telefónica sea conectada o la probabilidad de que una línea de teléfono no esté congestionada en un período de tiempo en particular.

En este caso, supongamos que el valor económico de un producto de calidad q_i es dado por q_i^θ donde θ es la elasticidad del valor económico de la calidad con respecto al índice de calidad, q . La calidad total ajustada del producto puede ser definido como la utilidad provista por los productos de la empresa.

	DOCUMENTO	N° 065 -GPR/2007 Página 69 de 266
	INFORME	

$$Y^{QA} = U(y_1 \cdot q_1^\theta, y_2 \cdot q_2^\theta, \dots, y_n \cdot q_n^\theta) \quad \dots(18)$$

La diferencia clave es que y_i se refiere ahora al número de unidades físicas del producto i , mientras que q_i mide la calidad de este producto. Por ejemplo, y_i puede medir el número de los minutos de larga distancia nacional, mientras que q_i podría medir la probabilidad de que un minuto de larga distancia nacional en particular no esté sujeto a las interrupciones del servicio.


Si procedemos como antes y diferenciamos la tasa de crecimiento de los gastos totales y el índice de precios agregado con respecto al tiempo, podemos obtener la siguiente expresión para la tasa de crecimiento del producto agregado ajustado por calidad:

$$\dot{Y}^{QA} / Y^{QA} = \sum_i \left(\frac{y_i p_i}{E_Y} \right) \cdot \left[(y_i / y_i) + \theta \cdot (q_i / q_i) \right] \quad \dots(19)$$

De esta manera, la tasa de crecimiento del producto total ajustado por calidad es un promedio ponderado de las tasas de crecimiento individuales, pero la diferencia clave es que la tasa de crecimiento individual del producto real es ahora la tasa de crecimiento de las unidades de cada producto ajustadas por la calidad, donde esta última es la suma de la tasa de crecimiento del número de unidades, \dot{y}_i / y_i , y el producto de θ por la tasa de crecimiento de la calidad \dot{q}_i / q_i .

El problema principal con implementar la ecuación anterior es que nuestras medidas del producto están casi siempre en unidades físicas, y no en unidades ajustadas por calidad. Es fácil ver que si no se toman en consideración las mejoras en la calidad y simplemente medimos la producción real total como un promedio ponderado del número de unidades físicas, el resultado estimado se encontrará sesgado hacia abajo debido al hecho que los productos mejoran su calidad con el tiempo.

Existen dos maneras de abordar este problema. El primer enfoque es medir el valor de la calidad, una enfoque conocido como precios hedónicos. Un segundo enfoque es la metodología de ingreso deflactado. Debido a que la tasa de crecimiento \dot{q}_i / q_i es algo que puede potencialmente ser medible, todo lo que necesitamos para obtener un estimado de la producción total es un estimado de θ . La pregunta es entonces

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 70 de 266
	INFORME	

¿cómo calculamos θ ? La manera tradicional de hacer esto es conocida como precios hedónicos.

La idea básica detrás de precios hedónicos es que podemos usar la correlación entre el precio de un producto y su calidad medida en un punto en particular del tiempo para calcular el valor de los cambios de calidad con el tiempo. Es decir podemos usar variaciones de corte transversal para hacer inferencias acerca del valor de los cambios en la calidad con el tiempo.

El supuesto que uno tiene que hacer para implementar el enfoque de precios hedónicos es que todos los productos hechos por la empresa son sustitutos perfectos y solo difieren por el índice de calidad. Esto es, si la producción agregada (y la utilidad del consumidor) es dada por:


$$Y^{QA} = U(y_1 \cdot q_1^\theta + y_2 \cdot q_2^\theta + \dots + y_N \cdot q_N^\theta) \quad \dots(20)$$

Entonces, se puede mostrar que si se minimizan los costos sujetos a alcanzar un nivel mínimo de producto agregado, la proporción óptima del precio unitario de un producto con respecto a su calidad P_i / q_i^θ es el mismo para todos los productos de la empresa. Entonces fácilmente se puede ver que θ puede ser estimado calculando la siguiente regresión para todos los productos hechos por una empresa en un determinado momento del tiempo:

$$\log p_i = \theta \cdot \log q_i \quad \dots(21)$$

Podemos usar el estimado de θ de esta regresión para calcular la tasa de crecimiento del producto total ajustado por calidad. Intuitivamente, la idea detrás del procedimiento de precios hedónicos es que podemos deducir el valor de la calidad midiendo la diferencia de precio relacionada con una brecha de calidad determinada en distintos productos que son vendidos en el mismo mercado al mismo tiempo. Podemos tomar este estimado para inferir entonces el valor de un cambio en particular en la calidad con el tiempo.

Hay dos limitaciones principales del enfoque de precios hedónicos. Primero, el obstáculo más desalentador es que la puesta en práctica efectiva del enfoque requiere los datos sobre los atributos de un determinado bien o servicio. En nuestra exposición, hemos supuesto que un producto solamente tiene un atributo (el índice de calidad q). Sin embargo, en realidad, la mayoría de productos tienen muchos

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 71 de 266
	INFORME	

atributos. Para hacer el enfoque de precios hedónicos apropiadamente, se tiene que medir todos los atributos de un producto, cuyo número puede estar cercano a un número infinito.

Segundo, después de medir los atributos de un producto, se necesita medir el valor económico de estos atributos. El enfoque de precios hedónicos supone que se puede observar bienes con atributos diferentes en el mercado en un momento determinado.

Si este es el caso, la brecha de precio contemporánea relacionada con bienes con los atributos diferentes puede ser usada para encontrar el valor económico de estos atributos. Sin embargo, es probable que solo veamos una pequeña cantidad de bienes con un limitado rango de los atributos en cualquier mercado real. Esto dificulta "fijar el precio" de toda la gama de los atributos que se observa en cualquier producto real.


Un enfoque alternativo para solucionar el problema de ajuste de la calidad es medir la tasa de crecimiento del producto real ajustado por calidad sólo como la tasa de crecimiento del ingreso total deflactado por el índice de precios de la economía (por ejemplo el IPC). Específicamente, supongamos que la tasa de crecimiento de p_i es determinada por dos factores: mejora de calidad e inflación de precio en toda la economía.

$$\dot{p}_i / p_i = \dot{p}_A / p_A + \theta \cdot (\dot{q}_i / q_i) \quad \dots(22)$$

Donde \dot{p}_A / p_A representa la tasa de crecimiento del índice de precios de la economía. Es entonces fácil mostrar que la tasa de crecimiento del producto ajustado por calidad puede ser expresada de la siguiente manera.

$$\begin{aligned} \dot{Y}^{QA} / Y^{QA} &= \sum_i \left(\frac{y_i p_i}{E_Y} \right) \left(\frac{\dot{y}_i p_i}{y_i p_i} \right) - (\dot{p}_A / p_A) \\ &= \dot{E}_Y / E_Y - \dot{p}_A / p_A \end{aligned} \quad \dots(23)$$

Intuitivamente, la tasa de crecimiento del producto ajustado por calidad es sólo la tasa de crecimiento de los ingresos de la empresa menos la tasa de crecimiento de un índice de precios agregado. En la práctica, la tasa de crecimiento del IPC o el deflactor de PBI es usado como un estimado de la tasa de crecimiento del índice de precios agregado.

	DOCUMENTO	N° 065 -GPR/2007 Página 72 de 266
	INFORME	

La suposición clave detrás del enfoque de ingreso deflactado es que cualquier desviación de \dot{p}_i / p_i de \dot{p}_A / p_A se puede atribuir completamente a una mejora de calidad. Sin embargo este supuesto puede no ser correcto. Por ejemplo, podría ser el caso que el precio de equipo de capital de telecomunicaciones ha aumentado en una tasa más rápida (o en una tasa más lenta) que el IPC. Si este es el caso, la tasa verdadera de la inflación de precio de servicios de telecomunicación sería diferente de, por ejemplo, la tasa de la inflación del IPC.

Un enfoque intermedio es el de utilizar la metodología de ingreso deflactado solamente para servicios para los que hay mayor posibilidad de una mejora de calidad importante, pero medir el producto en unidades físicas para servicios para los que la mejora de calidad no es probablemente importante. Específicamente, si $i \in \text{calidad}$, representa el conjunto de productos para el cual el ajuste por calidad es probablemente importante, y si $i \in \text{no calidad}$, representa el conjunto de productos para el que la calidad no es probablemente importante, así, la tasa de crecimiento del producto ajustado por calidad puede ser aproximada como:


$$\dot{Y}^{QA} / Y^{QA} \approx \sum_{i \in \text{calidad}} \left(\frac{y_i p_i}{E_Y} \right) \left(\frac{\dot{y}_i p_i - \dot{p}_A}{y_i p_i - p_A} \right) + \sum_{i \in \text{no calidad}} \left(\frac{y_i p_i}{E_Y} \right) (\dot{y}_i / y_i) \quad \dots(24)$$

Intuitivamente, esta expresión indica que la tasa de crecimiento del producto debe ser medida como la tasa de crecimiento del ingreso menos la tasa de crecimiento del IPC (o el deflactor de PBI) para productos para los que la calidad es probablemente importante, pero como la tasa de crecimiento del número de unidades físicas para productos para los que la calidad es menos probable que sea un problema.

c) Falta de Indicadores de Cantidades.

De otro lado, es importante precisar que en muchos casos, no tenemos datos sobre el producto sino sobre el ingreso de la empresa. Es decir observamos en $p_i y_i$ en lugar de y_i . Supongamos entonces que medimos la tasa de crecimiento de ingreso total en lugar de la producción total. Es fácil mostrar que la tasa de crecimiento del ingreso total de la empresa está dada por:

$$\dot{E}_Y / E_Y = \sum_i \left(\frac{y_i p_i}{E_Y} \right) [(\dot{y}_i / y_i) + (\dot{p}_i / p_i)] \quad \dots(25)$$

	DOCUMENTO	N° 065 -GPR/2007 Página 73 de 266
	INFORME	

De comparar esta expresión con la expresión para el producto real total, es fácil ver que la tasa de crecimiento de ingreso total sobreestima la tasa de crecimiento del producto real (dejando de lado la posibilidad de que el aumento de precios podría reflejar la mejora de calidad):

$$\sum_i \left(\frac{y_i p_i}{E_y} \right) \cdot (\dot{p}_i / \dot{p}_i) \quad \dots(26)$$

Intuitivamente, la tasa de crecimiento de ingreso total excede la tasa de crecimiento del producto real en la tasa de crecimiento medio de los precios de los productos de la empresa. Hay dos soluciones posibles para este problema. La primera solución es obtener un estimado de la tasa de crecimiento de los precios, como la tasa de crecimiento del índice de precios al consumidor. Por ejemplo, esto es efectivamente lo que es hecho en lo que es comúnmente conocido como el enfoque del “ingreso deflactado” para calcular el producto real. Como se ha discutido, el problema obvio es que la tasa de crecimiento del índice de precios del consumidor (o cualquier índice de precios que es usado como deflactor) podría no ser la misma que la tasa de crecimiento de los precios de los productos de la empresa.


Una segunda solución es agregar más estructura al ejercicio. Esto es lo que ha sido propuesto en un trabajo reciente de Levinsohn y Melitz (2001). Específicamente, si asumimos que la utilidad del consumidor (ecuación 11) toma una forma de elasticidad de sustitución constante:

$$Y = \left(\sum_i y_i^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right)^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} \quad \dots(27)$$

Donde $\sigma > 1$ es la elasticidad de sustitución entre los diferentes productos elaborados por la empresa. Si σ es grande, entonces los productos son sustitutos cercanos. Si σ es pequeña, entonces los productos no son sustitutos cercanos.

La mayoría de estimaciones de σ sugieren que se encuentra entre 3 y 5 para la mayoría de los productos (Foster, Haltiwanger y Syverson (2005) y Broda y Weinstein (2005)). Con esta suposición, uno puede mostrar que el producto de un bien es una función directa de sus ingresos:

$$y_i = (p_i y_i)^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} \quad \dots(28)$$

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 74 de 266
	INFORME	

Por lo tanto, con una función de utilidad de elasticidad de sustitución constante, la tasa de crecimiento de la producción agregada real puede ser expresado como una función de la tasa de crecimiento de ingreso total:

$$(\dot{Y}/Y) = \frac{\sigma}{\sigma-1} \cdot (\dot{E}_Y / E_Y) \quad \dots(29)$$

En suma, si todo lo que tenemos es una medida de ingreso total, podemos sustentar la tasa de crecimiento del producto agregado real simplemente con un estimado de la elasticidad de la sustitución σ .

4.2.1.2. Medición del Trabajo

Nuestro objetivo es obtener un estimado de los servicios totales provistos por la fuerza laboral de una empresa. La manera simplista de hacer esto sería contar el número de trabajadores empleados en una empresa y tomar este número como el valor de los servicios provistos por la fuerza laboral de la empresa.


Sin embargo, en una empresa real, es muy probable que los trabajadores difieran en sus destrezas. Por ejemplo, no deberíamos contar a un trabajador obrero como un empleado administrativo del mismo modo. No podríamos contar del mismo modo a un conserje que a un ingeniero experimentado con un título de postgrado. El asunto principal entonces es ¿cómo tomamos en cuenta la heterogeneidad en la destreza de la fuerza laboral real?

Específicamente, supongamos que la empresa emplea N tipos de trabajadores que difieren en la destreza. Denotamos el número de trabajadores de cada tipo como l_1, l_2, \dots, l_N y el salario pagado por la empresa como W_1, W_2, \dots, W_N . Además, supongamos que los servicios totales provistos por todos estos trabajadores pueden ser resumidos por la siguiente función:

$$L = L(l_1, l_2, \dots, l_N) \quad \dots(30)$$

La tasa de crecimiento de trabajo total L es entonces simplemente la tasa de crecimiento de pagos de salario agregado E_L y el precio agregado de trabajo W:

$$L/L = \dot{E}_L / E_L - \dot{W} / W \quad \dots(31)$$

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 75 de 266
	INFORME	

Aquí, la suma de los pagos de salario E_L se define como:

$$E_L = \sum_i w_i \cdot l_i \quad \dots(32)$$

Donde W_i es el salario de trabajo del tipo i . En este caso, el precio unitario agregado del trabajo W es definido como el pago mínimo al trabajo necesario para comprar una unidad de trabajo agregado L . Minimizando los pagos de salario totales sujetos a la restricción que $L = 1$, obtenemos la siguiente expresión para el precio unitario total del trabajo:

$$w = \sum_i w_i \cdot \frac{l_i}{L} \quad \dots(33)$$


Hay que notar que el salario para trabajo de tipo i en las ecuaciones anteriores se refiere al precio pagado por la empresa, que no necesariamente es el salario recibido por el trabajador. Así como con la tasa de crecimiento de la producción total, podemos diferenciar el salario agregado (ecuación 32) y el precio del trabajo total (ecuación 33) con respecto al tiempo para obtener una expresión para la tasa de crecimiento del trabajo total:

$$\dot{L}/L = \sum_i \left(\frac{w_i l_i}{E_L} \right) \cdot (\dot{l}_i / l_i) \quad \dots(34)$$

Note que \dot{l}_i / l_i es la tasa de crecimiento del trabajo de tipo i y $w_i l_i / E_L$ es la participación del gasto de la empresa en pagos de salarios de estos trabajadores. Intuitivamente, la ecuación (34) muestra que 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 la participación de los pagos de salario de la empresa sobre cada tipo de trabajo.

Es importante revisar el sesgo si sólo calculamos el trabajo total como el número de trabajadores empleados en la empresa. En este caso, la tasa de crecimiento del trabajo total es:

$$\dot{L}/L = \sum_i s_i \cdot (\dot{l}_i / l_i) \quad \dots(35)$$

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 76 de 266
	INFORME	

Donde: $s_{l_i} = l_i / \sum_k l_k$

De esta manera, s_i corresponde a la participación del número de trabajadores de tipo i como una fracción del número total trabajadores. De comparar la ecuación (35) con la ecuación (34), es fácil ver que la tasa de crecimiento del número de trabajadores subestima la “correcta” tasa de crecimiento de la fuerza laboral (es decir ecuación 34) en:

$$\sum_i s_i \cdot \left(\frac{w_i}{\bar{w}} - 1 \right) (l_i / l_i) \quad \dots(36)$$

Donde :


$$\bar{w} = \sum_i s_i \cdot w_i = \text{salario medio pagado por la empresa.}$$

La ecuación (36) indica que el sesgo es más grande cuando la tasa de crecimiento del número de trabajadores calificados (o con mayor precisión, trabajadores con salarios mayores que el salario medio) excede la tasa de crecimiento de trabajadores con salarios bajos (con mayor precisión, trabajadores con salarios por debajo del salario medio). Intuitivamente, el crecimiento del número de trabajadores subestima la tasa de crecimiento verdadera de la fuerza laboral efectiva cuando el número de trabajadores calificados está creciendo más que el número de trabajadores menos calificados.

4.2.1.3. Medición del Capital

El objetivo en esta sección es obtener una medida del producto económico que puede ser atribuido al capital empleado por la empresa. Hay tres problemas centrales que debe ser analizados y resueltos.

- Primero, tenemos que explicar la heterogeneidad a través de las diferentes generaciones de capital.
- En segundo lugar, tenemos que agregar las variedades diferentes de capital en una medida significativa de capital agregado.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 77 de 266
	INFORME	

- En tercer lugar, la medida conceptual que queremos es el flujo de servicios provistos por el capital, pero casi nunca observamos el precio de alquiler pagado por el flujo de servicios provistos por capital (a diferencia del trabajo para el que podemos observar el salario pagado). La pregunta entonces es cómo relacionamos lo que podemos medir (el stock de capital) con lo que en última instancia queremos (la circulación de servicios proveídos por capital).

a) Agregar generaciones diferentes de capital:

En cualquier empresa, es muy probable que existan diferentes generaciones de un determinado tipo de capital. La razón por la cual esto importa es que probablemente el capital de generaciones diferentes también difiere en la calidad.

Hay dos posibles razones que explican dicha diferencia. Primero, una nueva generación de un determinado tipo de capital probablemente incorpora tecnologías más nuevas y por lo tanto, probablemente es más eficiente que una generación más antigua. Segundo, las diferencias en la eficiencia entre generaciones sólo podrán ser generadas por el uso físico y el desgaste debido al uso.

La suposición típica que se hace es que la calidad de capital de una determinada generación disminuye a una tasa geométrica constante. Con este supuesto, la cantidad de capital en el tiempo t está dada por:


$$K_t = \sum_i (1 - \delta)^{t-i} \cdot I_{t-i} \quad \dots(37)$$

Donde K_t es la cantidad de capital en el tiempo t , δ es la tasa de la disminución de eficiencia, e I_{t-i} se refiere a la cantidad de capital comprado por la empresa en el tiempo $t-i$. La tasa de crecimiento del stock de capital está dada por:

$$\dot{K} / K = \frac{I}{K} - \delta \quad \dots(38)$$

En suma, necesitamos dos piezas de información para calcular la tasa de crecimiento del capital. Primero, necesitamos datos sobre la inversión pasada de la empresa. Segundo, necesitamos un estimado de la tarifa de disminución de eficiencia δ .

Para δ , típicamente lo que se hace es tomar los estimados de la depreciación de Hulten y Wyckoff (1981). Sin embargo, tenemos poca información sobre si dichos

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 78 de 266
	INFORME	

estimados son apropiados para el caso en cuestión. Por ejemplo, hay buenas razones para creer que las tasas de depreciación serían más altas en sectores que experimentan rápido crecimiento de la productividad, ya que bienes nuevos y de mejor calidad son introducidos rápidamente y por tanto, reemplazan a los bienes de capital más viejos.

En cuanto a los datos sobre la inversión pasada, usualmente la mayoría de las empresas no tienen una serie completa de dicha variable. Muy probablemente, lo que ellos tienen es un estimado del valor contable de su capital. Específicamente, supongamos que lo que se tiene es la suma del libro del valor contable del stock de capital de la empresa:

$$K_{book_t} = \sum_i P_{t-i} \cdot I_{t-i} \quad \dots(39)$$


Donde P_{t-i} es el precio de bienes de inversión en el tiempo $t-i$. Por lo tanto, existen dos ajustes que tienen que ser hechos para cambiar el valor contable de capital a valor real de capital. Primero, tenemos que explicar las diferencias en la eficiencia entre generaciones. Segundo, tenemos que explicar el hecho de que el valor contable de capital es nominal. Por lo tanto, tenemos que explicar los cambios en el precio de bienes de inversión con el tiempo para llegar a una medida del stock de capital real.

Para explicar las diferencias en la eficiencia a través de las generaciones, necesitamos un estimado de δ . Como hemos dicho, típicamente este número es tomado de los números provistos por Hulten y Wyckoff (1981). Segundo, necesitamos una serie de tiempo del precio de los bienes de inversión. Una fuente razonable para esto es el deflactor de los bienes de inversión de las cuentas nacionales.

De esta fuente, podemos calcular la tasa de crecimiento de p_t , que denotamos como g_t . Si nosotros asumimos que g_t es constante, entonces podemos calcular el stock de capital efectivo ajustando el valor contable de capital por la función de δ y g_t :

$$K = K_{book_t} \cdot \left(f(1-\delta) / f\left(\frac{1}{1+g_t}\right) \right) \quad \dots(40)$$

Donde la función $f(\cdot)$ está definida como:

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 79 de 266
	INFORME	

$$f(x) = \frac{1 - x^t}{1 - x}$$

Intuitivamente, $f(1 - \delta)$ ajusta el valor contable del capital para tomar en cuenta la disminución de eficiencia de una determinada generación en el tiempo. De forma semejante, $f[1/(1 + g_t)]$ ajusta el valor contable de capital por la tasa de inflación en bienes de inversión.

Algunas empresas también proveen una medida del valor contable neto de capital, que es definido como el valor contable del capital excluyendo el capital que ha sido descartado o retirado. Si este ajuste capta completamente la disminución en el tiempo de eficiencia de una determinada generación de capital, entonces el único ajuste que debe ser hecho al valor contable de capital en la ecuación (40) es el ajuste por la tasa de inflación de los bienes de inversión.


En ese sentido, debemos dividir el valor contable de capital por $f[1/(1 + g_t)]$ para obtener el valor de mercado del capital, pero no debemos multiplicar K_{book} por $(1 - \delta)$. Sin embargo, el retiro del capital viejo probablemente solamente capta el efecto del uso físico y el desgaste, y probablemente no capture la disminución de eficiencia por el hecho de que las recientes generaciones de capital tenderán a incluir tecnologías más nuevas y eficientes. Por lo tanto, es probable que sobreestime el verdadero valor del stock de capital empleado.

b) Agregar variedades diferentes de capital

La otra dimensión de la heterogeneidad en capital es que una empresa típica tenderá a usar muchos tipos distintos de capital, desde depósitos, vehículos, computadoras, equipo de telecomunicaciones, a maquinaria. La pregunta es entonces cómo agregamos todas estas diferentes clases de capital en una medida significativa de capital total.

Supongamos que el capital total es definido como el valor de los servicios económicos provistos por todas las variedades diferentes de capital, que denotamos como k_1, k_2, \dots, k_N :

$$K = K(k_1, k_2, \dots, k_N) \quad \dots(41)$$

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 80 de 266
	INFORME	

Si procedemos como antes (cuando agregamos producto y trabajo), podemos mostrar que la tasa de crecimiento del capital total esta dado por:

$$\dot{K} / K = \sum_i \left(\frac{r_i k_i}{E_K} \right) \cdot (\dot{k}_i / k_i) \quad \dots(42)$$

Donde:

r_i = precio de alquiler

$E_K = \sum_i r_i k_i$ = suma de los pagos al capital.

La ecuación anterior indica que la tasa de crecimiento de capital total es sólo un promedio ponderado de la tasa de crecimiento de cada tipo de capital, donde los pesos son la participación de los pagos a cada tipo de capital en las ganancias de capital total. El problema principal de implementar dicha ecuación es que típicamente no observamos el precio de alquiler de capital.


A diferencia del trabajo en donde hay un pago de salario observable a cada trabajador, la mayoría de las empresas poseen la mayor parte de su stock de capital y por lo tanto no hacen pagos explícitos para su uso de capital. Así, el problema con el que nos enfrentamos es que tenemos que imputar el precio de alquiler de capital.

La manera usual de imputar el precio de alquiler del capital es apelar a la condición de arbitraje básica que dice que el retorno de la inversión de cada tipo de capital debe ser el mismo en el equilibrio. Esta condición de arbitraje produce la ampliamente usada ecuación de Hall - Jorgenson (1967) para el precio de alquiler de capital:

$$r_i = p_{i_t} \cdot [in - (p_{i_t} / p_i) + \delta_i] \quad \dots(43)$$

Dónde p_i hace referencia al precio del bien de inversión del tipo i , en referencia a la tasa de interés nominal, y δ_i , tasa de depreciación de capital de tipo i .

Esta ecuación dice que la tasa de alquiler del bien de capital j es igual al producto de su precio relativo y a la tasa de interés real más la tasa de depreciación. Cuando el precio de bienes de inversión es 1, la ecuación (43) reduce a la expresión familiar que el precio de alquiler de capital es la tasa de interés real más la tasa de depreciación.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 81 de 266
	INFORME	

Así, necesitamos dos fuentes de información para imputar el precio de alquiler de capital. Primero, necesitamos un estimado de δ_t que, como hemos indicado antes, es típicamente tomado de los números de Hulten y Wyckoff (1981). Segundo, necesitamos un estimado de la tasa de interés.

Respecto del segundo punto Harper, Berndt, y Wood (1989) tienen una discusión exhaustiva de los métodos alternativos para calcular la tasa de interés real. Para resumir su discusión, hay dos maneras de calcular la tasa de interés real.


- Un enfoque es asumir que todos los activos obtienen el mismo retorno nominal y restar la tasa de inflación del precio del activo a esta tasa nominal. Aquí, el retorno de los bonos del gobierno es usado frecuente como un estimado de la tasa de interés nominal. Es también posible usar el costo reportado del capital de la empresa, aunque esto ha sido raramente utilizado. Así, la tasa de inflación de precio del activo es típicamente tomado del deflactor de bienes de inversión provisto por las cuentas nacionales.
- Otro enfoque es usar una tasa de rentabilidad real determinada por el mercado como la proporción de ingresos - precio como un estimado de $in - (p_{it} / p_t)$.

Debe estar claro que debido al gran número de imputaciones que se han hecho, cualquier medida del stock de capital está sujeta a enormes errores. Primero, tenemos que imputar el stock de capital corriente de los datos sobre el valor contable de capital. Segundo, tenemos que imputar el precio de alquiler de variedades diferentes de capital porque típicamente no observamos a las empresas pagar por el uso de su capital.

4.2.1.4. Medición de los Materiales

Existen dos asuntos a tomar en cuenta para medir los materiales usados por la empresa. Primero, tenemos que agregar el gran número de diferentes tipos de insumos intermedios utilizados por la empresa. Segundo, en muchos casos, observaremos el costo de los materiales, pero no la cantidad de cada material comprado.

De manera similar al trabajo, el capital y el producto, podemos medir la tasa de crecimiento de la cantidad total de materiales como un promedio ponderado de las tasas de crecimiento de cada tipo de material, donde los pesos son los pagos a cada material como una participación de gastos totales sobre materiales:

	DOCUMENTO	N° 065 -GPR/2007 Página 82 de 266
	INFORME	

$$\dot{M} / M = \sum_i \left(\frac{P_{M_i} m_i}{E_M} \right) \cdot (\dot{m}_i / m_i) \quad \dots(44)$$

Donde:

P_{M_i} = precio de los materiales.

m_i = Cantidad de material de tipo i,

$E_M = \sum_i P_M \cdot m_i$ = Gastos totales en materiales.

En muchos casos solamente observamos los gastos en materiales, pero no la brecha entre precio y la cantidad. En este caso, tenemos dos opciones. Primero, podemos usar una proxy para la tasa de crecimiento de precios de los materiales.


Típicamente, lo que se hace es usar un índice de la industria de precios de materiales o el índice de CPI. El problema natural es que el índice de CPI podrían no ser representativo del precio de los materiales que la empresa usa. Una segunda alternativa es adaptar el enfoque de Levinsohn y Melitz (2001) para materiales. Específicamente, supongamos la contribución de los materiales para el producto agregado tiene una elasticidad constante de la forma de sustitución:

$$M = \left(\sum_i m_i^{\frac{\sigma_m - 1}{\sigma_m}} \right)^{\frac{\sigma_m}{\sigma_m - 1}} \quad \dots(45)$$

Donde $\sigma_m > 1$ es la elasticidad de la sustitución entre los diferente tipos de materiales comprados por la empresa. Con esta suposición, uno puede mostrar que la tasa de crecimiento de los materiales agregados puede ser expresada como una función del gasto total sobre materiales:

$$(\dot{M} / M) = \frac{\sigma_m}{\sigma_m - 1} \cdot (\dot{E}_M / E_M) \quad \dots(46)$$

En suma, si todo lo que tenemos es una medida agregada de los gastos sobre materiales, podemos inferir la tasa de crecimiento de materiales totales reales sólo con un estimado de la elasticidad de la sustitución entre diferentes materiales.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 83 de 266
	INFORME	

4.2.1.5. Productos Marginales del Capital, trabajo y materiales

El último componente de información que necesitamos para implementar la fórmula contable del crecimiento primal es un estimado de los productos marginales del capital, el trabajo y los materiales. Este tema ha sido tratado en una amplia literatura, la cual sin embargo está pendiente en gran parte. Hay dos enfoques básicos que han sido tomados. El primer enfoque, expuesto por Robert Solow (1957), es suponer que capital, el trabajo y los materiales son remunerados en función de su producto marginal. El segundo enfoque es intentar calcular estos productos menores vía métodos econométricos.

a) El enfoque de "Solow"


La manera más fácil, y el enfoque más ampliamente usado por ende, es calcular los productos marginales del capital y trabajo y suponer que son remunerados por sus productividades marginales. Esta era la solución célebre de Robert Solow (1957) para el problema de medir productos marginales. Específicamente, hay dos suposiciones detrás de la solución de Solow: 1) la función de producción exhibe rendimientos constantes a escala y; 2) las empresas maximizan ganancias sujetas al producto exógeno y a los precios de los factores.

Con estos supuestos, es fácil indicar que $F_K = R$ (el precio de alquiler agregado de capital), $F_L = W$ (el precio agregado del trabajo) y $F_M = P_M$ (el precio agregado de materiales). El estimado estándar del crecimiento de la productividad total de factores es:

$$TFPG = \dot{Y}/Y - s_K \cdot (\dot{K}/K) - s_L \cdot (\dot{L}/L) - s_M \cdot (\dot{M}/M) \quad \dots(47)$$

Donde $s_K = RK/Y$, $s_L = WL/Y$, y $s_M = P_M M/Y$ son las participaciones respectivas de los pagos del factor en el producto total.

Investigaciones siguientes han relajado las suposiciones de Solow en dos formas. Primero, se analiza qué sucede si la empresa, como en el caso de cualquier empresa real, tiene un poco de poder del mercado y no toma a los precios como dados (pero todavía mantiene la suposición de los retornos continuos a escala). En este caso, está claro que los precios de factores no serán iguales a sus productos marginales, pero serán iguales a los productos marginales del ingreso. Al respecto, Robert Hall (1988) muestra que la solución es ponderar la tasa de crecimiento de capital y trabajo por las participaciones de los pagos de factores en los gastos totales.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 84 de 266
	INFORME	

De otro lado, se analiza qué ocurriría si también relajamos el supuesto de los retornos constantes a escala. Robert Hall (1988) muestra que cuando este es el caso, las elasticidades del factor relevantes son equivalentes a la participación de los pagos de cada factor en los gastos totales ajustado por el grado de rentabilidades crecientes a escala. Es decir debemos usar ahora:

$$s_K = \gamma RK / (RK + WL + P_M M);$$

$$s_L = \gamma WL / (RK + WL + P_M M) \quad \text{y}$$

$$s_M = \gamma P_M M / (RK + WL + P_M M)$$


Donde $\gamma > 1$ determina el grado de retornos crecientes.

El problema con la solución de Hall en el caso de retornos crecientes a escala es que requiere la información sobre los mismos. Un enfoque que ha sido tomado es el de incluir más estructura en el problema suponiendo que la función de costos relacionada con la función de producción toma una forma translogarítmica.

Con una función de costo translogarítmica, el grado de rentabilidades crecientes, partiendo de precios de costo marginal, tanto como los parámetros que caracterizan la forma de la función de producción (como los elasticidades de la sustitución entre los usos de factores), pueden ser estimadas de las regresiones lineales de la participación de los pagos de factor sobre los precios de los insumos (en logaritmos) y el nivel del producto (también en logaritmos). Este es el enfoque tomado por Denny, Fuss, y Waverman (1981) que descompone CTFP en el cambio técnico, retornos crecientes a escala y lejanía de los precios de costo marginal.

Para los propósitos de fijar un precio tope, sin embargo, no necesitamos distinguir entre la contribución del cambio técnico y la mejora de productividad para la expansión del producto en un mundo de rentabilidad creciente. No obstante, intuitivamente, la pregunta a la que queremos responder cuando fijamos un precio tope es ¿cómo cambiaría el precio del producto si la empresa regulada fijara sus precios competitivamente? con ello queremos decir que los precios son fijados con un margen de ganancia sobre el costo marginal.

Es importante apreciar sin embargo que no nos importa si la disminución en el costo marginal es atribuible al cambio técnico o si es debido a rendimientos crecientes a escala. Por lo tanto, aunque el enfoque translogarítmico tiene algún valor añadido

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 85 de 266
	INFORME	

para algunos propósitos, no añade mucho valor para el propósito de fijar el precio tope para empresas reguladas.

De otro lado, el enfoque translogarítmico todavía depende del supuesto de que los factores de producción son pagados de acuerdo a su ingreso marginal, sin embargo, podría haber muchos factores que podrían impulsar un alejamiento entre precios de factor y producto marginal. Por ejemplo, las regulaciones del mercado de trabajo podrían forzar a empresas a que contraten a más trabajadores que de otra forma lo harían. En este caso, el producto marginal del trabajo de la empresa será más bajo que el salario. Para tomar otro ejemplo, las empresas podrían enfrentar las restricciones de financiación graves. En este caso, el producto marginal de capital superaría el precio de alquiler observado de capital.


Es por esta razón de que muchos autores han asumido enfoques econométricos para estimar los productos marginales necesarios en la implementación de la ecuación de contabilidad de crecimiento.

b) El enfoque Econométrico

En general, en econometría la solución sería hacer una regresión de la tasa de crecimiento del producto \dot{Y}/Y en las tasas de crecimiento del capital \dot{K}/K , del trabajo \dot{L}/L , y de materiales \dot{M}/M . La idea es que el intercepto de esta regresión mediría CTFP, y los coeficientes de las tasas de crecimiento del factor medirían $F_K K/PY$, $F_L L/PY$, y $F_M M/PY$.

La limitación principal del enfoque de econometría es que las variables \dot{K}/K y \dot{L}/L son claramente no exógenas con respecto a las variaciones en CTFP. Específicamente, es probable que las empresas maximizadoras de beneficio incrementarán su capital y trabajo en respuesta a un shock de productividad positiva. De forma semejante, las empresas que tienen shocks de productividad negativa probablemente reducen su participación de trabajo y capital.

Sin embargo, debido a que el shock de productividad no está incluido en el lado a la derecha de la regresión, los coeficientes sobre el crecimiento de capital y el trabajo serán sobreestimados. En general, las tasas de crecimiento de factor recibirán crédito para la variación que está correlacionada con la variación en el cambio tecnológico inadvertido.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 86 de 266
	INFORME	

Mucha de la literatura sobre la productividad en la mitad de la década pasada ha estado dedicada a solucionar este problema de endogeneidad. Una amplia literatura ha utilizado datos de paneles y estimación de efectos fijos (por ejemplo, Mundlak 1961) para solucionar este problema. El supuesto subyacente necesario para la estimación de efectos fijos para trabajar es que la productividad no observada es constante en el tiempo. Sin embargo, hay numerosas pruebas de que este supuesto no es correcto. Un problema adicional con este enfoque es que tiende a exacerbar el problema de error de medición.

Existe una literatura más reciente, atribuible a Olley y Pakes (1996) (de aquí en adelante OP), que asume un enfoque más estructural para solucionar el problema de endogeneidad. El marco base es uno en el cual existe un número de empresas en una determinada industria, al cual le asignamos un índice j , que difiere de la productividad. La pregunta es cómo diferenciamos la contribución de los factores de producción de la contribución directa de la productividad del factor.

Hay dos componentes básicos del enfoque OP para este problema. Primero, suponen que el capital es un insumo fijo en un proceso de inversión. En otras palabras, el capital del período t depende del período $t-1$ y la inversión emprendida en el punto previo. Esta suposición es crítica porque quiere decir que el stock de capital en el período t , por la construcción, no está correlacionado con el shock inesperado a la productividad en el tiempo t .


El segundo componente básico de OP (y como veremos, más cuestionable) es usar datos sobre la inversión para solucionar el problema de endogeneidad con respecto a la otra contribución, el trabajo. Bajo las ciertas condiciones, OP muestra que la inversión óptima de la empresa es una función estrictamente creciente del nivel en curso de la productividad de la empresa:

$$I_{j,t} = g_t(\log A_{j,t}, \log K_{j,t}) \quad \dots(48)$$

Dado que esta función de inversión está aumentando estrictamente en TFP, puede ser invertido para obtener:

$$\log A_{j,t} = g^{-1}(I_{j,t}, \log K_{j,t}) \quad \dots(49)$$

La idea de clave detrás de OP es usar una función de control para TFP en la función de producción. Específicamente, podemos sustituir la ecuación (49) en la función de

	DOCUMENTO	N° 065 -GPR/2007 Página 87 de 266
	INFORME	

producción. Si suponemos que la función de producción toma una forma de Cobb - Douglas, esto produce:

$$\log Y_{j,t} = \beta_2 \log L_{j,t} + \Phi_{j,t} \quad \dots(50)$$

Donde la función $\Phi_{j,t}$ es definida como:

$$\Phi_t(I_{j,t}, \log K_{j,t}) = \beta_1 \log K_{j,t} + g_t^{-1}(I_{j,t}, \log K_{j,t}) \quad \dots(51)$$

Como se puede ver, la función Φ_t contiene un término de tecnología inobservada. Debido a que tanto I como k son observados, si la forma de la función Φ_t es conocida, β_2 puede ser calculado por una regresión de MCO consistentemente. En la práctica, OP aproximado en la función Φ_t por un polinomio de orden tres y cuarto en I y $\log(K)$.


Nótese que, sin embargo, la ecuación (50) no identifica si β_1 , como $\log K_{j,t}$ es colineal con el término que representa la tecnología no observada. Para hacer esto, el segundo paso del procedimiento de OP explota el hecho de que el stock de capital al momento del tiempo t no está correlacionado con la innovación de tecnología en el tiempo t. Usando esta suposición, uno puede estimar β_1 de:

$$\log Y_{j,t} - \beta_2 \log L_{j,t} - \bar{\Phi}_{t-1} = \beta_1 (\log K_{j,t} - \log K_{j,t-1}) \quad \dots(52)$$

Donde $\bar{\Phi}_{t-1}$ es el estimado polinomial en I y $\log(K)$ y el término $(\bar{\Phi}_{t-1} - \beta_2 \log K_{j,t-1})$ es un proxy de $\log A_{j,t-1}$.

Para resumir la intuición detrás de OP, hay dos suposiciones clave que subyacen a este procedimiento. Primero, OP asume que la información en la decisión de inversión de la empresa contiene toda la información sobre el shock de productividad y puede ser usado para identificar el producto marginal del trabajo. Segundo, la suposición de OP que el stock de capital es decidido antes de la comprensión completa de TFP en el período en curso permite que identifiquemos el producto marginal de capital.

Aunque el procedimiento de OP es considerado la "Frontera" en la estimación de la función de producción, se basa en una suposición muy fuerte. Específicamente,

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 88 de 266
	INFORME	

supone que existe solamente un componente no observable en el sistema (el parámetro de tecnología) que es transmitido completamente a la ecuación de inversión.

Esta suposición plantea dos problemas. Primero, si la suposición no es correcta, y a decir verdad hay otras variables no observables en el sistema, entonces la ecuación de inversión podría captar todos los factores no observables que también pueden afectar la cantidad de trabajo contratado por la empresa. En este caso, el procedimiento de la primera regresión de escenario en OP produce estimados sesgados en la elasticidad del producto con respecto al trabajo.

Si el único origen de la heterogeneidad de la empresa se encuentra en el término tecnológico, entonces la heterogeneidad en el uso de factores (aparte de la heterogeneidad debido al error de medición) estará completamente causada por la heterogeneidad subyacente en la tecnología.

Puesto de manera diferente, si la suposición de OP es correcta y hay solamente un componente no observable en el sistema (el parámetro de tecnología), entonces parece que la fuerza laboral será completamente colineal con el término tecnología, y cualquier variación residual en la fuerza de trabajo será impulsada por el error de medición.


4.2.1.6. TFP primal: aplicaciones empíricas

La mayoría de estimados de CTFP consideran el enfoque primal. Esto también es cierto para los estimados de CTFP para el sector de telecomunicaciones. Para el sector de telecomunicaciones, los dos procedimientos más ampliamente usados son el enfoque de Hall/Solow y el enfoque de cálculo de translogarítmica.

a) Enfoque Hall/Solow

Existe un largo número de estimaciones de CTFP en la industria de telecomunicaciones de Estados Unidos que usan el enfoque de Hall/Solow. Tres buenos ejemplos son los estudios por la Comisión Federal de Comunicaciones (1997), Gollop (2000) y Bernstein y Zarkadas (2004).

Los estudios realizados por la FCC (1997) y Gollop (2000) miden la producción total como un promedio ponderado de servicios de telefonía interestatales, servicio de telefonía local y servicios de telefonía intraestatales.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 89 de 266
	INFORME	

En dichos modelos la fuerza laboral total es medida como el número de empleados. Los materiales son medidos como los gastos sobre materiales deflactados por un índice de precios de materiales. El índice de precios de materiales está basado en las compras materiales hechas por las compañías de telecomunicaciones de los Estados Unidos en las tablas de insumo producto. Definitivamente, el stock de capital no distingue entre variedades diferentes de capital, siendo simplemente un valor agregado del stock de capital.


El enfoque de Hall/Solow también ha sido aplicado en calcular el CTFP en el sector de telecomunicaciones en muchos otros países. El consultor de OSIPTTEL, Christensen Associates, utilizó este enfoque para calcular el CTFP en la industria de telecomunicaciones de Perú (Christensen Associates, 1999 y 2001). Asimismo, Melvyn Fuss (1994) utilizó que este enfoque para calcular el CTFP en la industria de telecomunicaciones de Canadá y Yoon (1999) calculó el CTFP en la industria de telecomunicaciones de Corea. Finalmente, Foreman - Peck y Manning (1988) usaron el enfoque de Hall/ Solow para medir las diferencias en TFP en el sector de telecomunicaciones a lo largo de cinco países europeos (Dinamarca, Alemania Occidental, Italia, Noruega, España, y el Reino Unido).

b) Translogarítmica

El enfoque de cálculo translogarítmico es otro procedimiento que ha sido ampliamente usado para calcular el CTFP en la industria de telecomunicaciones. Como hemos mencionado anteriormente, este procedimiento tiene la ventaja de permitir descomponer el CTFP en la contribución del cambio técnico y la contribución de rentabilidades crecientes a escala.

Al respecto, Denny, Fuss y Waverman (1981) fueron los primeros en implementar este enfoque en el sector de telecomunicaciones (específicamente, para el sector de telecomunicaciones canadiense). La FCC decidió no usar este enfoque para calcular la CTFP en la determinación del factor X. No obstante, existen varios estudios que usan el enfoque translogarítmico para calcular el CTFP en la industria de telecomunicaciones estadounidense.

En particular, M. Ishaq Nadiri utilizó este enfoque en varios trabajos descomponiendo el CFP en la industria de telecomunicaciones de Estados Unidos. Específicamente, Nadiri y Schankerman (1981) calcularon la CTFP en la industria de telecomunicaciones estadounidense de 1947 hasta 1976. Esta obra fue

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 90 de 266
	INFORME	

actualizada después en Nadiri y Nandi (1999) para incluir los cálculos aproximados de 1935 a 1987.

El enfoque de Translogarítmica también ha sido aplicado al sector de telecomunicaciones en algunos otros países. Para citar algunos ejemplos, Lam y Lam (2005) calculan la función de costo de Translogarítmica para descomponer CTFP para la industria de telecomunicaciones de Hong Kong.


Asimismo, Cooper, Madden y Coble - Neal (2004) usan el procedimiento de Translogarítmica para calcular la CTFP en el sector de telecomunicaciones de Australia. Oniki et. Al. (1994) y Nemoto y Asai (2002) calculan una función de costo translogarítmica para calcular el CTFP en la industria de telecomunicaciones de Japón. Finalmente, Madden, Savage y Ng (2003) usan este procedimiento para calcular la CTFP en 12 países asiáticos de 1987 a 1990.

c) Los cálculos aproximados de Econometría

Prácticamente no hay estimado alguno de CTFP en la industria de telecomunicaciones sobre la base de los cálculos aproximados de Econometría de las elasticidades de producto del uso de factores. El único trabajo conocido es el realizado por Antonelli (1996). Específicamente, Antonelli calcula las elasticidades de producto diferenciando el producto y los datos de insumos de factores de algunos países de la Unión Europea.

El problema con los estimados de este tipo es que generalmente produce estimados de elasticidades de producto que son poco plausibles por dos razones. Primero, la suposición identificadora detrás de este enfoque es que la tecnología es constante en el tiempo, caso muy improbable. Segundo, la diferenciación de los datos exagera el problema de error de medición ya serio. Por estas dos razones, este enfoque para calcular la CTFP es usado ahora raramente.

Sin embargo, como se ha señalado anteriormente, un enfoque econométrico que ha sido sumamente popular y ampliamente usado en los últimos años es el enfoque estructural desarrollado por Olley y Pakes descrito anteriormente. Por ejemplo, algunos trabajos recientes que han usado este enfoque incluyen a Pavcnik (2002) para Chile, Sivadasan (2004) para India, Fernandes (2003) para Colombia, Ozler y Yilmaz (2001) para Turquía, Criscuolo y Martin (2003) para multinacionales de los EE.UU., Kasahara y Rodriguez (2004) para Chile, y Topalova (2003) para India.

	DOCUMENTO	N° 065 -GPR/2007 Página 91 de 266
	INFORME	

No obstante dichos desarrollos, ninguno de los investigadores que han asumido el enfoque de Olley y Pakes para calcular la CTFP lo han usado para calcular el aumento de productividad en telecomunicaciones (el artículo original de Olley y Pakes aplica su metodología a la industria de equipos de telecomunicaciones).

4.2.2. Enfoque Dual para la estimación de la TFP.

Un enfoque alternativo para calcular la CTFP es usar datos sobre los precios de los factores en lugar de las cantidades de los factores. Esta idea fue explotada por Hsieh (2002) y se remonta a Jorgenson y Griliches (1967). El enfoque dual puede ser obtenido fácilmente de la igualdad entre ingreso y la suma de gastos y ganancias.

$$P.Y = RK + WL + P_M M + \pi \quad \dots(53)$$


Donde Y es el producto de la empresa, P es el precio del producto, R es el precio de alquiler de capital, W es el salario, P_M es el precio de materiales, L es el trabajo, K es capital, M es la cantidad de materiales y π significa ganancias. Diferenciando ambos lados de ecuación (53) con respecto al tiempo y dividiendo por el total del costo RK + WL, obtenemos:

$$\begin{aligned} \dot{Y}/Y &= \frac{RK}{C} \cdot [(\dot{K}/K) + (\dot{R}/R)] + \frac{WL}{C} \cdot [(\dot{L}/L) + (\dot{W}/W)] \\ &+ \frac{P_M M}{C} \cdot [(\dot{M}/M) + (\dot{P}_M/P_M)] + \frac{\pi}{C} \frac{(\dot{\pi}/PY)}{(\pi/PY)} - (\dot{P}/P) \end{aligned} \quad \dots(54)$$

Siendo C = RK + WL + P_MM los costos totales. Expresando los términos en tasas de crecimiento en el lado izquierdo, obtenemos:

$$\begin{aligned} \dot{Y}/Y - \frac{RK}{C} \cdot [\dot{K}/K] - \frac{WL}{C} \cdot [\dot{L}/L] - \frac{P_M M}{C} \cdot [\dot{M}/M] \\ = \frac{RK}{C} \cdot [\dot{R}/R] + \frac{WL}{C} \cdot [\dot{W}/W] + \frac{P_M M}{C} \cdot [\dot{P}_M/P_M] + \frac{\pi}{C} \frac{(\dot{\pi}/PY)}{(\pi/PY)} - (\dot{P}/P) \end{aligned} \quad \dots(55)$$

De esta manera, se observa que la medida de Solow/Hall del crecimiento de la productividad total de factores primal es la expresión a la izquierda de ecuación (55). En cambio, la estimación “Dual” del crecimiento de la productividad total de factores está definida como un promedio ponderado de la tasa de crecimiento en precios de

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 92 de 266
	INFORME	

los factores y la participación de las ganancias menos la tasa de crecimiento del precio del producto de la empresa, donde :

$$CTFP_{dual} = \frac{RK}{C} \cdot (\dot{R}/R) + \frac{WL}{C} \cdot (\dot{W}/W) + \frac{P_m M}{C} \cdot (\dot{M}/M) + \frac{\pi}{C} \cdot \frac{(\dot{\pi}/PY)}{(\pi/PY)} - (\dot{P}/P) \quad \dots(56)$$

De la comparación entre las ecuaciones (55) y (56), puede verse que la medida dual del CTFP es sólo la expresión del lado derecho de ecuación (55). La intuición para este resultado es que los incrementos en los precios de factores pueden ser sostenidos sólo si el producto está aumentando dados los insumos. Por lo tanto, el promedio apropiadamente ponderado del crecimiento de los precios de factores mide el grado de crecimiento del TFP.

Hay cuatro temas importantes sobre la fórmula de contabilidad de crecimiento dual. Primero, es fácil mostrar que el ajuste por el factor X en la regulación con precio tope está basado en la teoría de la contabilidad de crecimiento dual. Específicamente, típicamente la tasa de crecimiento del precio tope es establecida como la tasa de crecimiento de los precios de los insumos menos la tasa de CTFP de la empresa:


$$\dot{p}^{cap} / P^{cap} = \dot{P}_1 / P_1 - TFPG \quad \dots(57)$$

Donde p^{cap} denota el precio tope y el p_i es un índice de precios de los insumos de la empresa. Si el índice de precios de los insumos es medido apropiadamente (como un promedio ponderado de los precios de los insumos de la empresa, donde los pesos sean la participación de los gastos en cada insumo en los costos totales) y la CTFP medido bajo el enfoque dual, la tasa de crecimiento del precio tope es entonces:

$$\dot{p}^{cap} / P^{cap} = \dot{P}_1 / P_1 - \frac{\pi}{C} \cdot \frac{(\dot{\pi}/PY)}{(\pi/PY)} \quad \dots(58)$$

Entonces, la fórmula del precio tope es esencialmente la fórmula de contabilidad de crecimiento dual. La fórmula del precio tope indicaría que la tasa de crecimiento del precio tope está dada por la tasa de crecimiento del precio de producto real menos la tasa de crecimiento de la participación de la ganancia adaptada por la proporción de ganancias en el costo total.

La intuición es que si las empresas fijaran precios con un margen de ganancia constante sobre el costo marginal, la tasa de crecimiento del precio tope sería

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 93 de 266
	INFORME	


exactamente igual a la tasa de crecimiento del precio de producto real. Así, cualquier precio de producto podría ser elegido para computar la tasa CTFP dual. Sin embargo, si el poder del mercado de la empresa regulada ha estado aumentando con el tiempo, la fórmula del precio tope fuerza a la empresa regulada a fijar el precio en un margen de ganancia constante sobre el costo marginal mediante la resta del efecto de la creciente participación de la ganancia creciente del precio tope.

Segundo, la ecuación de contabilidad de crecimiento dual también aclara el asunto del ajuste de calidad. Específicamente, la ecuación (58) indica que si queremos corregir por los cambios en la calidad cuando calculamos CTFP ello dependerá de si el precio tope es expresado en unidades ajustadas por calidad. Si el precio tope es expresado en relación con el precio por unidad física (en lugar del precio ajustado por la unidad de calidad), entonces no se está ajustando de acuerdo a la calidad en el cálculo del CTFP. Esto es cierto ya sea que se use el método primal o el método dual.

En tercer lugar, aunque es natural interpretar la CTFP (medido ya sea como el primal o el dual) como la tasa del cambio técnico, es también posible que pueda captar el efecto de incrementar rendimientos a escala. Sin embargo, lo que la fórmula del precio tope (ecuación 58) aclara es que ese CTFP, ya sea medido como el primal o el dual, es exactamente lo que queremos para los propósitos de establecer precios tope para empresas reguladas, sin considerar si mide el cambio técnico o si también incluye el efecto de incrementos en los rendimientos a escala.

El objetivo final de un precio tope es forzar a la empresa regulada a que fije precios en un margen de ganancia constante sobre sus costos marginales. Si éste es el objetivo final, entonces no importa si una reducción en el costo marginal de una empresa es atribuible al cambio técnico o si es debido a la expansión de producto en un contexto de rendimientos crecientes a escala. Si las empresas estuvieran fijando el precio en un margen constante sobre el costo marginal, una disminución en el costo marginal debido a rendimientos crecientes a escala sería trasladado completamente a consumidores a través de precios más bajos en la misma manera que lo haría por una disminución en el costo marginal atribuible al cambio técnico.

En cuarto lugar, es importante reconocer que la única suposición que hemos hecho para obtener ecuación (55) es la condición de que el ingreso es igual a la suma de pagos de factores y la ganancia. Ninguna otra suposición es necesaria para este resultado: ni sobre la forma de la función de producción, ni sobre el sesgo del cambio tecnológico, o la relación entre los precios de factores y sus productos marginales sociales.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 94 de 266
	INFORME	

Mientras los datos sobre las cantidades de factores sean compatibles con los datos sobre gastos en factores y ganancias, la estimación bajo el enfoque dual debe ser idéntica al estimado bajo el enfoque primal. Sin embargo, la ventaja principal del enfoque dual es que permite que uno explote un conjunto diferente de datos: los datos sobre precios de factores en lugar de los de cantidades de factores. El método dual usa datos alternativos para calcular la CTFP y por lo tanto puede ser particularmente importante en los casos donde se sospecha que los datos sobre los usos de factores (particularmente los datos sobre el stock de capital) son de baja calidad.


En suma, hay tres fuentes de información que necesitamos para calcular el CTFP dual. Primero, tenemos que medir la tasa de crecimiento del precio del producto de la empresa (PY). Segundo, tenemos que medir la tasa de crecimiento de salarios (W), precio de alquiler del capital (R) y el de la participación de la ganancia, π/PY . En tercer lugar, necesitamos un estimado de la participación en el costo del trabajo, el capital y las ganancias. Sin embargo, nótese que no necesitamos tener un estimado de la tasa de crecimiento del producto y cantidades de factores. Ésta es la ventaja principal del enfoque dual.

Casi la totalidad del resto de aspectos teóricos y técnicos que surgen de computar la tasa CTFP dual son exactamente los mismos que surgen cuando se calcula la tasa primal y por tanto ya han sido discutidos en este documento.

4.2.2.1. Medición del precio de los productos

Hay dos asuntos clave cuando se intenta medir los precios del producto. El primer asunto es cómo medir el precio de producto cuando la empresa tiene muchos productos. El segundo es cómo medir los precios del producto cuando la calidad del servicio también podría haber estado cambiando con el tiempo. Ambos se tratan a continuación:

Primero, ¿Cómo medimos el precio del producto total cuando la empresa tiene muchos productos? Idealmente, el precio del producto total debe ser definido como el gasto mínimo necesario para lograr una unidad de utilidad (definido por ecuación (11)). Como ha sido mostrado antes, el precio del producto total ideal es un promedio ponderado del precio de cada producto individual de la empresa, donde los pesos son las participaciones de cada producto en la utilidad total (ecuación (14)). La tasa de crecimiento del precio agregado total puede entonces ser expresada así:

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 95 de 266
	INFORME	

$$\dot{P}/P = \sum_i \left(\frac{y_i p_i}{E_y} \right) \cdot (\dot{p}_i / p_i) \quad \dots(59)$$

Como se puede apreciar, la tasa de crecimiento del precio del producto total está definida en una manera similar como la cantidad de producto total. Concretamente, la tasa de crecimiento del precio del producto total puede ser calculada como un promedio ponderado de la tasa de crecimiento de los precios de los productos individuales, donde los pesos son la participación de los gastos del consumidor sobre cada producto.

El segundo punto es cómo explicar los cambios posibles en la calidad de los productos de la empresa. De la misma manera que podemos definir una medida del producto agregado ajustado por calidad, tenemos una medida ajustada por calidad del precio del producto agregado. Manteniendo la suposición de que el valor de la calidad puede ser medido por: q_i^θ , el precio agregado ajustado por calidad es:

$$\dot{P}/P = \sum_i \left(\frac{y_i p_i}{E_y} \right) [(\dot{p}_i / p_i) - \theta \cdot (\dot{q}_i / q_i)] \quad \dots(60)$$


De la comparación de (60) con (59), queda claro que el crecimiento del precio agregado sobreestima el "verdadero" valor de la tasa de crecimiento ajustado por calidad en una magnitud igual a $\sum_i (y_i p_i / E_y) \cdot \theta \cdot (\dot{q}_i / q_i)$.

Intuitivamente, si no consideramos el hecho de que la calidad podría haber estado mejorando con el tiempo, el precio unitario de un artículo o servicio sobrestimaré la tasa a la que el "verdadero" precio de los bienes ha cambiado.

Nótese que el sesgo presentado por los cambios de calidad es exactamente el mismo que en la estimación bajo el enfoque primal como en la estimación bajo el enfoque dual (compárese las ecuaciones (60) con (19)). Es decir el error en nuestros cálculos aproximados de CTFP atribuible al mal tratamiento de los cambios en la calidad será exactamente el mismo sin considerar el enfoque usado, mientras somos consecuentes en cómo lidiamos con el ajuste de calidad entre el primal y dual.

4.2.2.2. Medición de precios de factores y ganancias

Lo segundo que necesitamos para implementar el enfoque dual son los cálculos aproximados de la tasa de crecimiento de los precio de los factores (salarios, precio

	DOCUMENTO	N° 065 -GPR/2007 Página 96 de 266
	INFORME	

de alquiler de capital, precio de materiales) y la participación de las ganancias. Aquí, los criterios de agregación para calcular los salarios, el precio de alquiler y el precio de materiales son exactamente los mismos como cuando uno está calculando el stock de capital agregado, fuerza laboral efectiva, y la cantidad agregada de materiales en el Enfoque Primal.

Específicamente, la tasa de crecimiento del precio de alquiler agregado de capital es:

$$\dot{R}/R = \sum_i \left(\frac{r_i k_i}{E_K} \right) (\dot{r}_i / r_i) \quad \dots(61)$$

Dónde r_i es el precio de alquiler de capital de tipo i . Intuitivamente, la tasa de crecimiento del precio agregado de alquiler de capital es sólo un promedio ponderado de la tasa de crecimiento del precio de alquiler de cada variedad de capital, donde los pesos son la participaciones de los pagos a cada tipo de capital como una porción de los pagos totales al capital. A su vez, medimos el precio de alquiler de capital por la ecuación de Hall - Jorgenson (1967) para el precio de alquiler (ecuación 43).


El crecimiento del salario agregado es calculado como:

$$\dot{W}/W = \sum_i \left(\frac{w_i l_i}{E_L} \right) (\dot{w}_i / w_i) \quad \dots(62)$$

Intuitivamente, la tasa de crecimiento del salario agregado es un promedio ponderado de la tasa de crecimiento de salarios de cada tipo de trabajo, donde los pesos son la participación de los pagos salariales a cada tipo de trabajador en los pagos totales de salarios. Finalmente, la tasa de crecimiento del precio agregado de materiales es calculado como:

$$\dot{P}_M / P_M = \sum_i \left(\frac{p_{M_i} m_i}{E_M} \right) (\dot{p}_{M_i} / p_{M_i}) \quad \dots(63)$$

De esta manera, la tasa de crecimiento del precio total de los materiales está dada por un promedio ponderado de la tasa de crecimiento del precio de cada tipo de material, donde los pesos son la participación de los gastos en cada tipo de material sobre los gastos totales de insumos intermedios.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 97 de 266
	INFORME	

Las ecuaciones (61) y (62) se ajustan por las mejoras en calidad en el capital agregado y stocks de trabajo usando las proporciones de pagos a cada factor para ponderar la contribución de los cambios en el precio de cada factor. Por ejemplo, una explicación posible de por qué una empresa podría pagar salarios reales más altos es debido a las mejoras en la calidad de trabajo, quizás atribuible a mayores niveles de calificación de su fuerza laboral.


La ecuación (62) se ajusta en ese sentido midiendo los salarios de una calidad dada de trabajo a lo largo del tiempo y para muchas clases diferentes de trabajadores. Aunque los salarios reales corrientes podrían aumentar debido a un aumento en la educación promedio de los trabajadores de una empresa, la tasa de crecimiento de los salarios agregados en la ecuación (62) será cero mientras que el salario real de un trabajador con un nivel dado de educación no cambie.

La diferencia entre la tasa de crecimiento de los salarios medios y el índice de salario en la ecuación (62) puede ser interpretada como la contribución de los cambios en la calidad del trabajo. De forma semejante, aunque el precio de alquiler total de capital puede ser afectado por los cambios en la composición del stock de capital, el precio de alquiler total ajustado por calidad de capital (ecuación 61) no cambiará mientras el precio de alquiler de cada tipo de capital permanezca igual.

La ventaja clave del enfoque dual es que no necesitamos medir la tasa de crecimiento de las cantidades de factores, pero sí la tasa de crecimiento de precios de factores. Es razonable creer que la tasa de crecimiento del trabajo total no está sesgada significativamente porque el número de trabajadores es algo que puede ser medido con poco error.

De ahí probablemente, la poca ventaja de usar la tasa de crecimiento de los salarios (en el enfoque dual) en comparación a usar la tasa de crecimiento del número de trabajadores (en el Enfoque Primal). Sin embargo, cualquier medida de la cantidad física de capital probablemente estará sujeta a grandes errores. Aunque cualquier medida del nivel del precio de alquiler de capital es probablemente diferente del verdadero precio de alquiler de capital enfrentado por la empresa, mientras este sesgo sea constante con el tiempo, la tasa de crecimiento estimada del precio de alquiler será probablemente razonablemente exacta.

Además, típicamente hay algunas medidas de la tasa de interés real que podemos usar para computar el precio de alquiler de capital. Por lo tanto, se puede verificar si los cálculos aproximados de la tasa de crecimiento del precio de alquiler son

	DOCUMENTO	N° 065 -GPR/2007 Página 98 de 266
	INFORME	

significativamente afectados cuando son usadas diferentes medidas de la tasa de interés real.

4.2.2.3. TFP dual para un subconjunto de productos

Existe un último punto a tratar: ¿cómo medir CTFP para solamente un subconjunto de los productos de la empresa? En específico, qué ocurre cuando solamente algunas de los productos o servicios están sujetos a un régimen de precio tope. Al respecto, surge la necesidad de repartir el uso de los factores de producción entre los insumos usados para producir servicios sujetos al precio tope y servicios que no están sujetos al precio tope. Esto es prácticamente imposible de hacer.


En el enfoque dual queremos medir solamente la tasa de crecimiento de precios de los insumos usados para los servicios sujetos al precio tope. Esto es naturalmente tan difícil como medir la tasa de crecimiento de las cantidades de los factores que son solamente usadas para producir servicios sujetos al precio tope.

Sin embargo, la pregunta es cuán lejos estaríamos si calculáramos el enfoque dual con la tasa de crecimiento de precio de todos los factores utilizados por la empresa (en lugar del precio de solamente los insumos usados para los servicios sujetos al precio tope). Debe notarse que mientras es improbable que la tasa de crecimiento de las cantidades de factores usadas para los servicios sujetos al precio tope sea la misma que la usada para los servicios que no están sujetos al precio tope, es en cambio más probable que la tasa de crecimiento de los precios de los insumos usados para servicios sujetos al precio tope sea similar a la tasa de crecimiento de los precios de factores usados para servicios no sujetos al precio tope.

Por ejemplo, una expansión significativa en el número de teléfonos celulares (suponiendo que, como en el caso de Perú, la telefonía móvil no está sujeta al precio tope) está probablemente relacionada con una expansión grande en el stock de capital físico usado para servicios móviles. Sin embargo, es completamente posible y muy probable que la tasa de crecimiento del precio de alquiler de este tipo de capital especializado no sea diferente de la tasa de crecimiento del precio de alquiler del capital usado para proveer servicios de telefonía fija tradicional (que sí está sujeto al precio tope).

4.2.2.4. Aplicaciones empíricas del enfoque dual

El enfoque dual no ha sido ampliamente usado. Fue implementado por Hsieh (2002) en el contexto de medir las fuentes de crecimiento en los países asiáticos del este.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 99 de 266
	INFORME	

Este enfoque desde entonces ha sido tratado en varios estudios, incluyendo Antras y Voth (2003) para medir el crecimiento de la productividad en Inglaterra en el siglo XIX y Dai e Islam (2006) para medir el crecimiento de la productividad en China desde comienzos de la década de 1980.


El enfoque dual no ha sido utilizado en una manera exhaustiva para medir el crecimiento de la productividad en la industria de telecomunicaciones. Spavins y Lande (1990) del staff de la FCC comparan el precio de servicios de telecomunicaciones con el IPC para comparar la tasa del progreso técnico en el sector de telecomunicaciones respecto a la tasa de cambio técnico en el resto de la economía.

Aunque Spavins y Lande no expresan sus estimaciones en esta manera, lo que está detrás de su ejercicio corresponde al enfoque dual. Para implementar el enfoque dual completamente, a Spavins y Lande solo les faltó medir la tasa de crecimiento de los factores y las ganancias para la industria de telecomunicaciones en relación a toda la economía.

4.3. Enfoques No-Paramétricos de Estimación de la Productividad

El Análisis de la Envoltura de Datos (DEA) y el enfoque de la Frontera de Producción Estocástica son dos amplios métodos no paramétricos de medición de productividad. La más grande contribución de estos dos métodos es que los mismos descomponen los cambios en la productividad de la empresa en cambios en productividad de la empresa más eficiente (la “frontera” de la función de producción) y los cambios entre la productividad de la empresa analizada y la empresa más eficiente.

El enfoque de la frontera de producción estocástica estima los parámetros de la función de producción a través de técnicas econométricas estándar. El supuesto clave de este enfoque es que las diferencias de los insumos de las empresa no están relacionadas con el nivel de eficiencia. Sin embargo, este supuesto es claramente insostenible. Existe evidencia abundante de que las empresas más productivas contratan más insumos y las menos productivas emplearán menos insumos. En consecuencia, el enfoque de la frontera de producción estocástica tenderá a dar resultados estimados de la productividad de la empresa que subestimen el nivel de eficiencia de las empresas más eficientes y sobreestime el nivel de eficiencia de las empresas menos eficientes.

	DOCUMENTO	N° 065 -GPR/2007 Página 100 de 266
	INFORME	

El procedimiento del DEA estima la función de producción a través de métodos de programación lineal. La ventaja principal del enfoque de DEA es que puede ser implementado en ausencia de información sobre los costos de los factores de producción o los precios de los mismos. Sin embargo, el estimado de la función de productividad del enfoque DEA es más sensible a valores extremos (outliers) y a cambios en el número de observaciones.

De otro lado, el enfoque DEA asume que las diferencias tecnológicas entre empresas no afectan el radio óptimo de los insumos escogidos por la empresa regulada. Esto es más realista que asumir diferencias en los insumos que no estén relacionadas con las diferencias en eficiencia (que es el supuesto necesario para hacer que el método de fronteras estocásticas funcione), pero puede no cumplirse en ciertos casos.

4.3.1. Enfoque de la Frontera de Producción Estocástica

El objetivo de contabilizar el crecimiento es dividir el crecimiento del producto entre la contribución derivada del crecimiento en los insumos y la contribución de la tecnología. En particular, supongamos que el producto esta dado por:


$$Y = F(A, K, L) \quad \dots (64)$$

Donde, A es la tecnología, K es el capital y L el trabajo. El ratio de crecimiento de la productividad total de factores (CTFP) se puede derivar de la ecuación anterior como:

$$CTFP = \dot{Y}/Y - \left(\frac{F_K K}{Y}\right)(\dot{K}/K) - \left(\frac{F_L L}{Y}\right)(\dot{L}/L) \quad \dots (65)$$

Donde F_K y F_L denotan los productos marginales del capital y del trabajo. Como se había discutido en la sección anterior, hay dos problemas que se enfrentan al implementar esta ecuación. Primero, existen dificultades en la medición del producto real y de los insumos reales. Segundo, el problema de cómo medir el producto marginal del trabajo y el capital.

El enfoque de frontera de producción estocástica introducido por Aigner, Lovell, y Schmidt (1977) usa métodos de regresión para resolver el segundo problema. En este sentido, este enfoque es equivalente a los documentos sobre análisis de la función de productividad que estimaban los parámetros de la función de producción regresionando el producto de la empresa sobre sus insumos. En consecuencia, el

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 101 de 266
	INFORME	

enfoque de frontera de producción estocástica sufre de todas las limitaciones de este enfoque.

De otro lado, la información del producto e insumos es necesaria para implementar el enfoque de fronteras de producción estocásticas. Dado que ya hemos discutido los temas relacionados a la medición del producto y de los insumos en detalle en la sección anterior, no discutiremos más al respecto en la presente sección.

La contribución clave del enfoque de frontera de producción estocástica es que potencialmente nos permite identificar en qué medida la mejora de la productividad de la empresa resulta del movimiento de la frontera de producción común a todas las empresas (la función de la “frontera” de producción), y en qué medida la mejora de la productividad de la empresa es consecuencia de ampliar la brecha entre la productividad de la empresa y la frontera de producto³¹.

Específicamente, suponiendo que la función de producción de la empresa i está en función de la tecnología (A) y una función del capital (K) y trabajo (L) Cobb-Douglas:

$$Y_i = A_i K_i^\alpha L_i^\beta \quad \dots(66)$$

Expresándolo en forma logarítmica:

$$y_i = a + \alpha k_i + \beta l_i - u_i \quad \dots (67)$$


Donde : $y_i = \text{Log}Y_i, k_i = \text{Log}K_i, l_i = \text{Log}L_i$,

De otro lado, u_i es una variable aleatoria no negativa definida como $u_i = a - \text{Log}A$.

Dado que el parámetro “ a ” es definido como el logaritmo de productividad de la empresa más productiva; u_i puede ser interpretado como la diferencia en productividad de la empresa i y la empresa más eficiente. Basándonos en lo anterior, la Frontera de Producción Estocástica es definida como:

$$y_i^F = \alpha k_i + \beta l_i \quad \dots(68)$$

31. Esta diferencia fue introducida por primera vez por Farrell (1957).

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 102 de 266
	INFORME	

La eficiencia técnica de la empresa es definida como el ratio entre la productividad de la empresa y la “mejor practica” de nivel de productividad. Asumiendo que podemos estimar los parámetros α y β , la eficiencia técnica de la empresa i puede entonces calcularse como el ratio del producto actual de la frontera de producción:

$$\exp(u_i) = \frac{A_i}{\exp(a)} = \frac{\exp(y_i)}{\exp(y_i^F)} \quad \dots(69)$$

Intuitivamente, esta expresión establece que la eficiencia técnica de una empresa es el ratio de su producto actual relativo a lo que hipotéticamente podría producir si tuviera el nivel de eficiencia de la empresa más productiva.


Hasta ahora hemos asumido que u_i refleja la brecha entre la productividad de la empresa i y la de la empresa más eficiente. No obstante, es también posible que refleje el error de medición en el producto. Para superar este problema, la formulación típica del enfoque de fronteras de producción estocásticas permite un error de medición. Es decir, suponiendo que el producto medido esta dado por:

$$y_i = \alpha k_i + \beta l_i - u_i + v_i \quad \dots (70)$$

Donde $v_i \rightarrow N[0, v_v^2]$ se asume que es un error normalmente distribuido con media cero y varianza v_v^2 . De otro lado, el enfoque de frontera de producción estocástica típicamente asume que u_i es distribuido como una función exponencial o como una distribución media normal (porque se asume que u_i es no negativo).

Con estos supuestos, los parámetros en la ecuación anterior pueden ser estimados eficientemente vía el método estándar de máxima verosimilitud³². Teniendo la estimación de los parámetros de la ecuación (70), podemos estimar el nivel de productividad de la “mejor practica” (o la frontera de la función de producción) y la desviación del nivel de productividad de la frontera de cada empresa.

32. La ecuación (70) puede también ser estimada con una regresión de mínimos cuadrados ordinarios estándar, pero este procedimiento no nos llevará a estimados consistentes del intercepto dado que la regresión por mínimos cuadrados ordinarios no toma en cuenta el hecho que la distribución de u_i es trunca alrededor de cero.

	DOCUMENTO	N° 065 -GPR/2007 Página 103 de 266
	INFORME	

4.3.1.1. Limitaciones del Enfoque de Fronteras Estocásticas de Producción

La principal limitación del enfoque de fronteras estocásticas de producción es que asume que los insumos son asignados aleatoriamente entre empresas. Es decir, el supuesto clave es que k_i y l_i no están correlacionadas con u_i . Sin embargo, existen varias razones para esperar que empresas con alta productividad tengan más altos niveles de capital y trabajo.

Similarmente, es más probable que empresas con bajos niveles de productividad tengan menores niveles de capital y trabajo. Dado que la productividad de una empresa no es medible, los estimados de α y de β estarán claramente sesgados hacia arriba. Esto lleva a que el enfoque de fronteras estocásticas de producción subestime el nivel de eficiencia productiva de las empresas más productivas y sobreestime la eficiencia productiva de las empresas menos productivas.


Como se ha señalado anteriormente, mucha de la literatura sobre estimaciones de productividad del pasado siglo ha estado centrada en resolver el problema de endogeneidad. El Enfoque de fronteras estocásticas de producción, así como la literatura sobre la estimación de la función de producción, se ha avocado a los datos de panel y los enfoques de efectos fijos para resolver este problema de endogeneidad. Por ejemplo, este es el enfoque que han tomado Schmidt y Sickles (1984).

4.3.1.2. Aplicaciones empíricas en las Telecomunicaciones

El Enfoque de fronteras estocásticas de producción ha sido aplicado en muchos contextos, pero no tanto en la industria de las telecomunicaciones. En la revisión de la literatura solo fue posible encontrar algunos estudios que aplican el enfoque de fronteras estocásticas de producción al sector de telecomunicaciones y solo en dos países: Grecia y Japón. Específicamente, una serie de documentos de trabajo de Athanassopoulos y Giokas (1995, 1997, y 1998) y de Giokas y Pentzaropoulos (2000) usan el enfoque de fronteras estocásticas de producción para el sector griego de telecomunicaciones. Similarmente, Sueyoshi (1994, 1996, 1997, y 1998), y Sueyoshi y Baker (1994) aplicaron este enfoque al sector de telecomunicaciones de Japón.

4.3.1.3. Evaluación del Enfoque de la Frontera de Producción Estocástica

¿Cuáles son las ventajas y desventajas de utilizar el enfoque de fronteras estocásticas de producción? Primero, los requerimiento de información para implementar este enfoque son exactamente los mismos que los necesarios para el

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 104 de 266
	INFORME	

análisis estándar de las funciones de producción no paramétricas. Es decir, es necesario tener información sobre el producto y las cantidades de factores de producción y, obviamente, los problemas de medición serán los mismos. Por lo tanto, no existe una ventaja (ni desventaja) de usar el enfoque de fronteras estocásticas de producción en este sentido.

Segundo, el procedimiento empírico seguido por la literatura relativa a la función de producción estocástica sufre de las mismas limitaciones que los documentos de trabajo iniciales sobre estimación de la función de productividad.


En particular, el enfoque de fronteras de producción estocásticas asume una asignación de los insumos a través de las empresas que no está relacionado con el nivel de eficiencia de las mismas. Es fácil demostrar que empíricamente así como teóricamente, este supuesto no es correcto y llevará a estimados erróneos.

Tercero, el principal valor agregado del enfoque de fronteras estocásticas de producción es que nos permite distinguir entre los cambios de la frontera de la función de producción y la ampliación de la brecha de productividad entre la empresa analizada y la frontera de producción.

No obstante, esta descomposición es de poco valor para el propósito de establecer el factor X en la regulación por precios tope. Presumiblemente, todo lo que podemos hacer con el propósito de establecer el factor X es ver cómo el precio del producto de la empresa regulada disminuiría con la mejora de la productividad de la empresa si es que la empresa regulada estuviera operando en un ambiente de competencia.

Al respecto, lo que queremos medir es la mejora total en la productividad de la empresa. Pero no es relevante si la mejora en productividad es derivada de una mejora en la frontera de producción mundial del sector de telecomunicaciones o si es derivada del hecho que la empresa regulada haya logrado la “mejor práctica” en tecnología en el mundo.

Si es que la empresa estuviera operando en un entorno competitivo, el efecto de una mejora de productividad en el precio del producto debería ser exactamente la misma (misma magnitud), sin importar la fuente de la mejora. En resumen, debido a estas tres razones se considera que hay poca ventaja y varias desventajas de usar la metodología de fronteras estocásticas de producción con el propósito de calcular el factor X necesario para establecer los precios tope de las empresas de telecomunicaciones reguladas.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 105 de 266
	INFORME	

4.3.2. Enfoque del análisis de la envolvente de datos

Otro enfoque amplio de estimación de la función de producción es un enfoque no paramétrico conocido como Análisis de la Envolvente de Datos (DEA) introducido por Charnes, Cooper, y Sueyoshi (1978). El enfoque DEA también enfatiza la distinción de Farrell (1957) entre los cambios de la “mejor practica” de la función de producción y el agrandamiento de la brecha entre la empresa analizada y la frontera de producción.

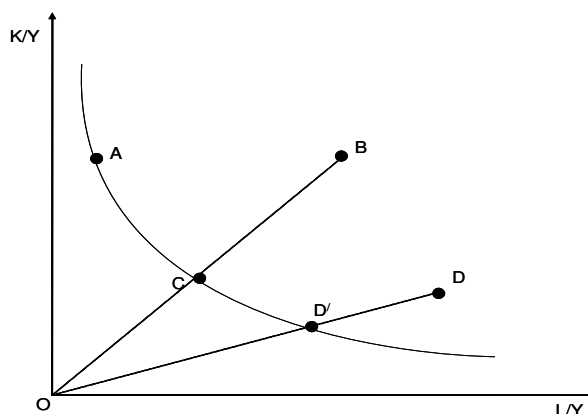
La principal innovación del enfoque DEA es que usa técnicas de programación lineal para estimar la función de producción. La ventaja clave del enfoque DEA es que no se necesita contar con información de la participación de los factores de producción (que sí son necesarios para el enfoque de Solow/Hall) ni con estimados de los productos marginales vía métodos econométricos (como en el enfoque de fronteras estocásticas de producción). No obstante, sí es necesario medir el producto y los insumos.

La idea básica tras el enfoque de DEA es mejor explicada por la siguiente figura. En el Gráfico N°. 8 suponemos que existen varias empresas en un punto del tiempo produciendo un solo producto a partir de trabajo y capital. La línea gruesa presenta la función de producción como el ratio mínimo de capital y trabajo por unidad de producto. Le llamaremos a esto la frontera de producción. Una mejora en productividad moverá la frontera de producción al suroeste.

Las empresas que están sobre la frontera de producción son consideradas como técnicamente eficientes. La empresa A está sobre la frontera de producción, así que es vista como técnicamente eficiente. Sin embargo, una empresa produciendo en el punto B estará siendo técnicamente ineficiente porque está utilizando más capital y trabajo de lo necesario para producir un nivel de producto designado por la frontera de producción. Si en vez de ello, esta empresa estuviera produciendo en un punto C, se estaría dando una mejora en la eficiencia medida por la distancia $(OB-OC)/OB$.

Similarmente, una empresa produciendo en el punto D es técnicamente ineficiente por que usa más insumos que los necesarios para lograr un mismo nivel de producto. Si es que la empresa produce en el punto D' en la frontera de producción, se estaría dando una mejora de la eficiencia técnica representada por la distancia $(OD-OD')/OD$.

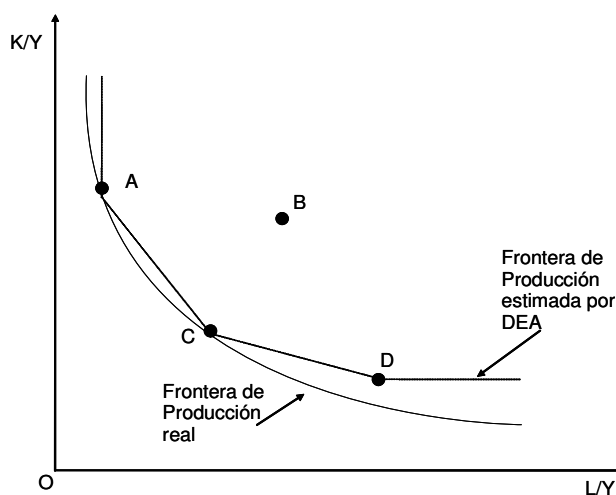
Gráfico N° 8
Frontera de Producción




El enfoque DEA estima la forma de la frontera de producción usando técnicas de programación lineal. Específicamente, la idea es usar las técnicas de programación lineal para construir una aproximación a la frontera de producción. El procedimiento consiste en construir una curva “enroscada” alrededor de todas las observaciones por afuera, “envolviéndolas” (de ahí el nombre: Análisis de la Envoltura de Datos).

El enfoque DEA es simple de entender a través del siguiente diagrama. En particular, asumamos que los puntos A, B, C y D representan a diferentes empresas. El punto A, C y D están cerca del origen, así que el enfoque de DEA dibujaría la frontera desde el punto A al punto C y al punto D. Las partes de la frontera por encima de A y D serán dibujadas extendiendo la frontera más allá de estos puntos en forma paralela a sus respectivos ejes. El enfoque DEA asume que esta curva aproxima la frontera de producción (la línea gruesa del Gráfico 9).

Gráfico N° 9
Frontera de Producción Estimada



	DOCUMENTO	N° 065 -GPR/2007 Página 107 de 266
	INFORME	

¿Cuál es la empresa más eficiente según el enfoque DEA? Las empresas A, C y D están en la frontera, así que el enfoque DEA asume que estas empresas están operando con la mejor práctica. No obstante, la empresa operando en el punto B está funcionando al noroeste de esta frontera, así que es considerada como menos eficiente. Esto debido a que parece posible que la empresa reduzca la cantidad de insumos y siga manteniendo el mismo nivel de producto en comparación con el desempeño de A, C y D.

Por ejemplo, una empresa operando en un punto como B puede disminuir su uso de los dos insumos y producir la misma cantidad de producto que si estuviera en el punto C. En los estudios de DEA, la empresa en el punto C es llamada “el equivalente” de la empresa B. El algoritmo formal de la programación lineal usado para la implementación del enfoque DEA se explica a continuación.


Supongamos que existen N empresas una industria (o N observaciones de una sola empresa a lo largo del tiempo) produciendo diferentes productos usando K insumos diferentes. El enfoque DEA minimiza los insumos para un nivel dado de producto resolviendo la siguiente secuencia del problema de programación lineal:

$$\begin{aligned} & \text{Minimizar } E_n && \dots(71) \\ & w_1, w_2, \dots, w_N, E_n \end{aligned}$$

Sujeto a:

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^N w_j y_{ij} - y_{in} &\geq 0 && i = 1, \dots, I \\ \sum_{j=1}^N w_j x_{kj} - E_n x_{kn} &\leq 0 && i = 1, \dots, K \\ w_j &\geq 0 && j = 1, \dots, N \end{aligned}$$

Donde, w_j denota las ponderaciones aplicadas a través de las N empresas y la solución E_n^* es la calificación alcanzada de eficiencia de la enésima empresa. La calificación de eficiencia para la enésima empresa es el número más pequeño E_n que satisface las tres restricciones anteriores. Puesto de manera diferente, la secuencia del programa de programación lineal resuelve, para la combinación convexa de los N puntos de data, que pueden producir por lo menos el producto de la empresa n y utilizar como máximo E_n^* veces la combinación de insumos de la compañía n.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 108 de 266
	INFORME	

Obviamente, para obtener un conjunto completo de calificaciones de eficiencia para todas las compañías, este problema debe ser resuelto para cada empresa.

Es útil interpretar este algoritmo en términos del Gráfico N° 9. Supongamos, por ejemplo, que queremos calcular la calificación de eficiencia de la empresa B. Intuitivamente, lo que este algoritmo hace es elegir la combinación de ponderaciones en las otras compañías que producirán un punto en la frontera de producción fronterizo como el punto C. La calificación de eficiencia está siendo minimizada porque representa la proporción más pequeña de los insumos existentes que la compañía B puede utilizar y aún así producir el mismo producto como si estuviera usando la mejor práctica observada.

Es deseable encontrarse lo más cerca posible al punto de origen para asegurar que uno se encuentra en la frontera productiva; esto es, tanto las ponderaciones como las calificaciones de eficiencia son elegidas para acercar a cada compañía al punto de origen, mientras que el punto contraído sigue siendo un ponderado de las demás empresas. Por ende, el punto B puede ser contraído hasta llegar al punto C: no puede ser contraído en ningún punto más cercano al origen que C, ya que cualquier otro punto más cercano al origen que C, no puede ser formado como un ponderado de los demás puntos observados en la figura. Asimismo, las compañías A, C y D no pueden ser contraídas más cerca al punto de origen si desean mantenerse como ponderados de los otros puntos. Por lo tanto, las compañías A, C y D son tomados como técnicamente eficientes.

4.3.2.1. Limitaciones del Enfoque DEA

La mayor ventaja del enfoque DEA es que provee de un procedimiento para estimar la función de producción sin necesitar información sobre precios de los insumos o participación de los ingresos de los factores de producción. En muchos casos, la información mencionada no está disponible (por ejemplo en las burocracias de gobierno) por lo que, en esos casos, el enfoque DEA puede ser la única opción viable para medir la productividad.

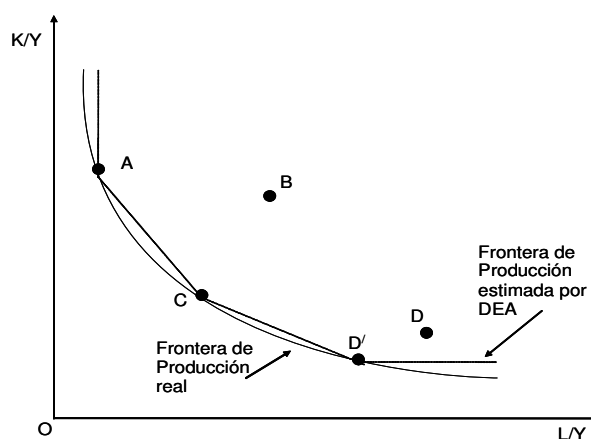
Existen, sin embargo, tres limitaciones con el enfoque DEA. La primera es que el enfoque DEA es muy propenso a errores de medición. Segundo, el enfoque DEA es sensible a cambios en el número puntos (observaciones). Tercero, el enfoque DEA asume que las empresas con diferentes niveles de intensidad de uso de factores de producción se encuentran en puntos diferentes en la función de producción.


La primera desventaja del procedimiento de la DEA es que es muy sensible a la presencia de valores extremos y, más generalmente, a errores en la medición. Esto es, el procedimiento de la DEA es sensible al error de medición de una manera diferente al enfoque tradicional en las regresiones. Esto se da porque la DEA es esencialmente un procedimiento de “conexión-de-puntos” que aproxima la función de producción calzándola al trazar líneas que pasan por encima de los diferentes puntos representando a empresas que tienen vistas algorítmicas dentro de la misma función de producción.

Este procedimiento es muy sensible al error de medición ya que por definición, la función de producción empleada debe pasar por el punto que representa a cada empresa. Claramente, si el producto o los insumos de una empresa son medidos con error, esto puede variar significativamente la función de producción creada por el enfoque DEA.

Por ejemplo, supongamos que el producto de la compañía D es medido con error. Específicamente, supongamos que el producto de la compañía D es subvalorado. Por ende, en vez de encontrarse en el punto D, medimos la combinación de insumos - producto de esta compañía como el punto D'. La función de producción estimada por el enfoque DEA unirá con líneas rectas a los puntos C, A y D', en vez de los puntos C, A y D (Gráfico 10). En este caso particular, los errores en la medición del producto de la compañía D llevarán al enfoque DEA a estimar una frontera de producción que se encuentre más cerca a la verdadera frontera de producción. Sin embargo, también llevaría a concluir (erróneamente) que la compañía D es técnicamente eficiente, cuando en la realidad, no lo es.

Gráfico N° 10
Enfoque DEA - Aproximación a la Frontera de Producción



	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 110 de 266
	INFORME	

Segundo, el enfoque DEA es muy sensible al número de puntos (observaciones). Específicamente, cambios en el número de observaciones pueden fácilmente resultar en diferentes estimados para la eficiencia de una determinada empresa. Por ejemplo, comparando los Gráficos 8 y 9, el enfoque DEA sugeriría que una empresa como D es técnicamente eficiente. No obstante, si la “verdadera” frontera de producción es tal como la diagramada en el Gráfico 8, entonces la compañía D en realidad no es técnicamente eficiente. Por ende, si todo lo que observamos son las compañías A, B, C, y D, nosotros concluiríamos que la compañía D es eficiente, mientras que en la realidad no lo es.


No obstante, si también observamos a una empresa en el punto D', entonces el enfoque DEA dibujaría la frontera de producción alrededor de los puntos A, C, y D' (Gráfico 10). En este caso, el enfoque DEA conllevaría al resultado correcto – que la compañía D es técnicamente ineficiente. Con mayor generalidad, la diferencia de productividad entre una empresa dada y la función de producción tenderá a ser menor cuando exista un mayor número de compañías en la muestra.

El tercer problema es que implícitamente asume que las diferencias en las intensidades de uso de los factores entre las diferentes empresas no tienen correlación con las diferencias tecnológicas entre las mismas empresas. Puesto de otra manera, asume que la razón por la cual las compañías producen en diferentes puntos de la frontera de producción es que se enfrentan a diferentes precios relativos de los factores, y no porque tengan diferentes niveles tecnológicos. Este supuesto es correcto si la tecnología es Hicks-neutral – esto es, si $F(A,K,L) = AF(K,L)$. Cuando la tecnología es Hicks-neutral, las diferencias en las intensidades de uso del factor solo serán derivadas de diferencias en precios relativos de los factores.

No obstante, si la tecnología no es Hicks-neutral, entonces el enfoque DEA confundiría una variación de la función de producción con un movimiento a través de la función de producción. Por ejemplo, supongamos que la función de producción puede ser expresada como una elasticidad de sustitución constante del capital, trabajo, y tecnología:

$$Y_i = \left[(A_{L_i} L_i)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + (A_{K_i} K_i)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right]^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} \quad \dots(72)$$

Donde, A_L es un índice de tecnología “incrementa trabajo”, A_K es un índice de tecnología “incrementa capital”, y σ denota la elasticidad de sustitución entre el

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 111 de 266
	INFORME	

capital y el trabajo. Aquí, permitimos que el cambio técnico sea sesgado en el factor, es decir, el cambio tecnológico puede potencialmente incrementar (o disminuir) el producto marginal del capital relativo al del trabajo.

Si asumimos que la compañía i maximiza sus ganancias y está sujeta a los precios de insumos W_i y R_i , la razón capital-trabajo maximizadora de ganancias de la compañía i es dada por:

$$\frac{K_i}{L_i} = \left(\frac{A_{K_i}}{A_{L_i}} \right)^{\sigma-1} \left(\frac{W_i}{R_i} \right)^{\sigma} \quad \dots(73)$$

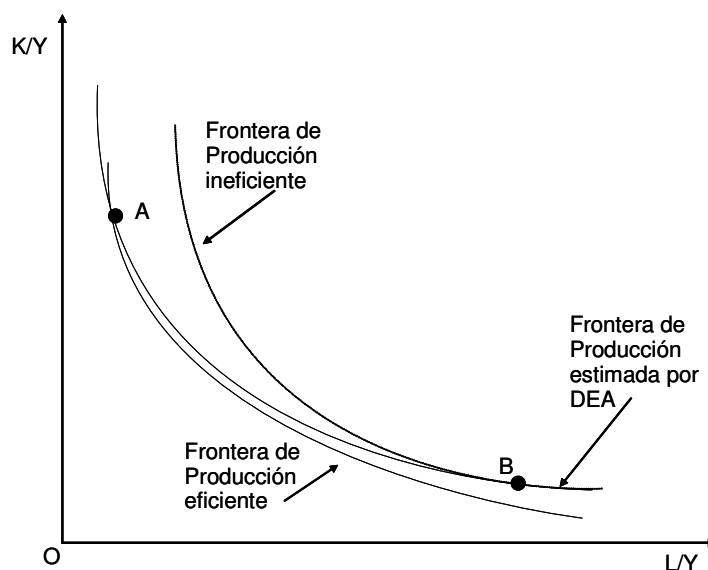
Como vemos, la razón capital-trabajo maximizadora de ganancias no solo es una función de la razón de precios de los insumos de la empresa, sino también una función de la tecnología de la empresa. Intuitivamente, cuando la tecnología está sesgada por el factor, la razón capital-trabajo de una empresa también será afectada por su tecnología.

Por ende, no podemos emplear las diferencias en las razones de capital-trabajo entre las empresas para estimar la forma de la función de producción ya que las empresas con diferentes razones de capital-trabajo, pueden muy bien encontrarse en diferentes funciones de producción.

Este punto puede ser ilustrado vía un diagrama. Supongamos que existen dos compañías, A y B. Sumamos a esto el supuesto que la compañía A es técnicamente más eficiente que la compañía B, pero esta diferencia técnica está basada en el capital. Esto es ilustrado en la Gráfico 11, con una mayor diferencia entre la frontera de producción de la compañía A y la frontera de producción de la compañía B, cuando se tienen altas razones de capital-trabajo.

Sin embargo, si añadiéramos una curva lisa por todos los puntos observados, estimaríamos una frontera de producción que pasa por los puntos A y B (Gráfico 11). Por lo tanto, concluiríamos que las compañías A y B se encuentran en la misma frontera de producción, cuando en la realidad, este no es el caso.

Gráfico N° 11
Frontera de Producción Eficiente




Notemos, sin embargo, que los supuestos de las diferencias técnicas Hicks-neutral necesarios para llevar a cabo el enfoque DEA son significativamente más débiles que los supuestos necesarios para el enfoque de la frontera de producción estocástica. En primer lugar, la frontera de producción estocástica requiere que todas las diferencias en los insumos a través de las empresas no estén relacionadas a las diferencias en tecnologías entre las empresas.

Este último supuesto es claramente irreal e insostenible –sabemos que seguramente existen diferencias técnicas entre las empresas, las cuales aparecerán como diferencias en los insumos entre empresas, aunque dichas diferencias técnicas sean de la variedad Hicks-neutral. Opuestamente, el enfoque DEA sigue siendo apropiado (dejando de lado el tema del error de medición y la sensibilidad al número de observaciones) siempre y cuando las diferencias técnicas entre las compañías sean Hicks-neutral.

4.3.2.2. Aplicaciones Empíricas del Enfoque DEA

Luego del enfoque Hall/Solow, el enfoque DEA es el segundo procedimiento más utilizado para estimar la productividad en el sector de telecomunicaciones. Una razón importante para su uso extendido es que el enfoque DEA no requiere tener data sobre los precios de los factores, lo cual en muchos casos no se encuentra disponible. En el documento de trabajo de Charnes, Cooper y Sueyoshi (1978), que

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 113 de 266
	INFORME	

introdujo por primera vez el enfoque DEA, se aplicó este procedimiento a un análisis de productividad de la industria de telecomunicaciones de Estados Unidos.


Este trabajo dio lugar a una gran cantidad de documentos de trabajo. Por ejemplo, Madden y Savage (2001) y Whiteman y Pearson (1993) aplican el procedimiento del DEA para la estimación de productividad en las telecomunicaciones. Otros ejemplos de estimaciones en el ámbito de las telecomunicaciones hechas empleando el método DEA son Majumdar (1995a, 1995b, 1995c, 1997, 1998), Banker, Chang, y Majumdar (1996), Majumdar y Chang (1996), Majumdar y Venkataraman (1998), Dinc, Haynes, Stough (1998) y Geffroy (1999) para los Estados Unidos, Athanassopoulos y Andrioti (1995) para Grecia, Cabanda (2001) para varios países asiáticos, y Koshi y Majumdar (2000) para un número de países OECD.

4.3.2.3. Evaluación del Enfoque DEA

La mayor ventaja del enfoque DEA es empírico – aunque necesitamos de la data sobre el factor de cantidades de insumos y productos, no necesitamos tener información sobre la participación de pagos de cada factor (o data sobre precios de factores) para implementar el enfoque DEA. En los casos en los cuales tal información no se encuentra disponible, el enfoque DEA puede ser una de las pocas opciones viables que uno tiene para estimar la productividad.

Este beneficio, sin embargo, viene con un costo. Primero, el enfoque DEA es bastante sensible al error de medición y a los cambios en los números de observaciones utilizados para implementar dicho enfoque. Específicamente, tanto el error de medición como los cambios en el número de empresas en la muestra, pueden cambiar significativamente la forma de la función de producción estimada.

Segundo, el enfoque DEA asume que las diferencias técnicas entre las empresas no cambian a la razón óptima de cantidades de factores. Puesto de otra manera, el enfoque DEA asume que las diferencias técnicas entre las empresas son del tipo Hicks-neutral. Cuando este no es el caso, el enfoque DEA generalmente tenderá a confundir cambios en la función de producción con un movimiento a través de la misma. En conclusión, el enfoque DEA es una alternativa razonable cuando la data de costo de los factores no se encuentra disponible.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 114 de 266
	INFORME	

5. EXPERIENCIA INTERNACIONAL

La presente sección presenta una revisión de la experiencia internacional en la implementación del sistema de precios tope en el sector de las telecomunicaciones, en particular, aspectos como los incentivos a la calidad, la especificación de las canastas sujetas a regulación, la vigencia del factor de productividad y la antigüedad de los datos utilizados para la estimación del factor. Asimismo, se presenta una breve revisión de las principales experiencias en la estimación del factor de productividad bajo la definición de la productividad total de factores.


5.1. Aplicaciones de la metodología precio tope: Sector Telecomunicaciones.

La idea central de la metodología de precios tope es que los precios de la industria regulada deben mostrar la misma tendencia que los precios promedio en la economía, pero deben disminuir de acuerdo a las innovaciones tecnológicas y mejoras en eficiencia de la empresa, que permiten reducir costos.

Dicho regimen regulatorio fue puesto en práctica por primera vez en 1984 en la regulación de telecomunicaciones del Reino Unido; un año después de ser propuesto por Littlechild (1983). A partir de la experiencia británica, dicho modelo ha sido adoptado por distintos reguladores en economías europeas como los Países Bajos en 1989, Francia desde 1991, Alemania desde 1993, Dinamarca y Bélgica en 1997, entre otras. Del mismo modo, en 1989, la Federal Communications Commission (FCC) de Estados Unidos reemplazó la regulación de tasa de retorno por el esquema de precio tope. Finalmente, en Latinoamérica, Argentina, México, Bolivia, Brasil, Perú y Venezuela siguieron este modelo de regulación.

El esquema de precios tope se encuentra enmarcado dentro de la regulación por incentivos y consiste, en su forma general, en imponer un tope al incremento en los precios de los servicios brindados por la empresa, el cual no podría superar la diferencia entre el incremento de un índice de precios de la economía y el valor de un factor de productividad (factor X) determinado por el regulador.

El objetivo de dicha metodología es obtener una medida de la productividad de la empresa y compensarla por su mejora, del mismo modo que por la inflación. Esto sucede porque el regulador se compromete a mantener fijo el valor del factor X por un periodo de tiempo determinado (la empresa regulada se enfrenta a reducciones obligatorias de precios por efectos del factor X, que son pre-establecidas y fijas), de tal manera que la empresa tiene incentivos a mejorar su productividad y poder

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 115 de 266
	INFORME	

ganar el máximo excedente posible que los precios le permitan en dicho periodo (rezago regulatorio).

Este tipo de incentivos es lo que diferencia principalmente un esquema de precios tope de una regulación por costos (Tasa de Retorno), en la cual no existe un estímulo para la reducción de costos ya que la empresa no será directamente beneficiada. No obstante, cabe decir que el esquema de precios tope es frágil ante “shocks” negativos no anticipados y puede no proveer los incentivos necesarios para mantener la calidad a la vez que se reducen los costos.


De otro lado, es importante precisar que en la práctica existen variantes en las aplicaciones del sistema de precios tope que se ajustan a la realidad particular de las economías donde se viene empleando. A continuación realizaremos una breve revisión de la principales experiencias.

En el caso del Reino Unido –primer país en implementar el sistema de precios tope para la regulación de la empresa British Telecom (BT)– a pesar de contar con amplia experiencia en la implementación de este mecanismo, ha modificado su diseño en más de una oportunidad.

Así, el último sistema de precios tope vigente tiene como características principales que, siguiendo la fórmula original, emplea el Índice de Precios al Consumidor para indexar los topes de precio, a pesar que podría ser que este índice no refleje correctamente los cambios en los precios de los insumos de BT. Sin embargo, como los demás índices no son tan conocidos por el público, OFTEL (actualmente OFCOM) consideró que era preferible utilizar un índice de amplia aceptación.

Asimismo, no se incluye en la fórmula los servicios nuevos, como incentivo para que las empresas desarrollen nuevos productos y no se cuenta con un precio tope global para todos los servicios. Los aumentos de precios en las canastas están ponderados por la contribución de cada servicio a los ingresos totales en la canasta en el año inmediatamente anterior.

De otro lado, no se incluye en la fórmula de ajuste un factor exógeno. Además, en el caso que BT reduzca sus costos en exceso de lo requerido un año, podrá imputar el exceso a la reducción de años posteriores, lo cual se ha incluido para evitar desestimular las reducciones de precios de la empresa.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 116 de 266
	INFORME	


Los periodos regulatorios 1997–2001 y 2002–2006 fueron un poco diferentes a los anteriores, por la entrada efectiva de nuevos operadores y nuevas modalidades de competencia, entre las cuales se contarían la telefonía fija inalámbrica y la telefonía por cable. Todo ello condujo a los operadores a argumentar que OFCOM debía abandonar el esquema de regulación por precios tope para adoptar un esquema basado en la protección selectiva de consumidores que no tuvieran acceso a la competencia.

Sin embargo, los representantes de consumidores señalaron que BT todavía controlaba el 90% de las líneas residenciales y que la competencia se presentaría lenta y muy posteriormente. No obstante, para el segundo de los mencionados periodos, las encuestas realizadas con respecto a indicadores de eficiencia y calidad de servicio fueron decisivas para que OFCOM considere desregular la industria de Telecomunicaciones.

De otro lado, en el cálculo específico del factor X fueron utilizados los siguientes elementos: los pronósticos de demanda (dada la importancia de costos fijos), la participación de BT en el mercado, el costo de capital (basado en el modelo Capital Asset Pricing Model (CAPM)), la base de activos y las ganancias en eficiencia. El método empleado por el regulador británico es conocido como Building Blocks y consiste en estimar las probabilidades de ocurrencia de diversos eventos que dependen, a su vez, de otros eventos contingentes. Debido a que dichas probabilidades se deben desarrollar sobre información detallada y verosímil, se requiere de extensa información y de un manejo muy preciso de las características de la empresa regulada y del mercado.

En términos de resultados, en el primer plan de precios tope, establecido en 1984, el factor X estimado fue de 3%. En la revisión de 1989 se aumentó a 4.5%. En 1991 se aumentó de nuevo a 6.25% y luego, en 1992, a 7.5%. Para el periodo de 1997-2001 se utilizó un factor de 4.5% y finalmente, entre el 1 de agosto del 2002 y el 31 de julio del 2006 se empleó un factor de 0%, después del cual se desreguló el sector.

En lo que respecta a la experiencia canadiense de implementación de la regulación por precios tope, inicialmente, la Canadian Radio-television and Telecommunications Commission (CRTC) dio prioridad al rebalanceo tarifario; el cual a su entender era una condición necesaria para lograr una competencia sostenible. Esto ocurrió entre 1995 y 1998, donde los cargos de suscripción se incrementaron, lo que se compensó con una reducción de los cargos de contribución de larga distancia.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 117 de 266
	INFORME	

No obstante, ya en 1994³³ se había decidido que la regulación de ingresos sería reemplazada por un esquema de precios tope, el cual sería efectivo desde el 1 de enero de 1998. Asimismo, se determinó los operadores sujetos a la regulación, el tiempo de duración del factor, así como los servicios que serían regulados.

Para la empresa más grande (Bell Canada), el precio tope cubría aproximadamente el 30% de sus ingresos y estuvo vigente hasta finales del 2001. El siguiente periodo regulatorio duró 4 años más (2002 a 2005).


En cuanto a la fórmula empleada, la misma está conformada de tres componentes principales: el índice de inflación, el factor de productividad y los factores exógenos. En general, la canasta de servicios se encontraba sujeta a un índice de precios basado en una tasa anual de inflación menos un ajuste de productividad y factores exógenos limitados que surgen de la ocurrencia de eventos de los cuales las empresas no pueden tener control.

La medida de inflación empleada fue el Índice de Precios del PBI³⁴. Éste fue elegido por la Comisión debido a que tiene una base más amplia y menor volatilidad que el índice de Precios al Consumidor, el cual no considera la inversión y refleja los cambios constantes en los precios que tienen impacto en los consumidores. Asimismo, la Comisión notó que el Índice de Precios del PBI es utilizado ampliamente en la regulación por precios tope de las telecomunicaciones en Estados Unidos.

En cuanto al factor de productividad, éste se determina por cinco elementos: la productividad total de factores (TFP) de la industria, la TFP de la economía, el diferencial de las tasas de crecimiento del precio de los insumos de la industria y de la economía, un dividendo de productividad del consumidor (stretch factor) y un ajuste por competencia. El primero de ellos, a su vez, se establece de acuerdo a una metodología basada en el cálculo del costo del capital con datos históricos. Por su parte, el segundo y tercer componente se obtienen de un estimado de largo plazo (1962–1995) para la economía canadiense. Finalmente, el dividendo de productividad hacia el consumidor no ha tenido una metodología clara de cálculo, de la misma manera que el ajuste por competencia.

33. Para un mayor detalle véase “Telecom Decision CRTC 94-19” y posteriormente, “Telecom Decision CRTC 97-9”.

34. El índice de precios PBI mide el costo de una canasta fija de los bienes y servicios que constituyen el PBI en un año dado.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 118 de 266
	INFORME	

De otro lado, se decidió utilizar un mismo factor de productividad para toda la industria en lugar de unos específicos a las compañías; así como un enfoque diferencial, en el que se tome en cuenta las variables relativas al desempeño de toda la economía y no sólo a las empresas del sector. Conforme a lo anteriormente expuesto, en el primer periodo del esquema regulatorio, la Comisión aprobó un factor de productividad de 4.5% de acuerdo a los elementos comentados anteriormente: TFP de la industria (4.2%) menos TFP de la economía (1.0%); más el diferencial de los precios de los insumos (3.5%) y el stretch factor (1.0%), menos el ajuste por competencia (0.0%). En el segundo periodo, el factor de productividad fue de 3.5%.


Asimismo, la Comisión determinó incluir factores exógenos, como un factor de ajuste Z en la fórmula del precio tope para eventos o iniciativas que cumplan lo siguiente: (i) si son acciones legislativas, judiciales o administrativas fuera del control de la compañía, (ii) si están dirigidos específicamente a la industria de telecomunicaciones; y (iii) si tienen un impacto material en el segmento de utilidades de la compañía.

De igual modo, la Comisión consideró el factor T, propuesto por una de las empresas como mecanismo para limitar las circunstancias bajo las que el esquema de precios tope podría verse afectado por factores exógenos, como por ejemplo, impuestos específicos a la industria. La aplicación de este factor está sujeta a las mismas condiciones que el factor Z.

En lo que respecta a la experiencia estadounidense, la empresa AT&T opera desde 1989 con un esquema de precio tope que descansa en el cálculo de un índice de productividad total de factores (ITFP).

El factor X vigente para el primer periodo regulatorio fue de 3% (2.5% de factor de productividad y 0.5% de Dividendo del Consumidor) y existe un ajuste por factores exógenos (por ejemplo, para compensar por cambios en los cargos de acceso). Para calcular los cambios de precios, AT&T pondera los cambios de precios de cada servicio en la canasta, donde el ponderador es igual a la contribución de cada servicio a los ingresos.

Además de la restricción global, que limita el aumento de precio ponderado de cada canasta, la FCC impone límites al crecimiento de los precios de los servicios individuales de AT&T, que acota el rebalanceo de tarifas. Estos límites evitan aumentos o disminuciones de precios de más del 5% sobre los cambios autorizados.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 119 de 266
	INFORME	

Además de la regulación de los servicios de larga distancia tradicionales, la FCC también regula a las operadoras locales (“Local Exchange Carriers” o LECs) en su actividad interestatal utilizando el esquema de precios tope desde 1990. En 1994, inició una revisión general del sistema, la cual dio lugar a cambios importantes en el sistema, como el establecimiento de un factor X único de 6.5% y la no obligatoriedad de la repartición de utilidades excesivas.

En cuanto al factor de productividad, la FCC estudió varias metodologías para establecer el factor X, incluyendo el Método de Ingresos Históricos, que consiste en fijar un valor de X tal que, en retrospectiva, la tasa de retorno de la industria hubiera alcanzado una cifra de 11.25%. Sin embargo, este método se rechazó pues se asemejaba demasiado a la regulación por costos y resultaba complicado aplicarlo.


Por su parte, el Método de Precios Históricos, según el cual el movimiento de precios relativos constituye una aproximación aceptable del crecimiento de la productividad, también fue descartado. Finalmente, la FCC optó por establecer un factor X basado en el cálculo de la TFP. En dicha metodología, los costos unitarios de producción de una empresa dependen de dos factores: (i) variaciones en la productividad (donde la productividad se mide como la relación de un índice del producto de la empresa con un índice de insumos) y (ii) cambios en los precios de los insumos.

Para medir el producto, algunas empresas preferían la utilización del método indirecto (dividiendo los ingresos por un índice de precios), mientras otras, como AT&T, preferían el método directo (con unidades físicas, como minutos de uso o número de líneas de acceso). La FCC optó por el método directo de medir cantidades, y manifestó su preferencia por el Índice Ideal de Fisher³⁵.

Las empresas y la FCC también debatieron la necesidad de dividir el producto en varios componentes. AT&T alegaba que bastaba con 3 componentes: servicio local, llamadas facturadas intraestatales y acceso intraestatal, y acceso interestatal, lo cual contó con el apoyo de la FCC.

De otro lado, para determinar la contribución del capital se calculan tres elementos: (i) el stock de capital para cada tipo de activo utilizando el “Método de Inventarios Perpetuos”; (ii) los servicios de capital aportados por cada tipo de activo (normalmente considerados como una proporción fija de del stock de capital); y (iii) la ponderación que recibe cada categoría de activos.

35. La FCC cita a Diewert (1992), quien precisa que el índice de Fisher es el único que cumple con 20 axiomas convenientes, y por ello, es seleccionado entre los demás.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 120 de 266
	INFORME	

Para determinar los gastos operacionales, la FCC determinó que se deberían seguir utilizando las tasas de depreciación; y rechazó la idea de aplicar un ajuste “hedónico” al valor del stock de capital que permita reflejar el hecho de que el nuevo equipo es distinto del viejo, no sólo en precio, sino en tecnología. En cuanto al diferencial de precios, la USTA sugirió establecer un diferencial de precios de 0%³⁶. Sin embargo, la FCC alegó que, de acuerdo con la evidencia que había examinado, el diferencial de precios histórico, entre 1984 y 1990 fue de 2.7%.

Sobre la base de estos cálculos, la FCC escogió un factor de productividad (incluyendo el diferencial de precios de insumos) del 6%. Los cálculos presentados destacan que aproximadamente 3.7% se atribuyen al crecimiento de productividad y 2.4% se atribuye al diferencial de precios. La FCC también adoptó un dividendo al consumidor³⁷ de 0.5%, para un factor X total de 6.5%.


En el caso colombiano, éste país se encontraba bajo un esquema regulatorio en el cual se garantizaba a los operadores un ingreso medio por línea, lo que se decide modificar para el periodo 2005–2009.

La Comisión de Regulación de las Telecomunicaciones (CRT) reconoce que existen dos tendencias sobresalientes en la experiencia internacional –pasar de regulación por tope de ingresos a una de tope de precios o cambiar los mecanismos de fijación tarifaria lineal por esquemas no lineales– y decide ir en la primera dirección considerando las características del mercado de telecomunicaciones de Colombia en aquella época. Además, se percibe que un esquema de precios tope es el camino más adecuado para una liberalización futura del mercado.

Así, la CRT presentó una propuesta consistente en un esquema de precios tope y la Opción Básica. De esta manera, según la Resolución CRT-1250 del año 2005, se definen los lineamientos de dicha propuesta. En el esquema de precios tope, se restringe que el cargo variable (\$/minuto) más el cargo fijo ponderado por el inverso de minutos promedio consumidos en un mes para cada empresa, no sea mayor que el producto del precio máximo por minuto y un factor de calidad Q.

36. La USTA precisaba que, como en el caso del Canadá, era estadísticamente imposible sostener que la diferencia entre las tasas de crecimiento de los precios generales y los precios de los insumos de las empresas operadoras era positiva.

37. Dividendo del consumidor o stretch factor es adicionado a la PTF histórica para reflejar las ganancias anticipadas de capital de moverse a un esquema más poderoso en la generación de incentivos.

	DOCUMENTO	N° 065 -GPR/2007 Página 121 de 266
	INFORME	


Dentro de este último precio, el regulador pondera el indicador obtenido en el periodo regulatorio anterior por la variación anual del índice de precios al consumidor, el factor de productividad y un factor exógeno que evita la transferencia de las ganancias de productividad si ocurren factores exógenos. Del mismo modo, se establece que el incremento en los servicios regulados no podrá exceder del 7.5% anual, con el propósito de que no se perjudique a un sector en particular.

En lo que respecta al factor de productividad X, éste se define como el porcentaje correspondiente al incremento esperado de productividad en la prestación del servicio de Telefonía Pública Básica Conmutada Local (TPBCL), derivado del comportamiento de la industria. Se constituye como un parámetro independiente de las acciones de las empresas reguladas y tiene que ver, en su lugar, con diferencias en la productividad del sector frente a la industria. Así, el factor establecido por la CRT es de 2% anual.

De otro lado, la CRT ha optado por utilizar un factor Z que refleje los cambios provenientes del contexto macroeconómico y que escapen del ámbito de actuación de las empresas. Dicho factor multiplica al factor de productividad y toma el valor de cero si es que el regulador estima que no es posible la transferencia de productividad hacia los consumidores; de otra forma, toma el valor de uno. Finalmente, la regulación ha establecido junto con el esquema de precios tope, el esquema de Opción Básica y Menús Obligatorios, que favorece a usuarios de bajo consumo.

En el caso de la experiencia brasilera, el esquema de precios tope es implementado desde 1997 con la Ley 9.472 y establecido posteriormente en cada uno de los contratos de concesión de las empresas operadoras. La actual metodología es muy parecida a la utilizada en el Perú para la regulación por precios tope de 2004–2007 y se basa en el cálculo de un Índice de Productividad Total de Factores (ITFP). Dicho índice se define como la razón de productividad de un periodo con respecto a la productividad de un periodo anterior; lo cual se puede medir, del mismo modo, como el cociente de un índice de cantidad de producto y un índice de cantidad de insumos utilizados en dicha producción.

Para calcular el ITFP, se utiliza la metodología de números índices y en particular, se opta por el Índice de Fisher debido a que atiende a propósitos regulatorios como son el mantenimiento de los precios constantes y el privilegio de los indicadores físicos, además de ser utilizado ampliamente en la regulación internacional por su precisión y simplicidad teórica.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 122 de 266
	INFORME	

Este indicador de la productividad de la empresa sirve como insumo para la construcción del factor X o factor de transferencia, el cual permite que la concesionaria y los usuarios compartan los beneficios económicos de las mejoras en productividad. Esto se logra utilizando una fórmula que pondere a la ganancia de productividad como porcentaje de la productividad total, por un factor c (Factor de Compartilhamiento). Este factor adicional es el que determina que parte de las ganancias van a la empresa o al consumidor. Actualmente, dicho factor es fijo y ha sido establecido por ANATEL en 0.5, con lo cual el reparto es simétrico.


Así, los precios son regulados de forma que el incremento en los precios de una canasta de servicios no sobrepase el valor de la misma canasta en un periodo de referencia ponderado por la variación del Índice de Servicios de Telecomunicaciones³⁸, el factor de transferencia y un factor exógeno de amortiguación. Además, se había dispuesto que si el factor resultaba ser negativo, el regulador le asignaría un factor de cero. Recientemente, la agencia reguladora ha optado por una metodología dinámica, a diferencia de la que viene aplicando desde el 2001 con un factor de productividad de 1% con un corte más estático.

En la experiencia argentina, en 1990 –con la privatización de ENTEL– se estableció un esquema regulatorio de precios tope, el cual rige por diez años. Dicho esquema se encontraba establecido en el contrato como 0% de descuento por dos años, IPC menos 2% anual en el periodo de exclusividad de la empresa (años 3 a 7 del contrato), el cual aumentaba a 4% durante los años siguientes de prórroga de dicha exclusividad. Asimismo, se garantizaba una rentabilidad mínima de 16%. En diciembre de 1999, una vez terminado el contrato con ENTEL, se empresa el Acuerdo de Cooperación entre el Estado y las empresas para la reducción tarifaria. Se dispone que a partir del primero de marzo de 2000, se aplique una reducción vía metodología del precio tope de 5.5% en el servicio medido urbano local de telefonía básica.

La regulación boliviana establece también un mecanismo de precios tope para la regulación de sus servicios de telecomunicaciones. La Superintendencia de Telecomunicaciones (SITTEL) decide implementar este esquema en 1996, donde la metodología para fijar el tope de precios se basa en un primer momento en estudios internacionales de tarifas y costos del servicio.

Posteriormente, se establece que los periodos regulatorios tendrán una duración de tres años. En el primero de ellos, el factor de productividad fue establecido para

38. Índice general de Precios – Disponibilidad Interna (sólo productos que se comercian al interior de Brasil, se excluye la exportación).

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 123 de 266
	INFORME	

todos los servicios considerados no competitivos y resultó de -1% semestral. El precio tope atendía a un promedio ponderado de los servicios que ofrecían las operadoras, de tal manera que ellas podían variar sus precios en algunos servicios más allá del tope impuesto por el regulador siempre y cuando dicho aumento se compensara en algún otro servicio.


En 1999 se inicia el segundo periodo regulatorio. Si bien se sigue aplicando un precio tope general para una canasta; ahora se diferencia entre operadores. El cálculo del factor se realiza tomando la última tarifa establecida por los operadores y utilizándola como precio tope inicial. En el siguiente periodo se dispone que dicho tope sea ajustado por la variación de un factor de control, que no es más que la variación de la inflación y la ganancia de productividad determinada por el regulador.

El esquema de precios tope también se encuentra presente en la regulación española y aunque ésta estuvo vigente sólo hasta el 2005, es importante conocer la manera como el mismo fue aplicado. La regulación por precios tope fue establecida en julio del 2000 y entró en vigencia desde el 2001. El periodo regulatorio establecido fue de 3 años. No obstante, para el segundo periodo regulatorio (2003–2005) se modificaron algunos puntos del modelo para cumplir con la Recomendación de Mercados de la Comisión Europea.

La metodología del esquema de precios tope utilizado se basa en la comparación de las variaciones de precio que tienen lugar en dos periodos de tiempo distinto. Para ello, se ha decidido utilizar como periodo base al periodo inicial, es decir, usar un Índice de Laspeyres. El objetivo es que la variación de los precios hoy no sobrepase la variación de los precios del periodo anterior más un porcentaje permitido por el regulador de acuerdo a la conocida fórmula IPC–X.

Así, para el cálculo del índice de precios se utiliza el IPC que se considere que armoniza con la zona euro; y en lo que respecta al factor de productividad se sigue la metodología del cálculo de un índice de productividad, el cual se define como la relación entre el producto y los insumos utilizados.

Asimismo, se dispone que si la variación de precios tope es negativa, se utilizará en lugar de ella el valor de cero. De otro lado, se definen tres canastas para la aplicación del factor: (i) la canasta 1 incluye la cuota de abono de líneas individuales y de enlace, llamadas fijo móvil, cargos de conexión, llamadas metropolitanas, provinciales, interprovinciales e internacionales; la canasta 2 incluye los cargos de

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 124 de 266
	INFORME	

abonos y altas de circuitos analógicos; y (iii) la canasta 3 incluye los cargos de abonos y altas de circuitos digitales.


Los valores respectivos del factor de productividad para dichas canastas en el primer periodo regulatorio fueron de 9%, 18% y -9.5% en general; no obstante, estos valores cambian dentro del periodo debido a las constantes modificaciones de componentes en las canastas. Para el segundo periodo, la canasta 1 se regula con un factor de 4% y la 3 con uno de -6%.

En el caso de la regulación australiana, el esquema de precios tope en el sector de telecomunicaciones se aplica en 1989, un año después del anuncio de reforma en el sector por parte de las autoridades. El plan establecido tuvo en cuenta la introducción de competencia y la fusión de las compañías proveedoras de servicio telefónico doméstico (Telecom) e internacional (*Overseas Telecommunications Commission* - OTC) para convertirse en el operador dominante, Telecom Australia (Telstra). Los objetivos eran distribuir los beneficios de los menores precios a los consumidores y proveer incentivos a las empresas para reducir costos.

El primer régimen se hizo efectivo el 1 de julio de 1989. El regulador australiano estableció dos mecanismos de precios tope (para Telecom y OTC); aunque ambos se encontraban de acuerdo con la fórmula $IPC-4\%$. En la canasta de Telecom, i.e., de servicios domésticos, se regulaba el abono o renta, cargos de interconexión y llamadas locales. Asimismo, se estableció que la duración del factor de productividad sería de tres años.

Sin embargo, para el periodo regulatorio 1992 – 1995, la forma de administrar las restricciones de precios varían un poco debido a cambios importantes en el desempeño del sector, a saber, la introducción de un competidor a Telstra. Así, se impone un tope global de precios de acuerdo a la fórmula $IPC-5.5\%$ y tres sub canastas, con lo que el factor de productividad cambia de acuerdo a subtopes que agrupan los distintos servicios.

En la experiencia de la regulación de servicios de telecomunicaciones en Hong Kong, el esquema de precios tope se introduce en el marco de la reestructuración del sector desde junio de 1992, debido a la introducción de competencia en la telefonía fija doméstica. Este régimen regulatorio es aplicado a la *Hong Kong Telephone Company Limited* (HKTC) –empresa dominante en el sector. Asimismo, este esquema reemplaza a la regulación por tasa de retorno y se puso en práctica el 30 de junio de 1993 con una duración de tres años.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 125 de 266
	INFORME	

La fórmula planteada por la autoridad de telecomunicaciones de Hong Kong es la ampliamente utilizada RPI – X, situando el factor de productividad en un inicio en 4%. No obstante, el ente regulador se comprometió a revisar al fin del periodo si el esquema regulatorio había tenido éxito en los objetivos de mejoras de productividad y disminución de precios; caso contrario evaluaría una nueva reforma.

De acuerdo a la implementación de este modelo regulatorio, HKTC tiene la flexibilidad para ajustar sus precios hacia arriba o abajo según lo crea conveniente, mientras el precio tope general no sea violado. Si bien es cierto que el periodo regulatorio dura tres años, se aplican controles en la variación de los precios de manera anual. El precio tope se estructura en una canasta general y dos subcanastas. En la canasta general se consideran las líneas en servicio, los aparatos telefónicos y sus circuitos, aparatos especiales, telefonía pública, conexión de conferencia y otros servicios. Para dicha canasta, se considera que en un año el ingreso de cada servicio individual ponderado por los cambios en los precios de los mismos no sobrepasen la suma de los ingresos de todos los servicios multiplicados por RPI-X y un factor exógeno Z.

En esta fórmula, se utiliza el índice de precios al consumidor para calcular la tasa de inflación del periodo de doce meses inmediatamente anterior a la fecha de la vigencia de la tarifa. Asimismo, el factor exógeno Z sirve para que la empresa pueda canjear posteriormente las mejoras en productividad de periodos anteriores. Cabe notar que los volúmenes de los servicios de la empresa no juegan rol alguno en la determinación del precio tope.

Asimismo, se tienen dos subcanastas que se encuentran compuestas de servicios considerados socialmente importantes, i.e., cargos de interconexión y los cargos de la renta de una línea residencial. Dichos servicios se rigen por las fórmulas RPI–4% y RPI–3%, respectivamente. Estas restricciones tienen como consecuencia que la HKTC pueda rebalancear su estructura tarifaria con la restricción de que estos dos servicios no puedan ser aumentados con creces, de tal manera que permanezcan accesibles al público así como a otras empresas.

5.2. Criterios para la implementación del régimen regulatorio

La presente sección presenta una breve revisión de los principales criterios que caracterizan la implementación del sistema de precios tope en el sector telecomunicaciones a nivel internacional.

5.2.1. Incentivos a la calidad

Los incentivos para la calidad son importantes en este tipo de esquema, en tanto no son asegurados por la regulación misma. Por ende, se tienen que anexar a este tipo de régimen. En el caso británico, para el período entre 1997 y 2001, OFTEL descartó la idea de incluir formalmente un factor de control de calidad y siguió dependiendo de programas para monitorear la calidad; postura que la regulación canadiense y brasilera también adoptan.

Por su parte, la regulación colombiana sí añade un factor Q , el cual permite establecer la calidad del servicio que cada empresa ofrece a sus clientes. Dicho factor se encuentra construido en base a la suma ponderada de cuatro indicadores de gestión previamente normalizados, de la siguiente manera:

Cuadro Nº 9: Ponderadores del Factor de Calidad del servicio (Q) en Colombia

Nº	Indicador	Ponderación
1	Nivel de Satisfacción del usuario	40
2	Tiempo Medio de Reparación de daños	20
3	Tiempo Medio de Instalación de nuevas líneas	10
4	Número de Daños por cada 100 Líneas en Servicio	30

Elaboración: OSIPTTEL

De otro lado, los valores máximos y mínimos para los indicadores utilizados en el factor de calidad Q para normalizarlos son:


Cuadro Nº 10: Valores Max. y Min para normalizar los indicadores

Indicadores de tendencia positiva	Min	Max
Nivel de Satisfacción del Usuario (NSU)	76	80
Indicadores de tendencia negativa	Min	Max
Tiempo Medio de Reparación de Daños	1 día	2 días
Tiempo Medio de Instalación de Nuevas Líneas	10 días	15 días
Número de daños por cada 100 Líneas en Servicio	23	33

Elaboración: OSIPTTEL

5.2.2. Canastas y empresas reguladas

Un tema fundamental es analizar la especificación de las canastas de servicios regulados y la revisión de las decisiones en materia de la especificación de las empresas que estarán sujetas a regulación. En el Reino Unido, la última regulación

	DOCUMENTO	N° 065 -GPR/2007 Página 127 de 266
	INFORME	


optó por una canasta consistente en los servicios de acceso fijo, llamadas locales, nacionales e internacionales, llamadas fijo-móvil y llamadas asistidas por la operadora, sólo para los ocho deciles inferiores de los clientes residenciales; dejando de lado los servicios de conexión, desconexión de una línea anteriormente instalada y alquiler de línea que eran regulados hasta el 2001.

En la regulación canadiense, la canasta global contiene tres subcanastas, que incluyen servicios locales residenciales básicos, servicios comerciales locales básicos y otros servicios locales. Estos se encuentran sujetos a restricciones en precios adicionales: los incrementos en precios de la canasta de servicios básicos no pueden exceder la tasa de inflación en un periodo de cuatro años, y ningún elemento de esta canasta deberá incrementarse en más de 10% en cualquier año (a excepción de áreas metropolitanas).

La segunda subcanasta (de diferentes líneas de negocios comerciales) no tiene restricción alguna. La tercera cuenta con una restricción de precios que equivale a la tasa de inflación. Hay una relación indirecta entre las subcanastas, ya que si hay un incremento de precios en la primera, esto debe ser compensado con una reducción en la segunda a fin de alcanzar el objetivo de la canasta global. Los servicios de telefonía pública son excluidos de este tipo de regulación.

Por su parte, en los Estados Unidos, existen tres canastas de servicios que son reguladas: (i) Servicios básicos de telefonía para residencias y sector no residencial de bajo volumen (incluyendo llamadas de larga distancia nacional e internacional); (ii) Servicios 800 y (iii) Servicios para el sector no residencial de alta demanda.

En el caso brasilero, se decidió regular sólo el servicio telefónico fijo conmutado (STFC) destinado al público en general. Asimismo, en algunos países se ha optado por regular solamente al operador incumbente, tal y como sucede en Alemania, Australia, Bélgica, Bolivia, España, Francia, México y el Reino Unido. Por ejemplo, en la experiencia canadiense se establece que se aplicará el régimen de precios tope a BATEL, Bell Canada, The Islad Telephone Company Limited, Maritime Tel & Tel Limited, MTS NetCom Inc., The New Brunswick Telephone Company, Limited, NewTel Communications Inc. y TELUS Communications Inc. De otro lado, Brasil, Canadá y algunos estados de Estados Unidos tienen todo un conjunto de empresas a las que regulan; e incluso países como Colombia, regulan a todos los operadores que provean servicios regulados.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 128 de 266
	INFORME	

5.2.3. Duración del factor de productividad

Un punto controversial en el diseño de esta regulación es el tiempo que se mantendrá fijo el factor. Esta decisión es crucial debido a que un tiempo corto puede desincentivar a la empresa a realizar fuertes inversiones en innovación y reducción de costos, ya que a su vez implica un breve tiempo en la obtención de los beneficios, hasta que se determine un nuevo factor.

En el caso más extremo, la regulación por precios tope se asemejará a la regulación por costos. Por otro lado, si la duración del factor X es amplia, se permite una sostenida disociación entre precios y costos, lo que perjudica a los usuarios debido a que las ganancias de productividad permiten la reducción de tarifas con menor frecuencia. Así, el tiempo es crucial para no incurrir en ninguno de los dos extremos.


Lo que se observa en la experiencia internacional es que este tiempo usualmente se encuentra debajo de los 5 años. Por ejemplo, ANATEL ha establecido la duración del factor X en 2 años; mientras que países como Argentina, Australia y Hong Kong lo mantienen fijo por 3 años. Por otro lado, el Reino Unido, México, Colombia y Canadá establecen la duración del mismo en 4 años.

5.2.4. Antigüedad de datos

De otro lado, la antigüedad de los datos que se utilizan para calcular el factor es un tema importante también. Esta discusión atiende al hecho de que al utilizar series históricas en la estimación del factor X, se toma una mayor información de los shocks que ha percibido la empresa. Los reguladores de Brasil y Argentina (para la regulación de 1999) han optado por utilizar el bienio anterior al cambio en la fijación del factor X. Por su parte, Colombia en su última regulación pretendía tomar los 4 años precedentes al nuevo periodo regulatorio (1998–2001); sin embargo, decidieron eliminar el año de 1999 pues dicho país se encontraba atravesando una severa crisis económica que podría sesgar los resultados. Asimismo, España utilizaba los 5 años anteriores para la realización de los cálculos.

En la experiencia canadiense, se utilizaron datos históricos para el cálculo del factor en el primer periodo regulatorio (1962–1995)³⁹; mientras que para el segundo se estableció que las empresas operadoras brindarían la información que faltaba para los años de 1995–2000, con lo cual se emplearía la misma metodología de cálculo.

39. Excepto en el cálculo de la PTF de la industria, en donde sólo se toman los años 1988–1995.

	DOCUMENTO	N° 065 -GPR/2007 Página 129 de 266
	INFORME	

El siguiente cuadro muestra la comparación internacional de los factores de productividad estimados en las diversas experiencias internacionales en el sector telecomunicaciones.

Cuadro N° 11: Benchmark de Factores de productividad: Telecomunicaciones

País	Periodo regulatorio	Servicios Regulados	X
Argentina	1990-1992	Telefonía local	0%
	1993-1997	Telefonía local	2%
	1998-2000	Telefonía local	4%
	2000-2001	Telefonía local, renta residencial, conexión a la red, LDN y LDI.	6.75%
	2002	Desregulación	
Alemania	2002-2004	Renta mensual, llamadas locales, LDN y LDI	1%
		Renta mensual	-1%
		Llamadas ocales	5%
		LDN	2%
		LDI	1%
Australia	1989-1991	Telefonía local, LDN, LDI, Y Fijo-Movil	4%
	1992-1995	Telefonía local, LDN, LDI, Y Fijo-Movil	5.5%
	1996-1998	Telefonía local, LDN, LDI, Y Fijo-Movil	7.5%
	1999-2001	Telefonía local, LDN, LDI, Y Fijo-Movil	5.5%
	2002-2005	Telefonía local, LDN, LDI, Y Fijo-Movil	4.5%
Bélgica	Desde 1997	Conexión a la red, telefonía local, LDN, LDI, llamadas desde teléfonos públicos.	3%
Bolivia	1999-2001	Telefonía pública, LD, Transmisión de datos, alquiler de circuitos, telex, telegrafía y portadores.	3.50%
	2002-2005	Telefonía pública, LD, Transmisión de datos, alquiler de circuitos, telex, telegrafía y portadores.	6.1%
	Actualmente	Estatal	
Brasil	2001-2005	Telefonía local	1%
	2004-2005	L.D.Nacional	5%
	2000-2005	L.D.Internacional	15%
	2006-2007	Telefonía local	1%
Canadá	1998-2001	Servicios residenciales básicos	4.5%
	2002-2006	Servicios residenciales básicos	3.5%
Colombia	1999-2005	Servicios locales básicos	2%
	2005-2009	Telefonía Pública Básica Conmutada Local	2%
Dinamarca	1998-2000	Servicios básicos de telefonía de voz	4%
	2000	Servicios básicos de telefonía de voz	7%
	2001-2003	Servicios básicos de telefonía de voz	4%

País	Periodo regulatorio	Servicios Regulados	X
España	2001-2003	Conexión a la red, telefonía local, LDN, LDI, llamadas fijo-móvil	9%
		Cargo de instalación	16.50%
		Renta mensual	-9.50%
	2003-2006	Conexión a la red, telefonía local, LDN, LDI, llamadas fijo-móvil	4%
		Renta mensual	-6%
Estados Unidos	Desde 1995	Servicios interestatales (LDN)	6.5%
Francia	1995	Servicios básicos de telefonía de voz	4.5%
	1996	Servicios básicos de telefonía de voz	5.5%
	1997	Servicios básicos de telefonía de voz	6%
	1998	Servicios básicos de telefonía de voz	9%
	1999-2001	Servicios básicos de telefonía de voz	5%
Irlanda	2000	Telefonía local, renta residencial, PDSI, conexión a la red, llamadas al operador, consultas al directorio telefónico y teléfonos públicos.	8.0%
Mexico	2003-2006	Telefonía básica	3%
Perú	1998-2001	Renta mensual, telefonía fija loca y LD	0%
	2001-2003	Renta mensual, telefonía fija loca y LD	6%
	2004-2007	Renta mensual, telefonía fija loca y LD	10.07%
Portugal	1998-2000	Servicios básicos y arrendamientos de circuitos.	4%
	1998-2000	Arrendamiento de circuitos	29%
Reino Unido	1984-1989	Acceso fijo, llamadas locales y de larga distancia nacional.	3%
	1989-1991	Acceso fijo, llamadas locales y de larga distancia nacional.	4.5%
	1991-1993	Se incluyen a las llamadas de larga distancia internacional.	6.25%
	1993-1997	Conexión a red, telefonía local, LDN, LDI, Fijo-móvil.	7.5%
	1997-2001	Conexión a red, telefonía local, LDN, LDI, Fijo-móvil.	4.5%
	2002-2006	Conexión a red, telefonía local, LDN, LDI, Fijo-móvil.	0%
	2006	Desregulación	
Venezuela	1991-1996	Telefonía local	10%
	1996-2000	Telefonía local	3%

Elaboración: OSIPTEL

5.3. Aplicaciones del precio tope en otras industrias

El modelo regulatorio de precios tope no sólo ha sido utilizado ampliamente en la regulación de telecomunicaciones, también es utilizado de forma esencial en distintas industrias de servicios públicos.

En el caso de la regulación eléctrica, se opta por regular específicamente al sector de la distribución eléctrica, en tanto presenta características de monopolio natural y es considerado un servicio de consumo masivo; a diferencia de las actividades de generación o transmisión.

En Bolivia, se utiliza este tipo de esquema con periodos regulatorios de cuatro años, en el cual se aplica un precio máximo que se encuentra indexado a los costos de las empresas –considerando una tasa base de retorno–, a los precios de los insumos y a un factor de eficiencia “X”.

Cuadro Nº 12: Factores de productividad: Sector Eléctrico

País	Periodo regulatorio	Empresa	X
Reino Unido (distribución)	1990/91-1994/95	Eastern	0.25%
		East Midlands	1.25%
		London	0.00%
		Manweb	2.50%
		Midlands	1.15%
		Northern	1.55%
		Norweb	1.40%
		Seeboard	0.75%
		Southern	0.65%
		Swalec	2.50%
		South Western	2.25%
		Yorkshire	1.30%
	Hydro-Electric	-0.30%	
		ScottishPower	-0.50%
	1995/96-1999/2000		2.00%
Reino Unido (generación)	1990-1993		0%
	1993-1997		3%
	1997-2001		4%
Alemania	Se implantará pronto		2.50%

Elaboración: OSIPTTEL

En Inglaterra, la Office of Electricity Regulation –actualmente, Office of Gas and Electricity Markets (Ofgem)– aplica este esquema regulatorio cada cinco años, desde 1990. Para el periodo regulatorio de 1990/91 a 1994/95, la metodología consistía en la aplicación de un precio tope según la fórmula $RPI \pm x$ por cada kWh distribuido a

los clientes conectados a alta o baja tensión. Así, el cargo máximo se define como el precio base ponderado por un factor A que corrige por pérdidas de energía y por la variación del cargo impuesta por el precio tope. Además, cabe señalar que se aplica un factor de eficiencia o factor X distinto a cada empresa distribuidora.

Los factores de eficiencia que se obtuvieron en dicho periodo se muestran a continuación. En casi todos los casos, las empresas tienen un margen para el incremento en sus precios sobre la tasa de inflación.

Cuadro Nº 13: Factores de productividad: Sector Eléctrico Reino Unido


Empresa	Factor X
Eastern	0.25
East Midlands	1.25
London	0
Manweb	2.5
Midlands	1.15
Northern	1.55
Norweb	1.4
seeboard	0.75
Southern	0.65
Swalec	2.5
South Western	2.25
Yorkshire	1.3
Hydro-Electric	-30
ScottishPower	-0.5

Elaboración: OSIPTEL

Asimismo, dicho precio base es calculado por las unidades vendidas a clientes conectados en baja tensión en horas punta, las unidades vendidas a clientes conectados en baja tensión en horas fuera de punta, las unidades vendidas a clientes conectados en baja tensión a la tarifa estándar doméstica y las unidades vendidas a clientes conectados en alta tensión.

En lo que respecta al periodo regulatorio siguiente (1995/96–1999/2000), no existe una modificación importante en relación a los cargos que se encuentran sujetos a la regulación. No obstante, ya no se aplica factores de eficiencia diferenciados por empresa sino que se aplica un único factor de 2%.

De otro lado, la fórmula que se utiliza para el control de precios tiene en cuenta factores adicionales en la ponderación tales como la cantidad distribuida, el número

	DOCUMENTO	N° 065 -GPR/2007 Página 133 de 266
	INFORME	

de clientes, la diferencia entre las pérdidas permitidas y las efectivas, y un factor de corrección K.

Asimismo, en el cálculo del costo de capital se utiliza la metodología del Capital Asset Pricing Model (CAPM) así como la de Dividend Growth Model (DGM), determinándose una tasa de 7%.


En la regulación estadounidense, se aplican dos metodologías de precio tope. La primera de ellas consiste en determinar dicha medida con las diferencias de los precios de insumos y la productividad total de factores a nivel de industria; y es aplicada por California y Ontario. La segunda de ellas es semejante a la regulación británica y toma la forma de RPI-X y la aplican casi todo el resto de estados. El índice de precios que se utiliza es el deflactor del PBI.

En el caso de Australia, se utiliza la regulación precio tope para el segmento de distribución eléctrica. Los periodos regulatorios son de 5 años y se usa el enfoque de “*building blocks*” semejante a la regulación de telecomunicaciones en el Reino Unido. Ello quiere decir que el primer año los precios son llevados en línea con los costos y se aplica un factor X de 1% los siguientes cuatro años. Asimismo, la inflación se mide a través del índice de precios al consumidor.

La aplicación del esquema regulatorio de precios tope también se ha puesto de manifiesto en los servicios de agua potable y alcantarillado. En la experiencia británica, el regulador de los servicios de agua potable y alcantarillado (Ofwat) ha fijado un periodo de revisión del precio tope de 5 años (4 años seguidos y medio año con un mecanismo de retención de ganancias de eficiencia).

En la revisión de 1994, se fijó la duración del límite de precios en 10 años (1995–2005) con una revisión a los cinco años. No obstante, en dicha revisión se decidió acortar el límite a cinco años. La fórmula utilizada es $RPI + k$ donde RPI representa la inflación y el factor k es un factor de eficiencia calculado específicamente para cada empresa, en el cual no sólo se toman en cuenta los costos operativos y de inversión sino también las mejoras en calidad ambiental y servicio al cliente.

Así, este factor k se define como la diferencia entre un factor de calidad Q y un factor de eficiencia X, conformado por la reducción de los costos operacionales de base, la reducción en la rentabilidad sobre los activos existentes y el crecimiento, niveles de servicio y mantenimiento del capital.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 134 de 266
	INFORME	


En la revisión de 1999, se decide mantener el mismo marco regulatorio; no obstante, sí se modifican los componentes del factor k. Así, el factor k se compone de la diferencia entre el factor Q que mide estándares de calidad; un factor V, el cual mide las mejoras en la seguridad del servicio y un factor S, que mide las mejoras en los niveles del servicio; y el desempeño pasado (reducción realizada el primer año de la revisión) y el factor de eficiencia X.

En el campo de la regulación de aeropuertos, se ha utilizado ampliamente la metodología de precios tope. El primer país en adoptar este tipo de esquema regulatorio fue el Reino Unido, después de la privatización de British Airports Authority en 1986. Entonces, la Civil Aviation Authority (CAA) instituye un régimen regulatorio con dos niveles.

El primero de ellos agrupa a las empresas que tienen un poder de mercado significativo y se encuentran efectivamente sujetas a la regulación por precio tope tradicional, i.e. RPI-X; y un segundo nivel, que agrupa a las demás empresas con las cuales se regula más flexiblemente a través de niveles de ingresos previamente determinados.

En el primer caso, los aeropuertos regulados son Heathrow, Gatwick, Stansted y Manchester. El precio tope se diferencia de los que se aplican comúnmente a las otras industrias en el Reino Unido pues se aplica al ingreso promedio por pasajero, y por ello, se le considera un modelo híbrido entre tasa de retorno y precio tope. Los cargos que se encuentran sujetos a dicha regulación son el aterrizaje, el despegue, el parqueo y el paso de los pasajeros por los terminales. El precio tope se aplica de manera global, lo esencial es que el promedio no viole a la regulación. En ese sentido, las empresas tienen un grado de discrecionalidad.

Además, la CAA ha definido un periodo de 5 años para la revisión del precio tope. La aproximación que utilizan en cada revisión es la de *single till*. Ello consiste en cuatro pasos fundamentales. En primer lugar, el regulador determina estimados de tráfico, número de pasajeros, gastos operacionales e ingresos comerciales. En base a ellos, se determina el valor de sus activos y una tasa de retorno ajustada por riesgo. Luego, se estima el ingreso total que es necesario para obtener dicha tasa de retorno y se obtiene un residuo neto de los ingresos comerciales. Finalmente, se fija el factor X para dicha ganancia residual.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 135 de 266
	INFORME	

En la experiencia alemana, el enfoque de regulación que se sigue para la regulación del aeropuerto de Hamburgo es un esquema de precios tope *dual till*, el cual se aplica para el ingreso generado por pasajero.

El periodo regulatorio determinado por dicho aeropuerto y el Ministerio de Asuntos Económicos es de 5 años. Los servicios que se encuentran bajo este régimen son los impuestos de aterrizaje, los impuestos de pasajeros, los impuestos y cargos por parqueo. El sello distintivo de la regulación alemana es que se fija un factor X de 2% por todo el periodo pero si en un determinado año el número de pasajeros del aeropuerto excede en un punto porcentual a 3%, el factor X se incrementa al año siguiente en 0.5%.

Respecto de la experiencia australiana, la Australian Competition and Consumer *Comission* define un periodo regulatorio de cinco años para la regulación por precios tope de los aeropuertos clasificados como centrales, a excepción del aeropuerto de Sydney.

Este precio tope toma en cuenta como índice de inflación a la tasa subyacente de los precios al consumidor y considera al factor X como el reflejo de las mejoras de productividad que el gobierno considera que se puedan dar lugar en los servicios aeroportuarios. La fórmula se define como la ponderación del cambio en los precios de los servicios que brinda el aeropuerto por sus respectivos ingresos. El cálculo se realiza para cada aeropuerto pero con un enfoque de canasta tarifaria, i.e. no para cada servicio.

Si además el aeropuerto supera el tope establecido por la metodología, éste tendrá que compensar a los usuarios en los dos años siguientes, a excepción que esto suceda en el cuarto año, en donde se reembolsa todo al año siguiente.

Asimismo, cualquier nuevo servicio que introduzca el aeropuerto será utilizado en la fórmula. No obstante, en el año 2001, se realizaron cambios al marco regulatorio australiano por los cuales se deja de regular a los aeropuertos Coolangatta, Alice Springs, Hobart, Launceston y Townsville.

Cuadro N° 14: Benchmark Factor de Productividad: Aeropuertos

País	Periodo regulatorio	Aeropuerto	X
Australia	1997-2001	Adelaide	4%
		Alice Springs	3%
		Brisbane	4.5%
		Canberra	1%
		Coolangatta	4.5%
		Darwin	3%
		Hobart	3%
		Launceston	2.5%
		Melbourne	4%
		Perth	5.5%
	Townsville	1%	
	2002-2007		
Alemania			2%
Reino Unido	1987-1992		1%
	1993		8%
	1994		8%
	1995		4%
	1996		1%
	1997		1%
	1997-2002	Heathrow	3%
		Gatwick	3%
		Stansted	-1%
	2003-2008	Heathrow	6.5%
Gatwick		0%	
Stansted		0%	
Manchester		5%	

Elaboración: OSIPTTEL

5.4. Metodologías de Estimación

Como se ha precisado en secciones previas, dentro de las metodologías que son mayormente utilizadas para calcular la productividad total de factores se encuentran los métodos de números índices, la técnica de Data Envelopment Analysis (DEA), el método de Olley y Pakes y el de fronteras estocásticas.

Por ejemplo, en el estudio que realizan Lawrence y Diewert para medir la productividad en el sector eléctrico en Nueva Zelanda se utiliza la metodología de números índices. Se usan datos de 1996–2003 y se construye el índice de Fisher. Con respecto a los estudios que han escogido la metodología de DEA para realizar sus cálculos, éstos se caracterizan por utilizar el índice de Malmquist y mediante éste desagrega el crecimiento en TFP en cambio tecnológico y mejoras de eficiencia.

El estudio realizado por Calabrese, et al. (2002) busca medir la productividad en el sector de telecomunicaciones para una muestra de 13 países pertenecientes a la OECD. Mediante el índice de Malmquist no sólo desagrega dicho indicador en cambio tecnológico y cambio en eficiencia, sino que este último –a su vez– se encuentra desagregado en el efecto que tiene la escala de producción y el cambio puro debido a eficiencia técnica.

Para medir dicha productividad se consideraron dos insumos: el número total de funcionarios a tiempo completo y el número de líneas principales en operación, usada como proxy del factor capital. Se encuentra que durante el periodo de 1980–1997 –tomando a todos los países como un solo bloque– la TFP es creciente.

**Cuadro N° 15: Benchmark Factor de Productividad:
Enfoque DEA Telecom.**

Países	Crecimiento anual de TFP de telecom
Australia	4.9%
Bélgica	3.2%
Canadá	5.5%
Dinamarca	5.8%
Finlandia	4.4%
Francia	4.4%
Italia	6.5%
Japón	7.5%
Holanda	6.0%
Noruega	2.0%
Suecia	6.2%
Reino Unido	3.1%
Estados Unidos	3.8%

Elaboración: OSIPTEL

Asimismo, dicho desarrollo quiere probar la hipótesis de convergencia de TFP en los países de la muestra. Utilizando técnicas de corte transversal, se demuestra que no existe evidencia para pensar que los países que en la situación inicial se encontraron en desventaja tienden a presentar tasas de crecimiento de TFP tales que les permitan alcanzar a los más avanzados. En conclusión, la brecha tecnológica existente al comienzo del periodo no se cierra.

En el documento de Coelli y Prasada (2003), se realiza un análisis de productividad para el sector agrícola similar al realizado por Calabrese et al. utilizando un índice de Malmquist y el método de DEA. Para ello, se recoge una muestra de los 93 países de mayor producción agrícola en el mundo. El periodo de tiempo de la muestra es de veinte años (1998–2000). Los resultados ponderados se muestran a continuación.

Cuadro N° 16: Benchmark Factor de Productividad: DEA Sector Agrícola

Continentes	Cambio por eficiencia	Cambio tecnológico	Cambio en PTF
África	1.006	1.007	1.013
Norteamérica	1.000	1.027	1.027
América del Sur	1.000	1.006	1.006
Asia	1.019	1.010	1.029
Europa	1.002	1.011	1.014
Australasia	1.000	1.018	1.018
Media	1.009	1.012	1.021

Elaboración: OSIPTTEL


En esta línea, también se encuentra el estudio de Fare et al. (1994), el cual tomando una muestra de 17 países de la OECD para el periodo de 1979-1988 calcula la productividad total de factores mediante un índice de Malmquist. Se encuentra que en promedio el cambio en el índice de productividad ha sido 0.7% para la muestra completa y que la causa principal de dicho aumento de productividad es el cambio tecnológico, pues incluso en cambio promedio en eficiencia ha sido negativo.

Observando las cifras mostradas en el cuadro siguiente, se puede notar que Japón ha tenido un muy buen desempeño en dicho periodo, con el índice más alto de la muestra (2.87%) explicado tanto por eficiencia como por cambio tecnológico; mientras que Irlanda ha sufrido la más grande disminución de productividad.

Cuadro N° 17: Benchmark Factor de Productividad: DEA En Europa

	Índice de Malmquist	Cambio técnico	Cambio de eficiencia	Cambio puro de eficiencia	Cambio por escala
Australia	0.9973	1.0009	0.9964	0.9978	0.9986
Austria	0.9981	1.0009	0.9972	1.0023	0.9950
Bélgica	1.0092	1.0161	0.9932	0.9905	1.0027
Canadá	1.0151	1.0161	0.9990	0.9979	1.0011
Dinamarca	1.0026	1.0009	1.0017	1.0047	0.9971
Finlandia	1.0272	1.0161	1.0108	1.0065	1.0043
Francia	1.0081	1.0161	0.9921	0.9918	1.0003
Alemania	1.0117	1.0161	0.9956	0.9954	1.0002
Grecia	0.9962	1.0009	0.9953	1.0000	0.9953
Irlanda	0.9821	1.0009	0.9813	1.0000	0.9813
Italia	1.0195	1.0161	1.0033	1.0037	0.9996
Japón	1.0287	1.0161	1.0124	0.0123	1.0001
Noruega	1.0236	1.0161	1.0073	1.0000	1.0073
España	0.9898	1.0009	0.9890	0.9894	0.9960
Suecia	1.0019	1.0009	1.0010	1.0051	0.9960
Reino Unido	1.0012	1.0009	1.0003	1.0006	0.9997
Estados Unidos	1.0085	1.0085	1.0000	1.0000	1.0000

Elaboración: OSIPTTEL

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 139 de 266
	INFORME	

De otro lado, se encuentra el estudio realizado por Hattori, Jamasb y Pollit (2003) que estima la productividad total de factores para el sector de distribución eléctrica del Reino Unido y Japón entre los años 1985 y 1998. Para ello, se utiliza no sólo el análisis de DEA que se ha venido describiendo anteriormente sino que se compara dicho enfoque con el método de fronteras estocásticas.

En el desarrollo de su enfoque bajo DEA, como los estudios anteriormente mencionados, estima un Índice de Malmquist y los respectivos efectos “catch up” de cambios en eficiencia y “cambios de frontera” provenientes del cambio tecnológico. Como se observa en el cuadro siguiente, tomando el periodo completo, el Reino Unido muestra un incremento de productividad de más del triple del presentado por Japón. Este resultado se debe principalmente a la extraordinaria performance del primer país entre 1995 y 1998, a pesar del pobre desempeño mostrado antes de la privatización de las empresas eléctricas.

Cuadro Nº 18: Benchmark Factor de Productividad: DEA Sector Eléctrico

Promedio	Reino Unido	Japón	Reino Unido	Japón	Reino Unido	Japón
	<i>Malmquist</i>		<i>Cambio en eficiencia</i>		<i>Cambio tecnológico</i>	
1985/86-1989/90	-3.70%	0.00%	0.00%	2.70%	-3.70%	-2.60%
1990/91-1994/95	0.90%	-1.00%	-4.60%	-4.70%	5.80%	3.90%
1995/96-1997/98	10.80%	3.20%	3.50%	-0.20%	7.00%	3.40%
1985/86-1997/98	2.50%	0.70%	-0.40%	-0.80%	2.90%	1.50%

Elaboración: OSIPTEL

De otro lado, el análisis que realizan por el método de Fronteras Estocásticas es un enfoque paramétrico que busca estimar la frontera eficiente de mercado. Los resultados son muy similares a los obtenidos por DEA. Se muestra que en cada periodo el sector de distribución eléctrica del Reino Unido es mucho más que eficiente que su par japonés pero que la brecha de eficiencia se viene reduciendo durante el segundo y tercer periodo.

5.5. Comparaciones con la Economía

Un factor clave en la determinación de la fórmula del factor de productividad es la diferencia entre las variaciones de productividad de la industria que se analiza y la economía. Como veremos, dichas diferencias son muy particulares al sector que se pretenda regular. Para mostrar la especificidad de dicho indicador, con respecto al sector y al tiempo, se muestran a continuación diversos gráficos que analizan aquella diferencia para diversas industrias en 4 países de la OECD en el periodo 1980-2003. Como se puede notar, en cada uno de ellos, existen sectores cuya variación en

productividad tiene la misma tendencia que la de la economía, por lo cual la volatilidad de las diferencias es bastante baja. Ejemplos de dichos sectores son el de transporte casi en todos los casos.

En el caso particular del Reino Unido, resalta el extraordinario desempeño del sector telecomunicaciones. Como se observa, el crecimiento de la productividad sectorial se encuentra sostenidamente por encima del crecimiento de la productividad de la economía desde finales de los ochenta.

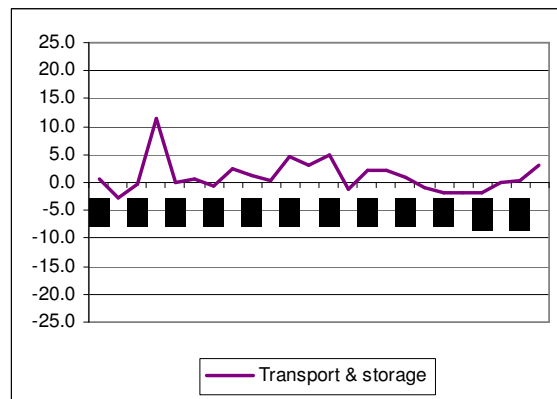
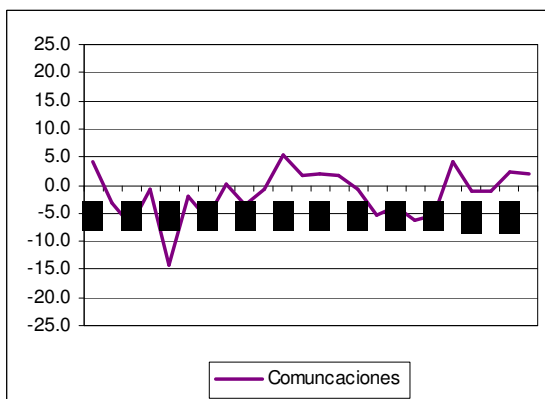
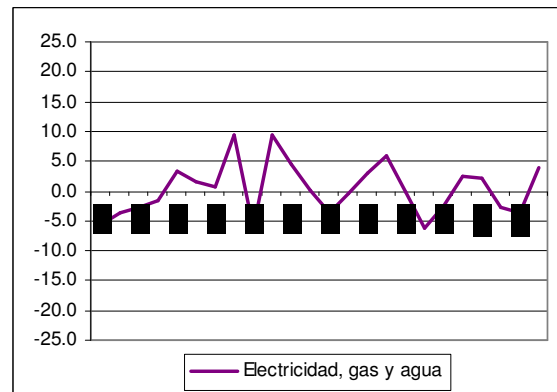
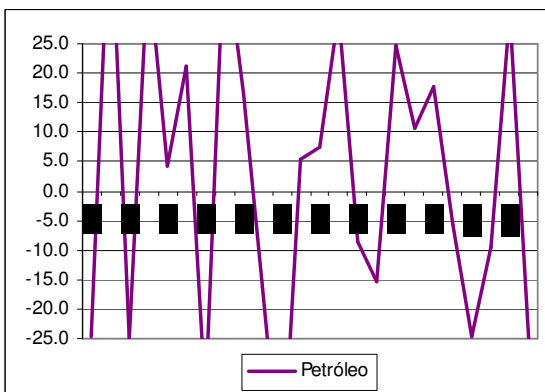
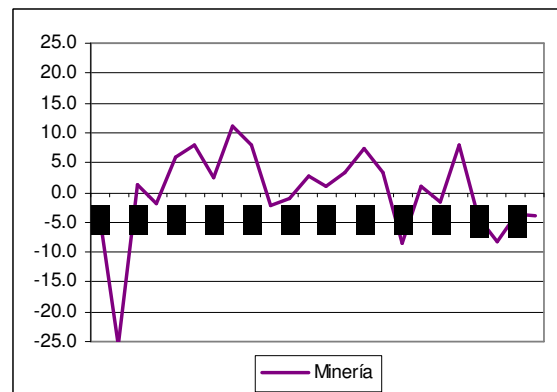
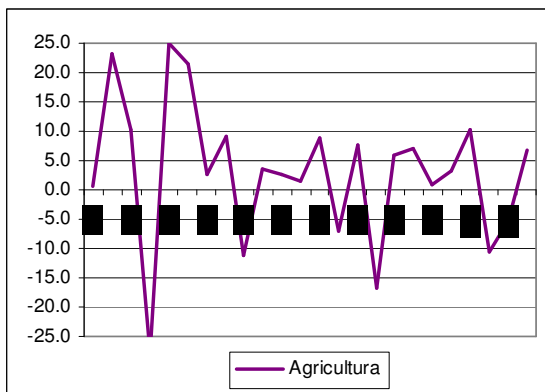
Gráfico N° 12
Diferencias con la Economía: Reino Unido



Elaboración: OSIPTEL

De otro lado, analizando la experiencia estadounidense, tenemos que en los sectores de comunicaciones, energía y agua y transporte la diferencia entre tasas de crecimiento de productividades con la economía no es muy importante. Por el contrario, sectores como agricultura, minería y sobre todas ellas, petróleo, presentan fluctuaciones que hacen que dichas diferencias sean incluso mayores al 25%.

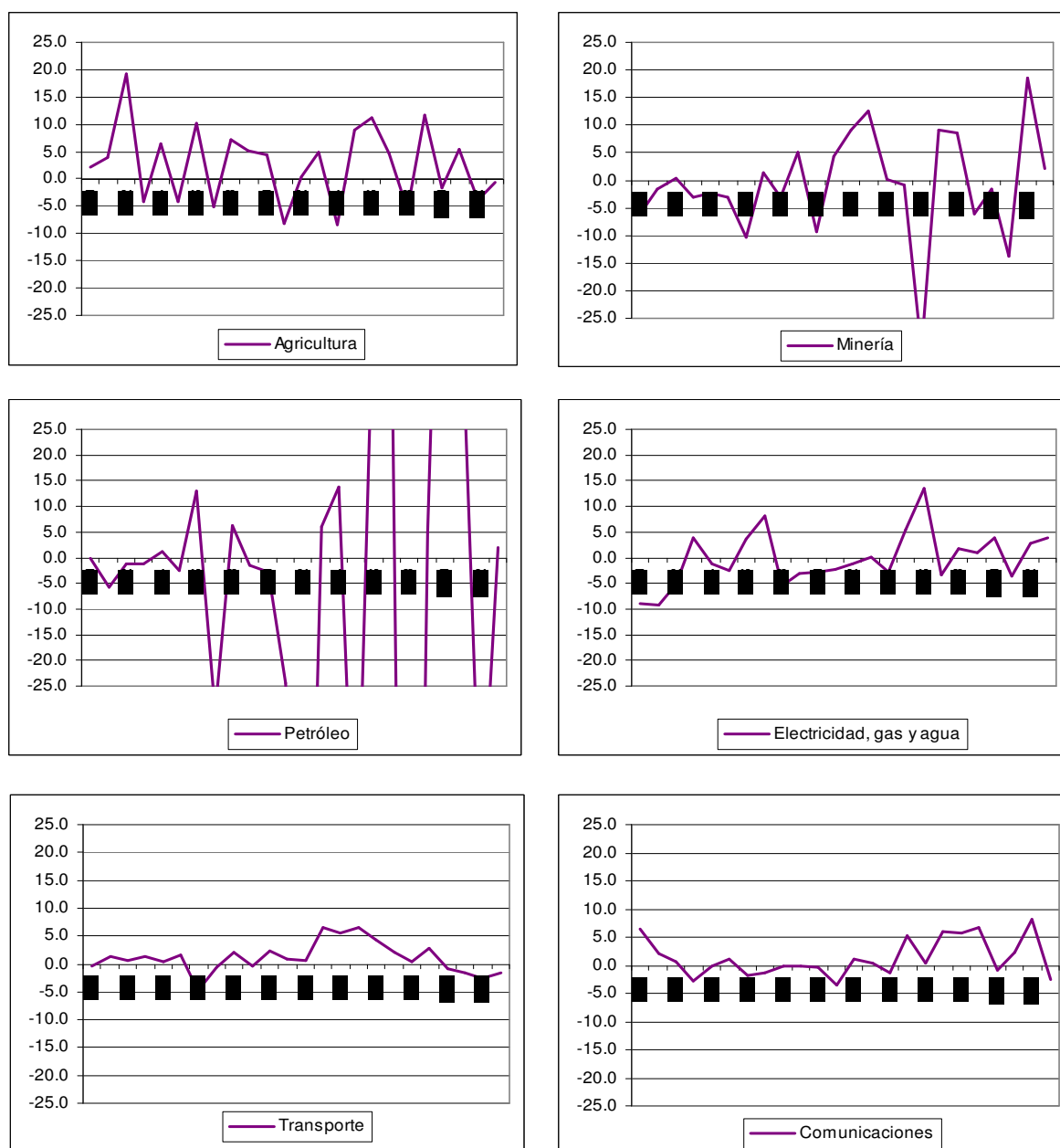
Gráfico N° 13
Diferencias con la Economía: Estados Unidos



Elaboración: OSIPTTEL

En el caso de la economía alemana, se presenta una situación similar para la agricultura, minería y petróleo. En el caso del sector de comunicaciones se puede ver un buen desempeño sostenido a partir de mediados de los noventa. Los sectores de transporte y energía y agua, por su parte, se encuentran más bien muy relacionados al crecimiento de la productividad de la economía.

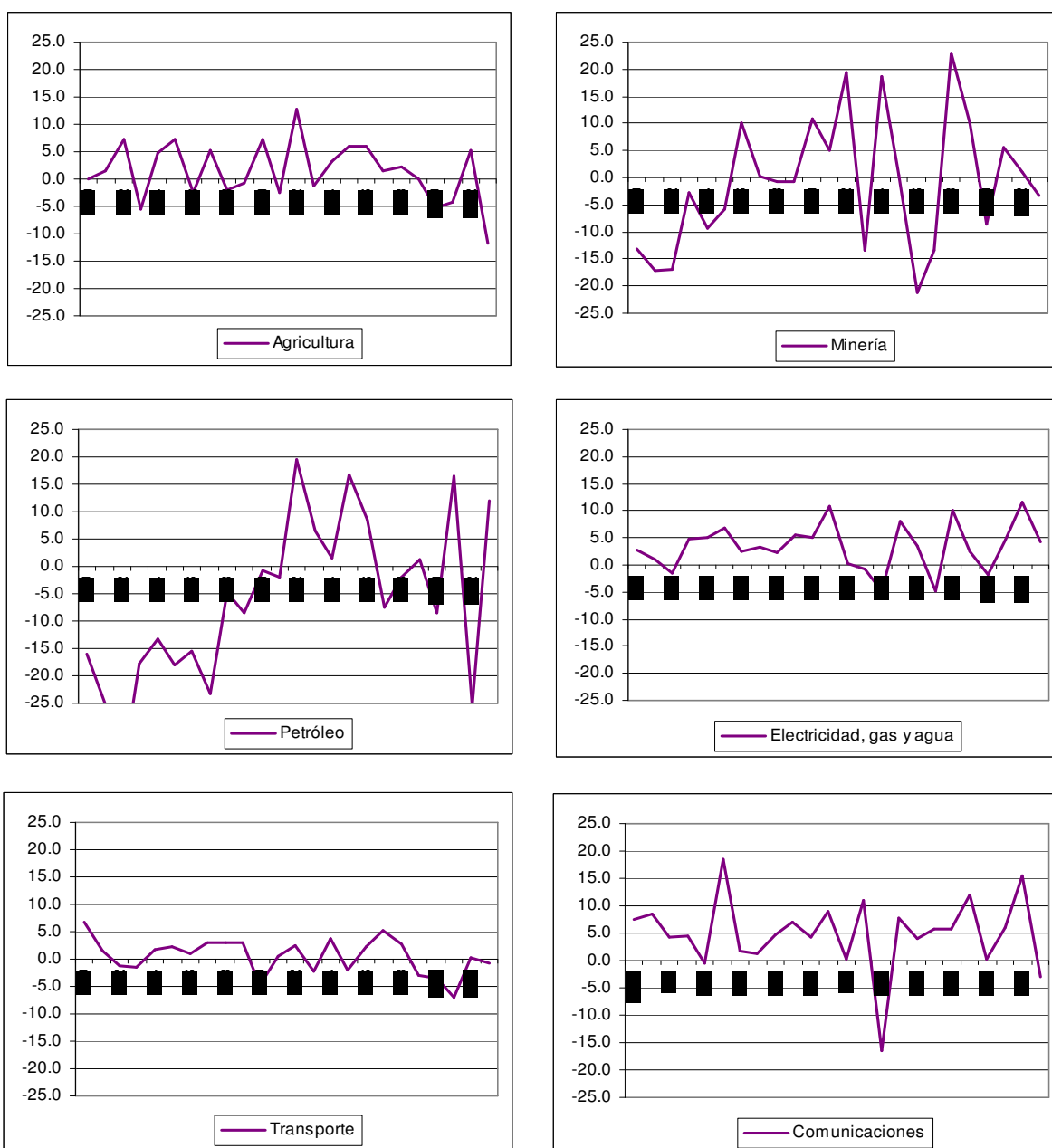
Gráfico N° 14
Diferencias con la Economía: Alemania




Elaboración: OSIPTEL

Finalmente, en el caso de Francia, se observa que el sector comunicaciones mantiene el mejor desempeño de los casos analizados, manteniendo casi durante todo el periodo tasas de crecimiento de productividad mucho mayores que las de su economía. Una situación similar ocurre con los servicios de energía y agua, en donde se observa – aunque en menores rangos- una diferencia en productividades bastante alta.


Gráfico N° 15
Diferencias con la Economía: Francia



Elaboración: OSIPTTEL

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 144 de 266
	INFORME	

En conclusión, las diferencias en tasas de crecimiento de productividad sectorial y productividad de la economía siguen patrones muy distintos dependiendo de la industria que se analice. Los hechos estilizados nos permiten inferir que los sectores que se asocian con actividades primarias son aquellos que presentan las mayores diferencias, probablemente asociados a shocks de oferta. Asimismo, los sectores de servicios tienen tendencias de productividad en gran medida muy cercanas a la productividad de la economía. Finalmente, es interesante resaltar que el sector comunicaciones presenta en diversos países diferencias positivas por más de una década, lo cual refleja en gran medida las extraordinarias mejoras tecnológicas de las cuales este sector ha sido objeto.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 145 de 266
	INFORME	

6. PROPUESTA DE LA EMPRESA


En el marco del procedimiento de revisión del factor de productividad aplicable al período septiembre 2007 – agosto 2010, y dentro de los plazos establecidos en la Resolución que dio inicio al referido procedimiento regulatorio, la empresa concesionaria Telefónica cumplió con presentar su propuesta de factor de productividad mediante la comunicación DR-067-C-432/GR-07 de fecha 30 de marzo de 2007.

6.1. Aspectos Generales de la Propuesta

En la comunicación de la referencia la empresa regulada consideró importante establecer los siguientes criterios o precisiones:

- a) La empresa señala que se ha utilizado la metodología de la productividad total de factores bajo el enfoque primal, de conformidad con lo establecido en los principios metodológicos aprobados por el regulador en diciembre de 2006. En ese sentido, la empresa indica que se ha definido la productividad como la diferencia entre la tasa de crecimiento de la producción de los bienes y servicios de la empresa (outputs) y la tasa de crecimiento del uso de los insumos (inputs) que utiliza para su producción.
- b) Respecto del período utilizado, la empresa señala que se ha utilizado toda la información disponible del período 1995-2006. La empresa considera que dicho criterio es consistente con lo estipulado en los Lineamientos (artículo 4º, numeral 9.h), donde se señala que la consistencia metodológica en la medición de la productividad de la empresa y la economía consistirá en hacer compatibles el uso de las mismas metodologías de medición y de un período lo suficientemente amplio para obtener el mejor estimado del valor de la productividad.


Al respecto, la empresa señala en la publicación para comentarios de los principios metodológicos (Resolución Nº 073-2006-CD/OSIPTEL) se había especificado un período de 6 años de información, regla que desde el punto de vista de la empresa, descarta sin ninguna motivación ni justificación información estadística que resulta imprescindible para una adecuada estimación de la productividad. En ese sentido, Telefónica precisa que el haber descartado la regla de los 6 años en la versión final de los principios metodológicos obliga – en la línea de los establecido en los Lineamientos – a

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 146 de 266
	INFORME	

tomar períodos de información de la mayor amplitud posible, a fin de estimar la productividad de la empresa y de la economía.

- c) La metodología empleada para la estimación de la productividad de la economía fue elaborada por la Universidad del Pacífico, documento que se adjunta en la comunicación remitida por la empresa. Al respecto, Telefónica señala que dicha metodología es consistente con la desarrollada por la empresa consultora LECG para la empresa.
- d) Respecto de los indicadores de producción, la empresa señala haber utilizado aquellos que reflejen de mejor manera el comportamiento de los ingresos. La empresa precisa que dicha práctica es consistente con lo establecido en los Lineamientos (artículo 4º, numeral 9.f), y que se sustenta en los comentarios de consultoras internacionales como Christensen Associates, quien señala en el documento de respuesta a las preguntas concernientes a la medición de la productividad total de factores de Telefónica del Perú (junio de 2004) que el uso de diferentes medidas para cada tipo de ingresos de la telefonía móvil es mejor que el uso de las líneas móviles.
- e) Respecto a la inclusión de un factor de ajuste ajeno a la medición del factor 2007-2010, la empresa precisa que éste ha sido expresamente desestimado por OSIPTEL en la cuarta conclusión de los principios metodológicos generales. La empresa indica además que dicha regla se encuentra especificada en los Lineamientos del sector (artículo 4º, numeral 9.e).
- f) Finalmente, en relación con la fórmula de cálculo de las tasas de depreciación, la empresa precisa que dichas fórmulas son las que mejor reflejan las tasas de depreciación en una industria de telecomunicaciones, en la cual existe un rápido cambio tecnológico. Por ello, la empresa señala que la depreciación debe ser medida sobre el valor del activo fijo neto y no debe ser constante en el período de análisis sino variable año a año dentro del período analizado. La empresa indica además que de estimarse la depreciación sobre el valor del activo fijo bruto, el valor resultante sería insuficiente para recuperar el costo del activo.

Cabe señalar que como parte del sustento de su propuesta, la empresa adjunta en su comunicación el informe “Estimación del Factor de Productividad de Telefónica del Perú S.A.A. y subsidiarias, 2007-2010”. Dicho documento ha sido elaborado por la

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 147 de 266
	INFORME	

empresa consultora LECG⁴⁰ y tiene fecha 30 de marzo de 2007. Al respecto, la empresa consultora señala haber recibido la solicitud de la empresa Telefónica para que emita una opinión, así como un análisis económico independiente sobre la estimación del factor de productividad total de los factores (TFP) de Telefónica y del cálculo del factor de productividad para la aplicación del régimen de precios tope correspondiente al período 2007-2010.

En ese sentido, LECG declara haber estimado, en forma crítica y detallada, la tasa de crecimiento de la TFP bajo el enfoque primal, utilizando análisis un económico y financiero estándar. De otro lado, la empresa consultora precisa que su análisis y resultados se sustentan en la lectura de una gran cantidad de documentos (incluyendo leyes, decretos y decisiones regulatorias), en la teoría económica, la experiencia internacional y en el análisis crítico de las revisiones anteriores del factor de productividad aplicable a Telefónica.

Asimismo, LECG precisa haber tomado como referencia la metodología desarrollada por OSIPTEL en su informe de mayo de 2004 titulado “Revisión del Factor de Productividad correspondiente al régimen de fórmula de tarifas tope para Telefónica del Perú S.A.A.: Segunda Aplicación, 2004-2007”, con algunas pequeñas modificaciones metodológicas.

Respecto de la información utilizada, LECG señala haber utilizado información de productos e insumos suministrada por Telefónica entre los años 1995 a 2006. La empresa consultora precisa el haber tomado la serie histórica desde sus inicios con el fin de computar una serie lo suficientemente larga que permita atenuar fenómenos de corto plazo. En caso de computar un período más corto, LECG indica que se produciría un sesgo en los resultados que ocultarían la verdadera tendencia de largo plazo.

Se indica además que con el fin de computar correctamente en términos teóricos el modelo, la empresa regulada ha realizado estados financieros pro forma para los años 2000, 2001, 2004 y 2005. La empresa consultora indica que dichos estados financieros aseguran el estar comparando siempre la misma estructura empresarial, haciendo posible comparar la información presentada de año en año y estimar el valor de la TFP de Telefónica

40. El informe especifica como autores a los señores Manuel A. Abdala, Andrés Chambouleyron, Marcelo Schoeters y Pablo T. Spiller.

A manera de resumen, LECG señala que durante el período 1995-2006 el producto de Telefónica creció a una tasa anual de 7.65%, mientras que los insumos lo hicieron a una tasa del 4.24%. Dichos resultados conducen a un crecimiento medio anual de la productividad del 3.41%. La empresa consultora indica además que el crecimiento de la TFP de Telefónica resulta mayor que la tasa de crecimiento de la TFP de la economía en más de 2 puntos porcentuales, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Cuadro Nº 19: Propuesta de Telefónica del Perú (LECG)

Concepto	Periodo 1996-2006
Precio de los Insumos (TdP)	3.61%
Precio de los Insumos (Eco)	5.02%
TFP (TdP)	3.41%
TFP (Eco)	0.69%
Factor X (2007-2010)	4.13%


Fuente: LECG

6.2. Definiciones y criterios Metodológicos de la propuesta

Respecto de la **definición de productividad**, el informe de sustento presentado por LECG define productividad como la eficiencia en el uso de los insumos de producción para obtener un producto final. Al respecto, se indica que dicha definición asocia el mejor uso de los insumos, el progreso tecnológico y el aprovechamiento de economías de escala. Dado que el progreso tecnológico y otros factores son difíciles de medir directamente, la empresa consultora precisa que es posible estimar la productividad de los factores en conjunto, como un residuo entre el crecimiento del producto y el crecimiento de los insumos.

En relación con la **metodología empleada** para la estimación de la productividad, LECG señala haber utilizado la metodología de productividad total de los factores (TFP) bajo el enfoque primal. Al respecto, se precisa que en el caso de variables discretas, la tasa de crecimiento de la TFP se computa como la diferencia entre la tasa de crecimiento de la producción y la tasa de crecimiento del volumen de insumos o factores de producción. Se considera la siguiente ecuación:

$$CTFP_t = CQ_t - CW_t \quad \dots(74)$$

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 149 de 266
	INFORME	

Donde:

$CTFP_t$ = tasa de cambio de la TFP en el año t;

CQ_t = tasa de cambio del volumen de producción en el año t;

CW_t = tasa de cambio del volumen de los insumos en el año t.

Sobre la base de dicha definición de TFP, LECG considera la siguiente expresión para la estimación del factor de productividad.

$$X = [CTFP^{TDP} - CTFP] + [CI^{TDP} - CI] \quad \dots(75)$$

Donde:

X = factor de productividad;

$CTFP^{TDP}$ = tasa de cambio de la TFP de Telefónica.

$CTFP$ = tasa de cambio de la TFP de la economía.


CI^{TDP} = tasa de cambio del precio de los insumos de Telefónica.

CI = tasa de cambio del precio de los insumos de la economía.

Respecto de la **metodología de agregación**, tanto para las cantidades físicas de producción como cantidades físicas de insumos, se utiliza el índice de Fisher, el cual consiste en la media geométrica el índice de Laspeyres y el índices de Paasche. LECG precisa que el índice de Fisher está definido en el modelo como ratios entre cantidades en el período (t) respecto del período (t-1) ponderados por los ingresos de cada servicio. Para obtener una aproximación a la tasa de cambio de la variable correspondiente se toma el logaritmo natural de dicho índice.

En relación con la **estimación del costo de capital**, LECG señala que para tener en cuenta el valor tiempo del dinero, se debe utilizar una tasa de descuento que considere el costo de oportunidad del dinero para la empresa regulada. Al respecto, se precisa que la tasa de descuento apropiada para ser utilizada en el caso de una empresa de telecomunicaciones en el Perú es el Promedio Ponderado del Costo del Capital o Weigthed Average Cost of Capital (WACC), más específicamente:

$$WACC = W_D * k_D * (1-t) + W_E * k_E \quad \dots(76)$$

	DOCUMENTO	N° 065 -GPR/2007 Página 150 de 266
	INFORME	

Donde:

W_D = ponderación de la deuda en la estructura del capital;

W_D = costo de la deuda;

t = tasa de impuesto efectiva para la empresa;

W_E = ponderación del capital accionario en la estructura del capital;

k_E = costo del capital accionario.

De otro lado, LECG señala que la **tasa de impuesto efectiva** para la empresa corresponde al efecto total de aplicar, a la utilidad antes de impuestos pero después de participaciones, la tasa de impuesto a la renta.

$$1 - t = (1 - t^R) * (1 - t^T) \quad \dots(77)$$

Donde:

t = tasa de impuesto efectiva para la empresa;

t^R = tasa de impuesto a la renta (en el Perú es 30%).

t^T = tasa de participación de los trabajadores.

Asimismo, LECG precisa que para el cómputo del modelo se aplica la fórmula del costo de oportunidad del capital en dólares americanos ajustada exógenamente por la devaluación real de la moneda local respecto del dólar americano, lo cual genera un costo de oportunidad del capital evaluado en soles.

$$r_{soles} = \{1 + [W_D * k_D * (1 - t) + W_E * k_E] * (1 + d)\} - 1 \quad \dots(78)$$

Donde:

r_{soles} = costo de capital después de impuestos en soles;

d = devaluación observada de la moneda local respecto del dólar americano.

Cuadro Nº 20: Estimaciones del Costo de Oportunidad del Capital

Año	Costo de Patrimonio	Costo de Deuda	D/E Contable	Escudo Fiscal	Delta TC	WACC
1995	15.7%	11.0%	97.0%	37.0%	102.6%	15.8%
1996	16.2%	10.6%	76.4%	37.0%	108.9%	15.2%
1997	16.7%	10.4%	67.8%	37.0%	108.6%	14.6%
1998	18.8%	11.2%	53.0%	37.0%	103.4%	13.7%
1999	20.3%	11.8%	48.9%	37.0%	103.4%	14.2%
2000	19.4%	11.7%	50.9%	37.0%	103.2%	13.9%
2001	21.3%	11.4%	49.8%	37.0%	100.5%	14.3%
2002	18.3%	10.6%	61.5%	37.0%	100.3%	13.8%
2003	15.8%	8.3%	68.4%	37.0%	98.9%	12.3%
2004	16.0%	8.0%	61.5%	37.0%	98.1%	11.6%
2005	16.0%	6.8%	45.5%	37.0%	96.6%	9.3%
2006	15.6%	6.8%	54.2%	37.0%	99.3%	10.3%

Fuente: LECG

6.3. Estimación de la Productividad de Telefónica.

Como se ha indicado, se utilizó la información de productos e insumos entre los años 1995 a 2006, es decir utilizó en su análisis 12 años (11 variaciones anuales). Adicionalmente, ha realizado estados financieros pro forma para los años 2000, 2001, 2004 y 2005, con la finalidad de hacer posible comparar la información presentada de año en año. Este procedimiento asegura que siempre se esté comparando la misma estructura empresarial.

De otro lado, la empresa precisa que decidió tomar la serie histórica desde sus inicios con el fin de computar una serie lo suficientemente larga que permita atenuar fenómenos de corto plazo y evitar la presencia de sesgos producto de utilizar un período más corto que ocultaría la verdadera tendencia en el largo plazo.

Con la finalidad de sustentar desde un punto de vista estadístico la elección del número de años para el cálculo del Factor, la empresa presenta el estudio de la Universidad del Pacífico “Determinación de la Productividad de la Economía Peruana”, del 29 de Marzo de 2007, en el cual mediante el uso de test estadísticos (test de Zivot-Andrews) encuentran la presencia de dos quiebres en tendencia en la serie del TFP de la economía en los años 1971 y 1991. La primera debido a que se llevaron a cabo reformas en el régimen militar, y el segundo quiebre debido a que ese año comienza a aplicarse un programa de reformas estructurales en la economía.

De esta manera, dado que el último quiebre estructural se produjo en el año 1991, la empresa concesionaria concluye que se puede utilizar información a partir de dicho año sin generar distorsión alguna en la estimación de la productividad.

En lo que respecta a las **medidas físicas de producción** para calcular el índice de cantidades producidas por la empresa, estas surgen de la información base presentada por Telefónica. Las excepciones a dicho procedimiento son los servicios conocidos como Servicio Local-Otros, Interconexión–Otros, Guías Telefónicas, Comunicaciones de Empresas, Otros y Móviles-Otros. En estos casos, ante la ausencia de un indicador directo de cantidades la empresa utilizó como medida de producción física los ingresos deflactados por un indicador de precios que represente mejor la variable de interés.

Cuadro Nº 21: Vector de Indicadores de Producción Empleados

Servicios	Unidades de Medida
Instalación (altas)	Número de instalaciones (altas)
Renta básica mensual	Número de líneas en servicio
Servicio Local Medido	Minutos de conversación locales
Servicio Local-Otros	Número de líneas en servicio
Larga Distancia Nacional	Número de minutos de llamadas LDN
Larga Distancia Internacional	Número de minutos de llamadas LDI
Tráfico fijo-móvil	Número de minutos fijo y móvil
Internet	Número de suscriptores
Teléfonos Públicos	Número de minutos
Televisión por Cable	Número de suscriptores
Interconexión – Tráfico	Número de minutos de interconexión
Interconexión – Enlaces	Número de enlaces
Interconexión – Otros	Número de enlaces
Comunicaciones de Empresas	Ingresos deflactados por índice de precios telefonía fija
Otros	Ingresos deflactados por índice de precios telefonía fija
Guías Telefónicas	Ingresos deflactados por índice de precios telefonía fija
Móviles – Conexión	Número de altas brutas
Móviles – Abono	Planta media de usuarios con contrato
Móviles – Tráfico	Número de minutos telefonía móvil
Móviles – equipos	Número de altas brutas
Móviles – Otros (Incluye rebajas y reducciones)	Ingresos deflactados por índice de precios telefonía móvil

Fuente: LECG

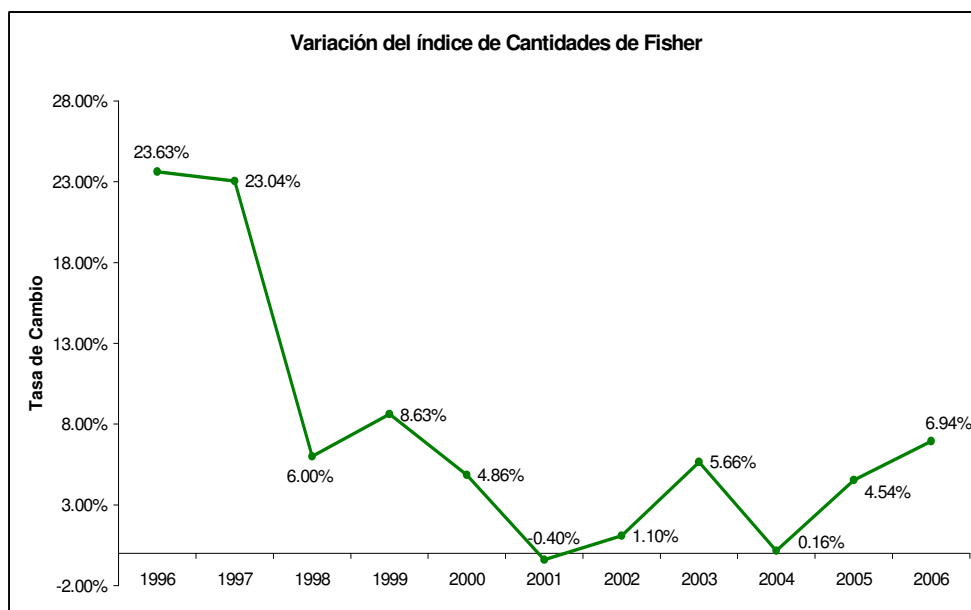
En el caso del rubro comunicaciones de empresas y guías telefónicas, la empresa utilizó como medida de la producción física de dichos servicios los ingresos deflactados por un índice que representa la evolución del ingreso medio de los siguientes servicios: Instalación, Renta Mensual, Servicio Local Medido, Larga

Distancia Nacional, Larga Distancia Internacional, Teléfonos Públicos, Televisión por Cable y Servicio Local-otros.

De otro lado, para el caso del servicio Móviles-Otros compuesto por distintos tipos de servicios, tales como buzón de voz, roaming internacional, cuota de abono del servicio buscapersonas, TUPs, y otros ingresos de telefonía móvil, se ha utilizado los ingresos deflactados por un índice de precios específico de la telefonía móvil compuesto por los ingresos medios de los servicios que la componen.

Sobre la base de dicha información de cantidades, y considerando que los precios aplicables a cada servicio corresponden al ingreso medio (ingreso operativo entre cantidades), la empresa estima el siguiente detalle de índice de cantidades de Fisher para el período de análisis.


Gráfico Nº 16
Índice de Cantidades de Fisher en la Empresa



Concepto	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Índice de Laspeyres	1.26	1.26	1.06	1.09	1.05	1.01	1.01	1.06	1.00	1.06	1.08
Índice de Paasche	1.27	1.25	1.06	1.09	1.05	0.98	1.01	1.05	1.00	1.03	1.07
Índice de Fisher	1.27	1.26	1.06	1.09	1.05	1.00	1.01	1.06	1.00	1.05	1.07
Variaciones	23.63%	23.04%	6.00%	8.63%	4.86%	-0.40%	1.10%	5.66%	0.16%	4.54%	6.94%
Promedio	7.65%										

Fuente: LECG

Elaboración: OSIPTEL

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 154 de 266
	INFORME	

Como se puede apreciar, respecto de la evolución del nivel de producción, el modelo desarrollado por LECG estima una tasa de crecimiento promedio anual de 7.65%.


Respecto del uso de **insumos de producción**, el modelo desarrollado por LECG considera los siguientes insumos: mano de obra, materiales, rentas y servicios y capital.

En relación con el insumo mano de obra, el precio de la mano de obra se computa como el gasto de la mano de obra sobre la cantidad de empleados de la empresa en cada año. El gasto en personal se obtiene sumando los gastos del personal de Telefónica – que incluye sueldos, salarios y beneficios laborales – y el rubro de participación de trabajadores (participación de los trabajadores de la empresa en las utilidades de la empresa).

De otro lado, dado que en los estados financieros se considera el rubro trabajo para el inmovilizado, el cual representa el gasto en mano de obra relacionado con la instalación de equipos, para evitar contabilizar dicho gasto dos veces se ajustó el número de empleados por un índice. Dicho ajuste consistió en multiplicar el número promedio de empleados por uno menos el cociente entre el trabajo para el inmovilizado y el gasto de personal (sin incluir la participación de los trabajadores).

Respecto de los materiales, el valor total de los gastos de materiales, rentas y servicios, se calcula como la suma de los gastos de los rubros generales y administrativos, provisiones, materiales y suministros. Para estimar el índice de cantidades LECG optó por considerar el gasto de estos insumos deflactado por el índice del PBI, el cual toma en cuenta la evolución de los precios de toda la economía. La empresa consultora señala que en ausencia de un índice de precios aplicable a estos insumos, el deflactor del PBI representa un índice lo suficientemente agregado como para abarcar tanto productos como servicios.

En relación con los insumos de capital, en la propuesta de Telefónica se diferencian seis tipos de activos fijos: Terrenos, Oficinos, Planta Telefónica, Muebles, Vehículos y Otros Equipos. A su vez la planta telefónica está desglosada en cuatro rubros: Equipo de Centrales, Equipo de transmisión, Cables y Similares y Otros equipos. De esta manera, para cada año se construye el indicador de cantidad de cada activo deflactando el valor de los activos por el IPM (índice de precios al por mayor), entendiendo que este precio agregado representa una variable proxy del precio real de la adquisición de los activos. Luego la cantidad de capital es estimada como el promedio de la cantidad en el periodo t y $t-1$.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 155 de 266
	INFORME	

La empresa consultora señala además que el cálculo de la remuneración del capital no resulta tan inmediato como el caso de la mano de obra o el caso de los materiales y servicios ya que no existe un mercado de alquiler de activos de capital que indique cuál es su precio y su costo. Al respecto, LECG ha empleado la especificación desarrollada por Christensen-Jorgeson, más específicamente:

$$q_{it} = \frac{1}{1-u_t} [r_t * p_{i,t-1} + \delta_{i,t} * p_{i,t} - (p_{i,t} - p_{i,t-1})] \quad \dots(79)$$

Donde:

$q_{i,t}$ = costo de uso del capital del activo i en el año t.

u_t = tasa efectiva de impuestos en el año t.

$p_{i,t}$ = índice de precios del activo i en el año t.

r_t = tasa costo de oportunidad del capital después de impuestos en el año t.

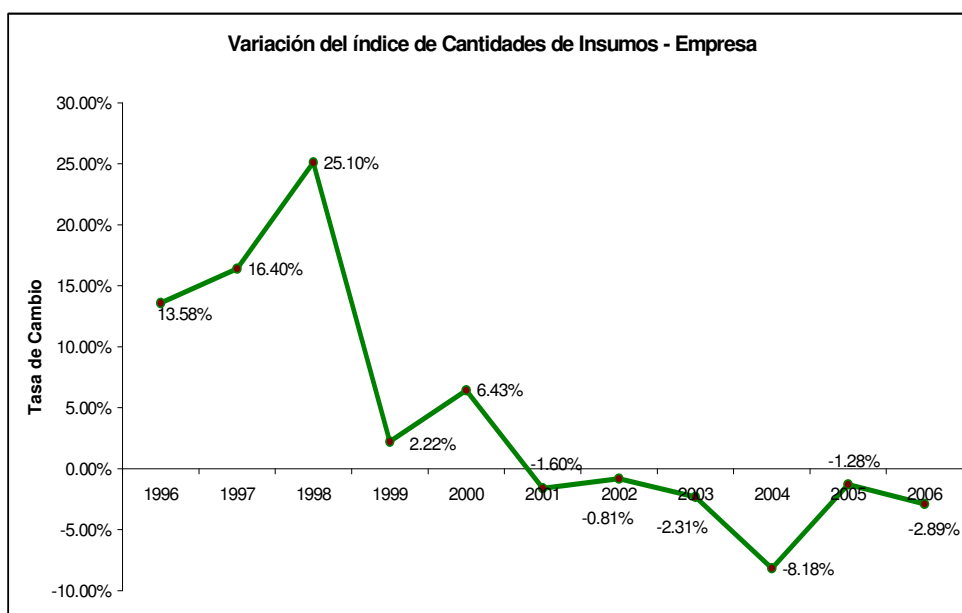
$\delta_{i,t}$ = tasa de depreciación del activo i en el año t.

Respecto de la tasa impositiva, la empresa estima la tasa efectivamente pagada como porcentaje del valor total del costo económico del capital considerando el total del activo fijo.

La tasa de depreciación utilizada para la estimación es calculada como el gasto en depreciación de cada activo en un año sobre el promedio del activo fijo neto en los periodos t y t-1. En los años en los cuales se cuenta con un estado financiero pro forma, la tasa de depreciación se estima como el promedio de las tasas de depreciación en los años anteriores y posterior. LECG precisa que se han seleccionado dichas tasas de depreciación debido a que éstas son las que permiten la recuperación real del valor del activo al final de su vida útil para el caso de una empresa de telecomunicaciones.

Sobre la base de dichas consideraciones, la empresa estima la siguiente evolución en el uso de los factores de producción.

Gráfico Nº 17
Índice de Cantidades de Insumos en la Empresa



Concepto	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Índice de Laspeyres	1.17	1.18	1.28	1.02	1.07	0.99	0.99	0.98	0.92	0.99	0.97
Índice de Paasche	1.12	1.18	1.29	1.02	1.07	0.98	0.99	0.98	0.92	0.99	0.97
Índice de Fisher	1.15	1.18	1.29	1.02	1.07	0.98	0.99	0.98	0.92	0.99	0.97
Variaciones	13.58%	16.40%	25.10%	2.22%	6.43%	-1.60%	-0.81%	-2.31%	-8.18%	-1.28%	-2.89%
Promedio	4.24%										

Fuente: LECG

Elaboración: OSIPTTEL

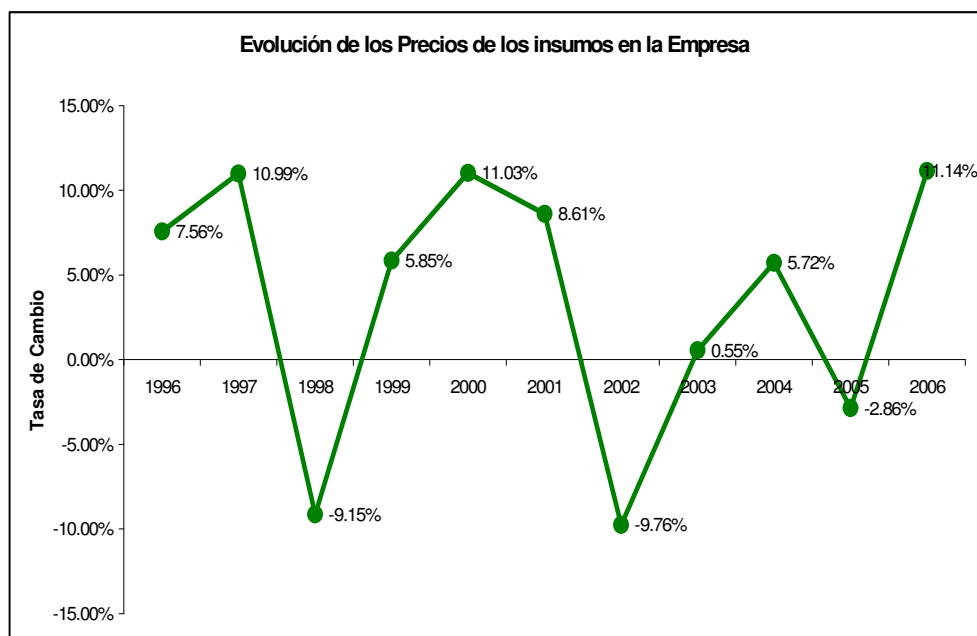
Como se puede apreciar, respecto de la evolución del uso de insumos de producción en la empresa, el modelo desarrollado por LECG estima una tasa de crecimiento promedio anual de 4.24%. Considerando el anterior resultado en términos del crecimiento del producto, la empresa consultora estima entonces que la productividad de la empresa regulada ha crecido a lo largo del período de análisis a una tasa promedio de 3.41%.

$$CTFP^{TDP} = 7.65\% - 4.24\% = 3.41\%$$

6.4. Estimación de los Precios de los insumos de Telefónica.

Sobre la base de las especificaciones de los índices de precios estimados para cada uno de los insumos de producción, los cuales han sido referidos en la sección anterior, la empresa estima la siguiente evolución respecto del índice promedio del precio de sus insumos.

Gráfico N° 18
Índice de Precios de los Insumos en la Empresa



Concepto	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Índice de Laspeyres	1.10	1.11	0.91	1.06	1.12	1.09	0.91	1.01	1.06	0.97	1.12
Índice de Paasche	1.06	1.12	0.92	1.06	1.12	1.09	0.91	1.00	1.06	0.97	1.11
Índice de Fisher	1.08	1.12	0.91	1.06	1.12	1.09	0.91	1.01	1.06	0.97	1.12
Variaciones	7.56%	10.99%	-9.15%	5.85%	11.03%	8.61%	-9.76%	0.55%	5.72%	-2.86%	11.14%
Promedio	3.61%										


Fuente: LECG

Elaboración: OSIPTTEL

Como se puede apreciar, esta variable presenta una alta volatilidad durante el periodo de evaluación, fluctuando entre -10% y 11%. El modelo desarrollado por LECG estima una tasa de crecimiento promedio anual de 3.61%.

6.5. Estimación de la Productividad de la Economía.

Para el cálculo del TFP de la Economía, la empresa presentó el estudio "Determinación de la Productividad de la Economía Peruana" realizado por la Universidad del Pacífico. En dicho estudio, el equipo consultor precisa que se analizan varios problemas que se enfrentan en la estimación de la TFP, en particular, la existencia de una economía donde predomina el componente cíclico más que el tendencial, y la carencia de información, aspectos que hacen más complejo el análisis.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 158 de 266
	INFORME	

Para calcular el crecimiento de la productividad total de factores de la economía se realiza un ejercicio de contabilidad del crecimiento bajo el enfoque primal. Para tales efectos, se utiliza el modelo de crecimiento de Solow, empleando una función de producción del tipo Cobb Douglas:

$$Y_t = A_t K_t^\alpha (L_t)^{1-\alpha} \quad \dots(80)$$

Donde Y es el producto, A es el parámetro que mide la tecnología utilizada, K es el stock de capital, L es el empleo y α representa la participación del factor capital en la estructura de uso de insumos de producción.

No obstante dicha formulación general, la empresa considera relevante tomar en cuenta el verdadero significado de las variables utilizadas en el modelo de Solow. Al respecto, se señala que el modelo considera el capital efectivamente utilizado en la producción y no todo el stock de capital existente. De igual manera, la variable L representa el número de horas efectivamente trabajadas, es decir, la población económicamente activa y subempleada, dejando de lado a los desempleados. Sobre la base de dicha consideración, se describe la función de producción de la siguiente manera:

$$Y_t = A_t (u_t K_t)^\alpha (u_t L_t)^{1-\alpha} \quad \dots(81)$$


Donde la variable “u” representa la tasa de utilización de los factores de producción, la cual se asume igual para ambos casos. Considerando la existencia de economías de escala se tiene lo siguiente:

$$Y_t = A_t u_t K_t^\alpha L_t^{1-\alpha} \quad \dots(82)$$

Luego, tomando logaritmos y diferenciando con respecto al tiempo se obtiene la siguiente expresión para el crecimiento de la TFP de la economía:

$$g_A = g_Y - \alpha g_K - (1 - \alpha) g_L - g_u \quad \dots(83)$$

Donde g_Y , g_K , g_L y g_u son la tasa de crecimiento del producto, el stock de capital, la mano de obra y la tasa de utilización respectivamente. En ese sentido, para evitar obtener una TFP sesgada la empresa señala en su informe que se debe de incluir en el cálculo la variación en el uso de los factores de producción. Sin embargo, se precisa

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 159 de 266
	INFORME	

que en el Perú no existe información sobre el uso efectivo de los diversos factores de producción.

En el caso del factor capital, si bien existe un índice de capacidad instalada en el sector manufactura, el utilizar dicho índice como aproximación de la tasa de utilización del capital significaría asumir que el uso del factor capital en toda la economía se comporta igual que en el sector manufactura, cuando en realidad este último representa menos del 20% del PBI. De otro lado, se precisa además que dicho indicador tiene serios problemas en su estimación.

Respecto del empleo, se precisa que si bien en algunos estudios se utiliza la tasa de desempleo para estimar la población económicamente activa ocupada, en el caso peruano el BCR sólo publica datos para Lima Metropolitana desde 1997.


Bajo dichas condiciones, la alternativa utilizada para corregir el sesgo del cálculo de la TFP es afectar la medida de PBI y utilizar la tendencia del PBI, eliminando el ciclo del producto. Para descomponer la serie de PBI, se utilizó el filtro de Hodrick y Prescott que calcula la tendencia con un proceso de minimización de la varianza de la serie, sujeto a una restricción que penaliza las fluctuaciones en segundas diferencias.

Al corregir el problema extrayendo el ciclo económico del PBI, se está asumiendo que gran parte de las variaciones en el uso de los factores de producción se explican por los cambios en la demanda agregada que a su vez causan los ciclos económicos. Considerando dicho ajuste, la empresa considera lo siguiente:

$$g_A = g_Y^{\wedge} - \alpha g_K - (1 - \alpha)g_L \quad \dots(84)$$

Donde y^{\wedge} representa la tendencia del PBI y la variación de la productividad ya no es afectada por el nivel de uso de los factores de producción. Un ajuste adicional que se consideró es que la calidad del factor trabajo varía en el tiempo y entre grupos de trabajadores y que dichas variaciones afectan la contribución del factor trabajo en el proceso productivo.

Los datos utilizados en las estimaciones provienen de cuatro fuentes estadísticas: las series publicadas por el Banco Central de Reserva del Perú, los indicadores del Banco Mundial (World Development Indicators), las series del Instituto Nacional de

	DOCUMENTO	N° 065 -GPR/2007 Página 160 de 266
	INFORME	

Estadística e Informática y las series históricas elaboradas por Seminario (2001). Para todas las series se utilizaron datos reales en Nuevos Soles de 1994.

Para estimar la participación del capital, se utilizó el ratio entre el excedente de explotación y el valor agregado obtenido a través de la Matriz Insumo Producto de 1994. El valor obtenido es de 0.3428. Para la serie Stock de Capital, ésta se construyó utilizando el método de inventarios perpetuos, es decir se aplicó la siguiente fórmula:

$$K_t = (1 - \delta)^t K_0 + \sum_{i=0}^{t-1} (1 - \delta)^i I_{t-i} \quad \dots(85)$$

Donde δ representa la tasa de depreciación e I_t representa el nivel de inversión en el período t. Se identifican dos tipos de gasto de inversión: (i) en construcción y (ii) maquinaria y equipos. Como cada tipo de inversión tiene una tasa de depreciación distinta (3.5% para construcción y 6% para maquinaria y equipos), se utiliza una tasa de depreciación promedio ponderado de 4.5%, valor que asume la estructura existente entre ambos tipos de activos en el año 1994.

Otra variable requerida para la implementación del método de inventarios es el nivel inicial del stock de capital (K_0). Para obtener este valor se adoptó el supuesto que el ratio entre el capital inicial y la producción es de 2.7, siguiendo los cálculos de Seminario (2001).

Para la variable empleo se utilizó la serie Población Económicamente Activa (PEA) que incluye a los trabajadores ocupados a partir de los datos del INEI y de los WDI. Para introducir el componente de calidad de trabajo se construyó el indicador de calidad de empleo de Barro y Lee (2000). Para ello se utilizó la serie que proporcionan los autores para el Perú para el periodo 1950-2000. Siguiendo la misma metodología se actualizó la serie hasta el 2006 utilizando los datos de la ENAHO.

Sobre la base de todas las consideraciones referidas, se calculó una variación promedio anual para el periodo 1995-2006 de 3.72% para el PBI, de 1.99% para la contribución del empleo y de 1.04% para la contribución del capital. Esto hace que el cambio en la TFP de la economía para dicho periodo sea igual a 0.69%.

Cuadro N° 22: Productividad de la Economía

Periodo	PBI	Contribución de		
		Empleo	Capital	TFP
1950-1960	5.73%	1.34%	1.20%	3.19%
1960-1970	5.57%	1.79%	1.28%	2.49%
1970-1980	3.12%	2.19%	1.81%	-0.89%
1980-1990	0.36%	2.63%	0.89%	-3.18%
1990-2000	2.78%	2.04%	1.02%	-0.28%
2000-2006	3.85%	1.85%	0.83%	1.16%
1950-2006	3.53%	1.98%	1.20%	0.34%
1995-2006	3.72%	1.99%	1.04%	0.69%

Fuente: LECG

Elaboración: OSIPTTEL

Es importante precisar que la propuesta final del equipo consultor no utilizó la corrección en el empleo por el indicador de Barro y Lee, porque según los autores, el indicador podría estar sobreestimando el efecto de la educación secundaria y terciaria sobre el producto dado que no toma en cuenta el impacto real de los años de educación en el ingreso de la población. Es decir que los resultados con la corrección de Barro-Lee no son creíbles.

6.6. Evolución de los Precios de los Insumos de la Economía

De manera similar a los anteriores procedimientos regulatorios, para calcular la tasa de cambio de los precios finales de los insumos de la economía la empresa consultora LECG toma la tasa media de crecimiento del índice de Precios al Consumidor (IPC) durante el período 1996-2006 y se le suma la variación en la TFP de la Economía. Es decir:


$$CI_t^E = CP_t^E + CTFP_t^E \quad \dots(86)$$

Donde

$CTFP_t^E$ = tasa de cambio de la TFP de la economía en el año t.

CP_t^E = tasa de cambio de los precios finales de la economía en el año t.

CI_t^E = tasa de cambio del precio de los insumos de la economía.


	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 162 de 266
	INFORME	

Considerando que el IPC en dicho período creció a una tasa media del 4.33%, y que la productividad de la economía estimada por la Universidad del Pacífico es de 0.69, LECG estima que el precio de los insumos de la economía lo hizo a una tasa media del 5.02%.


$$CI^E = 0.69\% + 4.33\% = 5.02\%$$

La presente sección concluye señalando los principales errores que el OSIPTEL encuentra en la propuesta de la empresa, los mismos que serán desarrollados de manera más detallada a lo largo del siguiente capítulo.

- Con respecto a los ingresos y gastos operativos, la empresa utilizó datos brutos de interconexión para los años 2005 pro-forma y 2006 en lugar de netos de interconexión.
- Del mismo modo, la propuesta de la empresa compara erradamente los rubros de “Internet”, “tráfico fijo móvil” e “interconexión” entre el año 2003 y 2004, a pesar de que en el año 2003 no hay información desagregada para estos rubros como la existente para el año 2004.
- Asimismo, se identifican errores por duplicidad de montos para los rubros “Internet” y “Comunicaciones de Empresas” en el año 2004, y errores de suma cometidos en los ingresos operativos pro forma para los años 2005 y 2006.
- Cabe señalar que los datos referidos a los niveles de producción también tuvieron algunos problemas de consistencia y falta de información. En particular, para los años 1995 y 1996, en la propuesta de Telefónica existían datos para los ingresos de los Teléfonos Públicos pero no información sobre los indicadores de producción.
- Asimismo, se identificó que en los años 2004, 2005 y 2006 el indicador de telefonía fija no era consistente con el indicador en los años previos debido a que no consideraba el componente de telefonía pública.
- Con respecto al rubro Móviles, cabe señalar que si bien la empresa ha presentado una información desagregada de los ingresos y las cantidades, dicha desagregación ha sido desestimada por el regulador en las anteriores fijaciones del factor por ser considerada información inconsistente, aspecto que hasta la fecha no ha sido debidamente sustentado por la empresa concesionaria.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 163 de 266
	INFORME	

- De otro lado, como parte de su propuesta, Telefónica ha presentado un costo promedio ponderado del capital que presenta un error de cálculo en la determinación de la tasa costo del capital en nuevos soles. No obstante dicha observación, la sección 7.6 del presente documento precisa el detalle de la estimación del costo de oportunidad del capital realizado por el OSIPTEL.
- Finalmente, respecto de la tasa de crecimiento de la TFP para la economía, el presente informe presenta una extensa revisión de las diferentes alternativas metodológicas sobre la base de la cual se han identificado importantes limitaciones en los enfoques econométricos referidos a los problemas de endogeneidad, variable omitida y sesgo de selección. Complementariamente, se recomienda el uso de la metodología de números índices como una mejor aproximación.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 164 de 266
	INFORME	

7. PROPUESTA DEL REGULADOR

Sobre la base del marco conceptual desarrollado en las secciones anteriores, así como de la revisión de la experiencia internacional, la presente sección detalla las estimaciones realizadas por el regulador para la determinación del factor de productividad aplicable al período septiembre de 2007 – agosto de 2010.

Para tales efectos, se considera el desarrollo de cinco secciones: la estimación de la productividad de la empresa regulada, la estimación de la productividad de la economía, la estimación de la tasa de cambio del precio de los insumos de la empresa regulada, la estimación de la tasa de cambio de los precios de los insumos en la economía y la estimación del costo de oportunidad del capital.

7.1. Productividad de la Empresa


Esta sección presenta la estimación de la productividad de la empresa concesionaria para el período 1996-2006. Al respecto, es importante precisar que, de acuerdo con lo especificado en los Lineamientos del Ministerio de Transporte y Comunicaciones, el regulador ha considerado utilizar la totalidad de la información estadística disponible en la empresa, es decir, la información desde el año 1995 (12 años y 11 variaciones).

Dicha consideración permitirá una adecuada predicción de los niveles de productividad esperables para el período 2007-2010. Asimismo, esto permitirá una mayor consistencia a la hora de comparar dicho resultado con la estimación de la productividad de la economía, componente que es mejor estimado en horizontes de tiempo más largos.

7.1.1. Indicadores de Producción

El objetivo de esta sección consiste en estimar la tasa de crecimiento de los índices de producción de Telefónica para el período 1996-2006. El detalle de la información presentada por la empresa regulada, así como la especificación de las modificaciones realizadas por el regulador se precisan a continuación.

El punto de partida es considerar el detalle de los ingresos operativos registrados para cada una de las líneas de negocio consideradas en los formatos de entrega solicitud de información proporcionada por la empresa concesionaria. La variable ingreso es identificada acorde con la siguiente nomenclatura:

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 165 de 266
	INFORME	


R_{it} = Ingreso de la Categoría o de la Línea de Negocio i en el período t .

Sobre la base de la información remitida por la empresa se ha utilizado diferentes niveles de desagregación de acuerdo a la disponibilidad de la información con la que se contaba. Así, para los años entre 1994 y 2003 se utilizó como fuente la misma información que en los procesos de determinación de los factores de productividad previos, incluyendo las proformas utilizadas para los años 2000 y 2001.

En relación a los datos presentados en la propuesta por parte de la empresa, para el caso de los años 2000 y 2001 pro forma se desagregó el rubro “Otros”, de tal manera que se asignó parte de ese monto al rubro de “Guías telefónicas”, obteniendo los mismos datos utilizados en el Factor de Productividad del año 2004. Al respecto, es necesario resaltar que se presentaron una serie de dificultades en el tratamiento de la información debido a que la empresa presentó dos formatos con distinta información para los ingresos del año 2000. Además la empresa se olvidó de considerar el rubro de móviles en los ingresos totales de ese mismo año.

De otro lado, si bien para los años 2004 al 2006 la empresa envió la información de ingresos con una desagregación más cercana a la solicitada, el tratamiento de esta sección fue modificado por el regulador a través de las siguientes precisiones:

- Para el año 2004 se incluyeron los ingresos de “Internet” en el rubro de “Comunicaciones de Empresas”, servicio que tuvo un mayor nivel de desagregación. La empresa en su propuesta duplica estos datos en los dos sectores.
- Se corrigen errores de suma cometidos en los ingresos operativos pro forma para los años 2005 y 2006.
- Se identificó un error en el ingreso de los datos de “Interconexión” para los ingresos operativos de los años 2004 y 2005. Más específicamente, se identificó un error material en la hoja de Excel al momento de hacer la sumatoria de la totalidad de los ingresos por dicho concepto.
- La empresa utilizó datos brutos de interconexión para los años 2005 pro forma y 2006 en lugar de los ingresos netos de interconexión. Dicha información fue posteriormente corregida por la empresa debido a que su consideración tenían un impacto en la determinación de la productividad estimada para el año 2006.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 166 de 266
	INFORME	

- De otro lado, debido a las diferencias de los formatos presentados entre los períodos 1995-2003 y 2004-2006, no se contaba con una información comparable entre el año 2003 y 2004. Al respecto, la propuesta de la empresa compara erradamente los rubros de “Internet”, “tráfico fijo móvil” e “interconexión” entre estos años, a pesar de que en el año 2003 no hay información desagregada para estos rubros como la existente para el año 2004.


En ese sentido, después de una serie de pedidos de información la empresa envió los datos de ingresos comparables entre estos años, mas no los datos de cantidades, por ello se realizaron algunos ajustes que permitieran su comparación.

En ese sentido, consistente con la práctica contable desarrollada por la empresa hasta el año 2003, se elaboró un año 2004 comparable. Para tales efectos, se agregó los datos de “Internet” del año 2004 en el de “comunicaciones de empresas” y los datos de tráfico “fijo móvil” y de “interconexión” dentro del rubro de “servicio local medido”. Además se hizo un ajuste en el año 2003 en el rubro de “larga distancia internacional” al cual se le incluyen los ingresos obtenidos por la empresa por concepto de “Cable Sub marino” y “tarjeta Hola Perú” que estaban incluidos en el rubro “Otros”.

Asimismo, se identificó que en los años 2004, 2005 y 2006 el indicador de telefonía fija no era consistente con el indicador en los años previos debido a que no consideraba el componente de telefonía pública. Dicha omisión ha sido corregida agregando el componente mencionado.

- Es necesario precisar que de manera consistente con las anteriores fijaciones del factor de productividad, la información de ingresos correspondiente al servicio móvil es un dato global (sin desagregaciones). Al respecto, cabe señalar que si bien la empresa ha presentado una información desagregada de los ingresos y las cantidades, dicha desagregación ha sido desestimada por el regulador en las anteriores fijaciones del factor por ser considerada información inconsistente, aspecto que hasta la fecha no ha sido debidamente sustentado por la empresa concesionaria.

La información sobre servicios móviles está relacionada al presente procedimiento, y se incluye en el cálculo, debido que hasta el año 2000 Telefónica era concesionaria del servicio de telefonía móvil. Luego de dicho año se realizó una transferencia de concesión a su empresa vinculada Telefónica Servicios

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 167 de 266
	INFORME	

Móviles S.A.C. (hoy Telefónica Móviles S.A.). Por tanto no se incluye en el cálculo de la productividad de la empresa la información de servicios móviles posterior al año 2000. En ello no existe discrepancia con Telefónica.


En la fijación del factor de productividad de 2001 Telefónica señaló a OSIPTEL que no contaba con la información respecto al número de minutos (tráfico) del servicio móvil y propuso al regulador el uso de la medida de producción “número de aparatos” (número de líneas). OSIPTEL, utilizando la medida de producción planteada por Telefónica, emitió su proyecto para comentarios.

De forma posterior a la emisión del proyecto Telefónica remitió información sobre tráfico del servicio móvil en dos oportunidades (abril y junio de 2001). El regulador no utilizó esta información por razones debidamente sustentadas: (i) era extemporánea, (ii) la información de abril era no auditable, (iii) la información de junio no arrojaba resultados creíbles y no constituía una base adecuada para el cálculo del factor de productividad, según la consultora Christenssen Associates Inc.⁴¹

El tema fue analizado en el arbitraje que Telefónica inició contra OSIPTEL. El análisis del Tribunal Arbitral fue favorable a OSIPTEL, confirmándose la decisión de no utilizar la información que Telefónica había remitido sobre tráfico por extemporánea.

En la revisión del valor del factor de productividad realizada en 2004 Telefónica remitió la información sobre servicios móviles que había previamente presentado en junio de 2001. OSIPTEL decidió no utilizar dicha información porque la empresa no había sustentado adecuadamente los reparos que se habían formulado en 2001 sobre las inconsistencias y confiabilidad de la información entregada. Adicionalmente, en el año 2004 Telefónica presentó información distinta el 15 de marzo y el 19 de marzo, señalando en esta última que en la primera entrega se había omitido información relevante. Ya en la etapa de comentarios al proyecto de OSIPTEL, la empresa presentó un informe de la consultora NERA que contenía información distinta respecto de los indicadores de servicio móvil, que aquella que había sido remitida a OSIPTEL. El organismo regulador, dadas estas circunstancias, decidió no utilizar la información de Telefónica sobre este rubro y utilizó la medida de producción propuesta por Telefónica en 2001: el número de líneas.

41. Christenssen (2001)

	DOCUMENTO	N° 065 -GPR/2007 Página 168 de 266
	INFORME	


En la presente revisión del factor de productividad Telefónica ha presentado la misma información sobre indicadores del servicio móvil que aquella que fue remitida en 2004. OSIPTEL no utiliza, en su proyecto, esta información, por las mismas consideraciones sustantivas que se plantearon en los procedimientos anteriores, en la medida en que la empresa no ha sustentado adecuadamente las inconsistencias detectadas en la información.

El detalle de las observaciones realizadas por el regulador respecto de la información remitida por la empresa concesionaria se encuentran contenidos en el apéndice C “Mobile Output Analysis” y el apéndice F “Response to TDP’s June 15 Cellular Data” del informe “Determination of the X Factor for the Regulation of Telefonica del Perú”, elaborado por la empresa consultora Christensen Associates en julio del año 2001, así como en el numeral 4 “Comentarios sobre la medida de producción para los servicios de telefonía móvil” de la matriz de comentarios adjunta a la Resolución N° 060-2004-CD/OSIPTEL, notificada a Telefónica el 20 de julio de 2004 (páginas 29-36).

Durante la etapa de comentarios la empresa tiene la posibilidad de levantar estos cuestionamientos. De presentar un sustento apropiado que acredite que la información no es inconsistente y es confiable, el regulador utilizará dicha información en el cálculo final del valor del factor de productividad.

Debe quedar claro que la etapa de comentarios no puede ser utilizada por la empresa para remitir nueva información susceptible de variar los cálculos de OSIPTEL. La etapa de entrega de información ya concluyó. Pero en la etapa de comentarios la empresa sí puede sustentar la viabilidad del uso de la información que ya ha entregado o alcanzar información de soporte que no suponga alterar los datos entregados. Si el sustento que la empresa remita –si decide realizarlo– es adecuado, el regulador podrá hacer uso de la información sobre tráfico de servicio móvil en el cálculo del factor de productividad.

Como OSIPTEL ha señalado anteriormente (particularmente en la Resolución N° 071-2004-CD/OSIPTEL, publicada el 05 de setiembre de 2004), el regulador no niega que existan medidas de producción mejores que el número de líneas propuesto por Telefónica en 2001; sin embargo la información de los diversos indicadores remitidos por la empresa con posterioridad no fue confiable a efectos de ser utilizada en los anteriores procedimientos y no lo es en el presente procedimiento, salvo que la empresa sustente adecuadamente en esta oportunidad las inconsistencias encontradas.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 169 de 266
	INFORME	

Lo señalado anteriormente no se opone a lo establecido en el artículo 9° literal f) de los Lineamientos aprobados mediante Decreto Supremo N° 003-2007-MTC⁴², según el cual se deben utilizar los mejores indicadores posibles para la medición de productividad. Al respecto, es importante precisar que dicho criterio será efectivamente seguido en tanto la información presentada sea confiable.

De esta manera, ante la disyuntiva de usar un indicador determinado con información confiable, respecto de otro indicador, teóricamente mejor, pero con información inconsistente o no debidamente sustentada; el regulador debe optar por la primera alternativa. Ello es consistente en un escenario de información asimétrica del regulador, en el cual es la empresa la que posee la información relevante y por ello es la responsable de proveerla y sustentar su confiabilidad. Asimismo evita potenciales comportamientos estratégicos en la entrega de información.

42. Artículo 9.- (...) f) En caso que resulte necesario medir la productividad de servicios ajenos a los servicios objeto de regulación se utilizarán los indicadores de producción que mejor reflejen el crecimiento de los ingresos de dichos servicios.

Cuadro N° 23: Información de Ingresos Operativos

INGRESOS OPERATIVOS
Miles de nuevos soles (valores históricos)

OSIPTEL	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2000 PF	2001	2001 PF	2002	2003
Total Ingresos Operativos	2,392,849	3,128,141	3,886,395	3,977,689	4,361,130	4,607,190	3,772,423	3,554,735	3,462,658	3,457,083	3,447,129
Telefonía Fija	1,057,542	1,311,197	1,468,993	1,507,233	1,616,979	1,764,415	1,764,110	1,645,098	1,645,097	1,686,431	1,685,016
Instalación	388,785	327,199	245,459	134,508	20,515	14,214	14,213	13,704	13,703	20,416	20,845
Renta básica mensual	178,161	361,793	558,782	713,545	803,237	894,681	894,526	886,065	886,065	867,824	880,463
Servicio Local Medido	406,218	530,896	582,521	575,859	709,874	785,183	785,038	669,954	669,954	704,771	684,284
Servicio Local - Otros	84,377	91,310	82,230	83,321	83,353	70,336	70,334	75,376	75,376	93,419	99,424
Telefonía de Larga Distancia	844,971	966,174	1,033,003	882,245	785,778	664,342	664,289	589,726	589,726	404,795	360,213
Larga Distancia Nacional	301,554	370,036	403,008	359,276	300,201	309,423	309,369	294,268	294,268	249,896	194,529
Larga Distancia Internacional	543,417	596,138	629,995	522,969	485,577	354,920	354,920	295,458	295,458	154,900	165,683
Tráfico terminado en Perú (Entrada)											
Tráfico originado en Perú (Fijo -Fijo)											
Servicios Móviles	103,547	315,816	650,666	653,555	800,803	800,484					
Tráfico fijo-móvil											
Internet											
Dial - Up											
ADSL											
Cable											
Teléfonos Públicos	250,091	311,168	369,837	446,726	576,715	670,826	670,709	671,870	671,870	745,843	702,240
Tráfico local a fijos											
Tráfico local a móviles											
Tráfico larga distancia nacional											
Tráfico larga distancia internacional											
Otros											
Televisión por Cable	9,128	34,885	119,336	177,782	204,646	253,120	253,076	267,326	267,326	294,309	320,003
Guías Telefónicas	35,866	53,795	87,840	109,836	113,446	98,264	98,264	86,953			
Interconexión											
Tráfico											
Terminación											
Transporte Local											
Transporte de Larga Distancia											
Enlaces											
Otros											
Comunicaciones de Empresas	91,705	135,107	156,721	185,818	232,251	283,608	216,232	193,344	193,344	199,539	267,129
Otros	0	0	0	14,493	30,511	72,131	105,743	100,417	95,294	126,165	112,528

(1) Los valores históricos se estiman reexpresando los valores ajustados de los ingresos por un factor determinado por el IPM, de manera que los datos son llevados a diciembre de su año correspondiente.

(2) PF hace referencia a la información pro - forma.

(3) OS hace referencia al formato elaborado por ODIPTEL para poder comparar los años 2003 y 2004.

Fuente: Telefónica del Perú.

Elaboración: OSIPTEL

INGRESOS OPERATIVOS

Miles de nuevos soles (valores históricos)

OSIPTEL	2004 OS	2004	2004 PF	2005	2005 PF	2006
Total Ingresos Operativos	3,459,296	3,459,296	3,490,428	3,520,367	3,630,389	3,829,808
Telefonía Fija	1,635,805	1,485,202	1,362,499	1,274,681	1,287,076	1,301,144
Instalación	19,286	19,286	19,286	-18,341	17,494	18,918
Renta básica mensual	886,812	886,812	886,812	833,373	851,221	861,069
Servicio Local Medido	627,052	476,449	353,747	359,389	319,087	299,103
Servicio Local - Otros	102,655	102,655	102,655	100,260	99,274	122,054
Telefonía de Larga Distancia	318,409	318,409	459,043	427,622	421,879	423,922
Larga Distancia Nacional	209,041	209,041	349,678	305,098	307,450	296,717
Larga Distancia Internacional	109,368	109,368	109,365	122,523	114,429	127,205
Tráfico terminado en Perú (Entrada)		51,103	51,103	55,592	55,592	61,258
Tráfico originado en Perú (Fijo -Fijo)		58,265	58,262	66,931	58,837	65,947
Servicios Móviles						
Tráfico fijo-móvil		15,992	15,992	15,700	15,700	14,720
Internet		295,449	295,448	393,108	418,935	549,354
Dial - Up		46,537	46,536	29,622	29,622	21,205
ADSL		221,233	221,233	344,829	370,656	516,019
Cable		27,679	27,679	18,657	18,657	12,130
Teléfonos Públicos	677,378	677,378	594,229	598,010	601,130	533,477
Tráfico local a fijos		325,774	242,625	232,759	350,196	265,225
Tráfico local a móviles		128,531	128,531	163,666	172,922	198,398
Tráfico larga distancia nacional		209,392	209,392	184,703	55,708	44,662
Tráfico larga distancia internacional		7,062	7,062	2,531	4,559	3,769
Otros		6,619	6,619	14,351	17,745	21,424
Televisión por Cable	338,582	338,582	310,903	340,317	302,261	355,874
Guías Telefónicas						
Interconexión		134,611	134,611	142,370	142,371	142,606
Tráfico		25,037	25,037	31,102	31,102	44,179
Terminación		21,750	21,750	21,638	21,638	31,431
Transporte Local		3,287	3,287	3,643	3,643	6,200
Transporte de Larga Distancia		0	0	5,821	5,821	6,548
Enlaces		17,546	17,546	12,223	12,223	5,735
Otros		92,028	92,028	99,046	99,046	92,692
Comunicaciones de Empresas	311,699	16,251	96,922	81,631	273,514	307,915
Otros	177,423	177,423	220,781	246,929	167,522	200,795


(1) Los valores históricos se estiman reexpresando los valores ajustados de los ingresos por un factor determinado por el IPM, de manera que los datos son llevados a diciembre de su año correspondiente.

(2) PF hace referencia a la información pro - forma.

(3) OS hace referencia al formato elaborado por ODIPTEL para poder comparar los años 2003 y 2004.

Fuente: Telefónica del Perú.

Elaboración: OSIPTEL

	DOCUMENTO	N° 065 -GPR/2007 Página 172 de 266
	INFORME	

Luego de haber registrado los niveles de ingreso, el siguiente paso consiste en identificar los indicadores de producción. Al igual que en el estudio realizado en el año 2001 y 2004, existen determinadas líneas de negocio para las cuales no es posible registrar de manera estadística un indicador de producción. Para estos casos, acorde con lo señalado en los principios metodológicos, la metodología empleada implica el estimar dichos indicadores deflactando sus ingresos registrados por un índice de precios, el cual es estimado sobre la base de la información disponible para las restantes líneas de negocio.

La variable producción es identificada acorde con la siguiente nomenclatura:

q_{it} = Nivel de la Producción de la Línea de Negocio i en el período t.


Los datos referidos a los niveles de producción también tuvieron algunos problemas de consistencia y falta de información. En específico, para los años 1995 y 1996, en la propuesta de Telefónica existían datos para los ingresos de los Teléfonos Públicos mas no información sobre los indicadores de producción, ellos fueron completados con información de la determinación del factor del 2001.

Además, en la propuesta de Telefónica, los datos de líneas en servicio de telefonía fija entre 1995 y 2003 contienen tanto líneas de telefonía fija como líneas de teléfonos públicos, mientras que los datos a partir del 2004 al 2006 no contenían las líneas de telefonía pública. En ese sentido, guardando consistencia con los anteriores procesos de fijación del factor de productividad se hizo la corrección respectiva.

Respecto del nivel de producción correspondiente a los rubros “comunicaciones de empresas” y “otros”, su estimación implica el deflactar sus ingresos por un índice de precios, el cual es estimado sobre la base de la información disponible para las líneas de negocio que sí registran información de producción. Para la estimación de dicho índice de precios seguimos el siguiente procedimiento:

- a) Inicialmente identificamos el nivel de ingreso de las líneas de negocio para las cuales sí se dispone de información de producción. Dicha información se utiliza para estimar un nivel de precios implícito para cada rubro de negocio por año de la siguiente manera.

$$p_{it} = \frac{R_{it}}{q_{it}} \quad \dots (87)$$

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 173 de 266
	INFORME	


Esta metodología se utilizó debido a la falta de información detallada sobre los precios. Al respecto, OSIPTEL realizó diferentes pedidos a la empresa acerca de este rubro de información, sin embargo la empresa argumentó continuamente su falta de capacidad técnica para conseguir dicha información⁴³.

Para el rubro de Guías Telefónicas se utilizó el Índice de Precios al Consumidor, como consecuencia de que éste refleja de mejor manera las variaciones de este producto final que es dirigido directamente a los consumidores. Cabe señalar que en la propuesta presentada por la empresa se utiliza como indicador del precio también el Índice de Precios al Consumidor en el concepto del precio de las Guías Telefónicas, sin embargo para hallar las cantidades implícitas deflactan los ingresos de este rubro por el indicador de Telecomunicaciones que se halla de los rubros que sí cuentan con los datos de ingresos y cantidades.

- b) Posteriormente, empleando la expresión anterior se estima el índice de precios para las líneas de negocio que sí registraron indicadores de producción. Para tales efectos se utiliza el índice de Precios de Fisher.

43. Con Carta C.889-GG.GPR/2006 del 29/12/2006 (recibida el 08/01/2007) – OSIPTEL solicita información del período 1994-2006, considerando en dicho detalle el precio promedio de las diversas líneas de negocio. Posteriormente, mediante comunicación C.131-GG.GPR/2007 del 22/02/2007 (recibida el 23/02/2007) – OSIPTEL absuelve las dudas consultadas por la empresa respecto de los formatos contenidos en la carta C.889-GG.GPR/2006. Luego, mediante la comunicación C.186-GG.GPR/2007 del 12/03/2007 (recibida el 13/03/2007) OSIPTEL reitera que se debe cumplir con los formatos (su estructura) y que se complete la información requerida. En dicho contexto, con carta DR-067-C-419/GR-07 del 27/03/2007 – Telefónica señala que la información estadística 1994-2003 ha sido remitida en los procedimientos regulatorios anteriores y que no obstante ello, y a sus máximos esfuerzos, han tenido dificultad para producir alguna información al nivel de detalle requerido.

Siguiendo con el procedimiento, mediante comunicación C.255-GG.GPR/2007 del 12/04/2007 – OSIPTEL solicita que los años 1994-2003 cumplan con los formatos de la carta C.131-GG.GPR/2007. Se reitera además la necesidad de contar con los datos de precios promedios de líneas de negocio, los indicadores de cantidades físicas de materiales, los precios promedio de adquisición de materiales, cantidades físicas de activos fijos, precios promedio de adquisición de activos fijos, número de horas trabajadas, gasto de personal capitalizado entre los años 2004-2006. Finalmente, mediante la comunicación DR-067-C-512/GR-07 del 23/04/2007 – Telefónica absuelve parte de los pedidos y consultas reiterados por el regulador (específicamente información del número de empleados) y reitera su imposibilidad de contar con la demás información solicitada por el regulador.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 174 de 266
	INFORME	

$$P_{t,t-1}^F = \left[\frac{\sum_{i=1}^N p_{it} * q_{it-1}}{\sum_{i=1}^N p_{it-1} * q_{it-1}} * \frac{\sum_{i=1}^N p_{it} * q_{it}}{\sum_{i=1}^N p_{it-1} * q_{it}} \right]^{1/2} \quad \dots (88)$$

Considerando dichos resultados, el nivel de producción correspondiente a los rubros “comunicaciones de empresas” y “otros” se estima dividiendo el nivel de ingresos de cada período entre el respectivo índice de precios estimado.

Los índices de precios estimados, así como los indicadores de cantidades para estos rubros se muestran a continuación conjuntamente con las demás líneas de negocios para las cuales sí se contaba con información disponible. Las líneas sombreadas corresponden a los servicios para los cuales no se disponía de un indicador de cantidades.

Cuadro N° 24: Índices de Precios por Servicio

PRECIO IMPLÍCITO SIN COMUNICACIONES DE EMPRESA NI OTROS

OSIPTEL	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2000 PF	2001	2001 PF	2002	2003
Instalación	1.07	0.95	0.82	0.56	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.06
Renta básica mensual	0.16	0.25	0.34	0.46	0.48	0.52	0.52	0.51	0.51	0.48	0.45
Servicio Local Medido	0.07	0.07	0.08	0.07	0.08	0.09	0.09	0.07	0.07	0.07	0.07
Servicio Local - Otros	0.08	0.06	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05
Larga Distancia Nacional	0.65	0.64	0.61	0.55	0.49	0.55	0.55	0.59	0.59	0.56	0.56
Larga Distancia Internacional	2.07	2.02	1.84	1.44	1.22	0.90	0.90	0.61	0.61	0.36	0.29
Teléfonos Públicos	0.29	0.30	0.31	0.34	0.37	0.34	0.34	0.41	0.41	0.45	0.40
Televisión por Cable	0.48	0.34	0.47	0.58	0.63	0.72	0.72	0.78	0.78	0.87	0.88
Servicios Móviles	2.47	2.41	2.04	1.29	1.12	0.89					
Guías Telefónicas	1.11	1.24	1.35	1.44	1.49	1.55	1.55	1.58			

(1) PF hace referencia a la información pro - forma.

(2) OS hace referencia al fomato elaborado por OSIPTEL para poder comparar los años 2003 y 2004.

Fuente: Telefónica del Perú.

Elaboración: OSIPTEL

OSIPTEL	2004 OS	2004	2004 PF	2005	2005 PF	2006
Instalación	0.05	0.05	0.05	-0.05	0.04	0.05
Renta básica mensual	0.42	0.42	0.42	0.36	0.37	0.35
Servicio Local Medido	0.08	0.06	0.04	0.05	0.04	0.04
Servicio Local - Otros	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.05
Larga Distancia Nacional	0.36	0.36	0.60	0.56	0.57	0.50
Larga Distancia Internacional	0.16	0.16	0.16	0.13	0.12	0.12
Teléfonos Públicos	0.32	0.32	0.28	0.29	0.30	0.29
Televisión por Cable	0.87	0.87	0.80	0.74	0.65	0.71
Servicios Móviles						
Guías Telefónicas						

(1) PF hace referencia a la información pro - forma.

(2) OS hace referencia al fomato elaborado por OSIPTEL para poder comparar los años 2003 y 2004.

Fuente: Telefónica del Perú.

Elaboración: OSIPTEL

Cuadro N° 25: Índices de Precios Agregado (Deflactor de Ingresos)

INDICE DE PRECIOS SIN COMUNICACIÓN DE EMPRESAS Y OTROS

OSIPTEL	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2000 PF	2001	2001 PF	2002	2003
Indice de Laspeyres (Por Período) (a)		1.0164	0.9905	0.9393	0.9543	0.9678	0.8128	0.9605	0.7560	0.9855	0.9511
Indice de Paasche (Por Período) (b)		1.0171	0.9825	0.9137	0.9528	0.9579	1.0065	0.9357	0.9335	0.9895	0.9471
Indice de Fisher (Por Período) (c) = [(a)x(b)]1/2	1.000	1.0167	0.9865	0.9264	0.9536	0.9628	0.9045	0.9480	0.8400	0.9875	0.9491
Tasas de Crecimiento [ln(c)] (1)		1.66%	-1.36%	-7.64%	-4.75%	-3.79%	-10.04%	-5.34%	-17.43%	-1.26%	-5.22%
Indice de Fisher (1995=1)	1.000	1.017	1.003	0.929	0.886	0.853	0.801	0.760	0.717	0.708	0.672

(1) Se obtiene la tasa de crecimiento logarítmico.

(2) PF hace referencia a la información pro - forma.

(3) OS hace referencia al formato elaborado por OSIPTEL para poder comparar los años 2003 y 2004.

Elaboración: OSIPTEL

OSIPTEL	2004 OS	2004	2004 PF	2005	2005 PF	2006
Indice de Laspeyres (Por Período) (a)	0.8992	0.8424	0.7926	0.9332	0.8942	0.9744
Indice de Paasche (Por Período) (b)	0.8772	0.8327	0.8053	0.9278	0.8876	0.9743
Indice de Fisher (Por Período) (c) = [(a)x(b)]1/2	0.8881	0.8376	0.7989	0.9305	0.8909	0.9743
Tasas de Crecimiento [ln(c)] (1)	-11.86%	-17.73%	-22.45%	-7.20%	-11.56%	-2.60%
Indice de Fisher (1995=1)	0.597	0.563	0.537	0.499	0.445	0.433

(1) Se obtiene la tasa de crecimiento logarítmico.

(2) PF hace referencia a la información pro - forma.

(3) OS hace referencia al formato elaborado por OSIPTEL para poder comparar los años 2003 y 2004.

Elaboración: OSIPTEL

Cuadro N° 26: Indicador de Cantidades o Producción Física

INDICADORES DE PRODUCCION FISICA

OSIPTEL	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2000 PF	2001	2001 PF	2002	2003
Telefonía Fija											
Instalaciones (Altas Nuevas)	363,181	346,152	300,968	240,800	255,473	171,987	171,987	180,124	180,124	248,690	325,734
Líneas en servicio	1,109,231	1,435,147	1,645,920	1,555,093	1,688,619	1,717,117	1,717,117	1,722,462	1,722,462	1,815,139	1,968,879
Minutos de Servicio Local	5,460,063	7,119,288	7,650,431	7,696,254	8,466,443	8,469,242	8,469,242	9,812,226	9,812,226	9,528,457	9,197,045
Servicio Local - Otros	1,109,231	1,435,147	1,645,920	1,555,093	1,688,619	1,717,117	1,717,117	1,722,462	1,722,462	1,815,139	1,968,879
Telefonía de Larga Distancia											
Minutos LDN	460,799	576,968	657,492	652,607	611,824	566,894	566,894	500,392	500,392	444,123	346,181
Minutos LDI	262,102	294,462	343,082	363,709	399,043	395,690	395,690	484,906	484,906	429,128	566,943
Servicios Móviles	41,872	130,895	319,706	504,995	712,117	898,173	0	0	0	0	0
Tráfico fijo-móvil	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Internet	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Teléfonos Públicos	872,176	1,026,612	1,208,394	1,319,244	1,556,906	1,970,674	1,970,674	1,621,850	1,621,850	1,673,669	1,740,095
Número de suscriptores TV por cable	19,060	101,387	252,225	305,200	327,344	349,447	349,447	341,720	341,720	340,001	363,088
Guías Telefónicas (1)	32,273	43,395	65,280	76,105	75,971	63,420	63,420	55,033	0	0	0
Interconexión											
Tráfico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Enlaces	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Otros	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Comunicaciones de Empresas (1)	91,705	132,887	156,258	199,987	262,126	332,445	269,822	254,486	269,792	281,970	397,725
Otros (1)	0	0	0	15,598	34,436	84,551	131,949	132,172	132,973	178,284	167,542

(1) Estos datos son estimados por OSIPTEL.

(2) PF hace referencia a la información pro - forma.

(3) OS hace referencia al fomato elaborado por ODIPTTEL para poder comparar los años 2003 y 2004.

Fuente: Telefónica del Perú.

Elaboración: OSIPTEL

INDICADORES DE PRODUCCION FISICA

OSIPTEL	2004 OS	2004	2004 PF	2005	2005 PF	2006
Telefonía Fija						
Instalaciones (Altas Nuevas)	408,489	408,489	408,489	404,085	404,085	404,713
Líneas en servicio	2,095,934	2,095,934	2,095,934	2,288,764	2,288,764	2,437,690
Minutos de Servicio Local	7,950,852	7,950,852	7,950,852	7,485,835	7,485,835	7,328,157
Servicio Local - Otros	2,095,934	2,095,934	2,095,934	2,288,764	2,288,764	2,437,690
Telefonía de Larga Distancia						
Minutos LDN	581,203	581,203	581,203	542,634	542,634	597,726
Minutos LDI	700,498	700,498	700,498	931,874	931,874	1,051,676
Servicios Móviles	0	0	0	0	0	0
Tráfico fijo-móvil	0	352,246	352,246	327,027	327,027	413,544
Internet	0	301,335	301,335	404,925	404,925	513,912
Teléfonos Públicos	2,108,114	2,108,114	2,108,114	2,029,831	2,029,831	1,843,488
Número de suscriptores TV por cable	389,174	389,174	389,174	462,211	462,211	500,714
Guías Telefónicas (1)	0	0	0	0	0	0
Interconexión						
Tráfico	0	678,396	678,396	784,040	784,040	1,207,968
Enlaces	0	13,152	13,152	6,382	6,382	4,373
Otros	0	13,152	13,152	6,382	6,382	4,373
Comunicaciones de Empresas (1)	522,537	28,888	180,619	163,481	614,859	710,417
Otros (1)	297,434	315,396	411,438	494,518	376,589	463,271

(1) Estos datos son estimados por OSIPTEL.

(2) PF hace referencia a la información pro - forma.

(3) OS hace referencia al formato elaborado por ODIPTEL para poder comparar los años 2003 y 2004.

Fuente: Telefónica del Perú.

Elaboración: OSIPTEL

Luego de haber identificado los indicadores de ingresos y cantidades para todos los rubros de negocio, el paso final implica la estimación de un índice de cantidades, en este caso, el índice de cantidades de Fisher.

$$Q_{t,t-1}^F = \left[\frac{\sum_{i=1}^N p_{it-1} * q_{it}}{\sum_{i=1}^N p_{it-1} * q_{it-1}} * \frac{\sum_{i=1}^N p_{it} * q_{it}}{\sum_{i=1}^N p_{it} * q_{it-1}} \right]^{1/2} \quad \dots (89)$$

Los resultados de dichas estimaciones se muestran en las siguientes tablas. Como se puede apreciar, la tasa promedio de variación estimada para el período de análisis corresponde a 10.00% anual. Dado que el índice de Fisher se define considerando los ratios entre los valores del período t y los valores del período t-1, la estimación de la tasa de cambio se obtiene directamente estimando el logaritmo natural del índice encontrado para cada período.

Cuadro N° 27: Índice de Cantidades

Año	Índice de Laspeyres (Por Período) (a)	Índice de Paasche (Por Período) (b)	Índice de Fisher (Por Período) (c) = [(a)x(b)]1/2	Tasas de Crecimiento
1996	1.285	1.286	1.286	25.14%
1997	1.264	1.255	1.259	23.07%
1998	1.119	1.090	1.105	9.96%
1999	1.151	1.149	1.150	13.95%
2000	1.102	1.092	1.097	9.27%
2001	1.006	0.982	0.994	-0.61%
2002	1.009	1.013	1.011	1.10%
2003	1.053	1.049	1.051	4.93%
2004 OS	1.142	1.118	1.130	12.20%
2005	1.058	1.034	1.046	4.47%
2006	1.069	1.066	1.068	6.55%
Promedio				10.00%


Nota: Se estima la tasa de crecimiento logarítmica.

2004 OS: Elaborado por OSIPTEL

Elaboración: OSIPTEL

7.1.2. Indicadores de Uso de Insumos Producción

Un aspecto importante de resaltar es que la diferencia entre la información con respecto a los gastos operativos para el año 2003 utilizada por el regulador y la que presentó la empresa durante este proceso regulatorio radica en la asignación del monto de S/. 18,312 (miles). Al respecto, Telefónica incluye dicho monto dentro del rubro de Provisiones, mientras que en la memoria 2003 de la empresa el monto en

	DOCUMENTO	N° 065 -GPR/2007 Página 180 de 266
	INFORME	

discusión está incluido en Cargas Diversas de Gestión dentro de Gastos Generales y Administrativos. Esto se debe a una reclasificación de cuentas, lo cual está relacionado con el monto de provisión de desvalorización de activos que es cero.

Durante el 2002 existían obras en curso por construcción de planta telefónica externa e interna. Para tal fin se constituyó una provisión de obsolescencia a fines del 2002, sin embargo la existencia de algún activo que aún no termina su vida útil hace que lo reclasifiquen de provisión a carga diversa de gestión. El regulador estima pertinente utilizar la información auditada de la memoria.

Cuadro N° 28: Gastos Operativos (Memoria de TdP 2003)

Gastos Operativos Memoria	2003
Personal	404,110
Generales y Administrativos	969,072
<i>Servicios Prestados x Terceros</i>	<i>738,627</i>
<i>Provisiones por Incobrables</i>	<i>125,483</i>
<i>Tributos</i>	<i>86,641</i>
<i>Otros</i>	<i>18,321</i>
Depreciación	873,873
Amotizacion	128,720
Materiales y Suministros	60,548
Capitalizacion de gastos	(45,101)
Honorarios por transferencia tec	295,429
Servicios de Centros Compartidos	107,545
Provisión por Desvalorizacion Act	-
Otros gastos operativos	-
TOTAL	2,794,196

Fuente: Memorias de TdP.

Elaboración: OSIPTTEL

7.1.2.1. Mano de Obra

Como punto de partida identificamos la información correspondiente a los costos totales que ha registrado la empresa en materia de mano de obra. Dicho costo equivale a la suma de los gastos por planilla (Gastos de Personal) y el rubro “participación de los trabajadores”, correspondiente a la participación que reciben los trabajadores de la empresa respecto de los beneficios generados por la empresa.

$$\text{Costo Laboral} = C_L^{\text{Total}} = G_L + \text{Part. Trabaja.} \quad \dots (90)$$

Cuadro N° 29: Costos Laborales Totales

Servicio	1996	1997	1998	1999	2000	2000 PF	2001	2001 PF
Gastos de personal	585,178	520,462	530,058	608,212	585,347	477,142	465,758	457,551
Participación trabajadores	146,023	162,740	113,019	117,122	123,454	108,391	118,666	118,126
Costo Laboral Total	731,201	683,203	643,078	725,334	708,801	585,533	584,424	575,677

(1) PF hace referencia a información pro-forma.

Servicio	2002	2003	2003 (2)	2004	2004 PF	2005	2005 PF	2006
Gastos de personal	395,505	404,110	404,110	383,739	395,854	392,947	432,622	455,030
Participación trabajadores	69,003	66,604	66,604	128,309	130,018	67,762	53,388	65,559
Costo Laboral Total	464,508	470,714	470,714	512,048	525,872	460,709	486,010	520,589

(1) PF hace referencia a información pro-forma.

(2) hace referencia a la descomposición propuesta por el OSIPTTEL para hacer comparables los años 2003 y 2004.

Elaboración: OSIPTTEL

Luego, es necesario descontar de los gastos por planilla aquella proporción de los gastos laborales que son “capitalizados” contablemente. Los niveles de capitalización son registrados en la cuenta contable denominada “trabajo para el inmovilizado”.

Cuadro N° 30: Gasto Neto por Planillas

Servicio	1996	1997	1998	1999	2000	2000 PF	2001	2001 PF
Gastos de Personal Capitalizados	193,458	122,925	127,181	147,364	161,336	151,492	121,978	122,475
Gastos de Personal imputable (3)	391,720	397,538	402,878	460,848	424,011	325,650	343,779	335,076
% del gasto de personal imputable	67%	76%	76%	76%	72%	68%	74%	73%

(1) PF hace referencia a información Pro-Forma

(2) hace referencia a la descomposición propuesta por el OSIPTTEL para hacer comparables los años 2003 y 2004.

(3) Equivalente al costo en personal no capitalizado : Gasto de Personal - Gastos de Personal Capitalizado

Servicio	2002	2003	2003 (2)	2004	2004 PF	2005	2005 PF	2006
Gastos de Personal Capitalizados	46,839	45,101	45,101	38,294	41,760	27,286	28,077	21,554
Gastos de Personal imputable (3)	348,666	359,009	359,010	345,445	354,094	365,661	404,545	433,476
% del gasto de personal imputable	88%	89%	89%	90%	89%	93%	94%	95%

(1) PF hace referencia a información Pro-Forma


(2) hace referencia a la descomposición propuesta por el OSIPTTEL para hacer comparables los años 2003 y 2004.

(3) Equivalente al costo en personal no capitalizado : Gasto de Personal - Gastos de Personal Capitalizado

Elaboración: OSIPTTEL

La fracción denominada “% del gasto de personal imputable” corresponde al porcentaje del gasto total en planillas que no fue capitalizado. Es decir:

$$\begin{aligned} \text{Gasto Personal (Planillas)} &= G_L \\ \text{Gasto Personal Capitalizado} &= G_L^{Capit.} \\ \text{Gasto Personal Imputable} &= G_L^{imputable} = G_L - G_L^{capit.} \quad \dots (91) \\ \% \text{ Gasto Personal Imputable} &= \frac{G_L^{imputable}}{G_L} = \frac{G_L - G_L^{capit.}}{G_L} \quad \dots (92) \end{aligned}$$

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 182 de 266
	INFORME	

Como tercer paso identificamos los indicadores globales de uso del insumo mano de obra, especificando para tales efectos el número promedio de trabajadores por año.

Cuadro Nº 31: Número de Trabajadores Promedio por Año

Servicio	1996	1997	1998	1999	2000	2000 PF	2001	2001 PF
Número de empleados promedio anual (1)	6,729	6,123	5,966	6,128	6,159	5,766	5,373	5,196

(1) Es el promedio del número de empleados a fin de cada mes en un año determinado, salvo el periodo 2000 PF que corresponde al promedio entre el 2000 y 2001.

(2) hace referencia a la descomposición propuesta por el OSIPTTEL para hacer comparables los años 2003 y 2004.

Servicio	2002	2003	2003 (2)	2004	2004 PF	2005	2005 PF	2006
Número de empleados promedio anual (1)	4,894	5,052	5,052	5,573	5,707	5,822	5,873	6,718

(1) Es el promedio del número de empleados a fin de cada mes en un año determinado, salvo el periodo 2000 PF que corresponde al promedio entre el 2000 y 2001.

(2) hace referencia a la descomposición propuesta por el OSIPTTEL para hacer comparables los años 2003 y 2004.

Elaboración: OSIPTTEL

Finalmente, tomando en cuenta las estimaciones debidas al proceso de capitalización de los gastos de personal, ajustamos el costo total registrado en mano de obra y el indicador de uso referido. Para tales efectos se sigue el siguiente procedimiento:

$$\text{Costo Laboral Ajustado} = C_L^{Total} = G_L^{imputable} + Part. \cdot Trabaja. \quad \dots (93)$$

$$\text{Promedio Trabajadores Ajustado} = \text{Número empleados promedio} * G_L^{imputable} \quad \dots (94)$$

Cuadro Nº 32: Costo Laboral y Número de Trabajadores Ajustados

Servicio	1996	1997	1998	1999	2000	2000 PF	2001	2001 PF
Costo Laboral Total (1)	537,742	560,278	515,897	577,969	547,465	434,041	462,446	453,202
Número de empleados promedio anual (2)	4504	4677	4535	4643	4461	3935	3966	3805

(1) Gasto de personal total menos gastos de personal capitalizados.

(2) Número de empleados promedio anual, ponderado por el porcentaje del gasto de personal imputable.

(3) hace referencia a la descomposición propuesta por el OSIPTTEL para hacer comparables los años 2003 y 2004.

Servicio	2002	2003	2003 (3)	2004	2004 PF	2005	2005 PF	2006
Costo Laboral Total (1)	417,669	425,613	425,614	473,755	484,112	433,423	457,933	499,035
Número de empleados promedio anual (2)	4314	4488	4488	5017	5105	5418	5492	6400

(1) Gasto de personal total menos gastos de personal capitalizados.


(2) Número de empleados promedio anual, ponderado por el porcentaje del gasto de personal imputable.

(3) hace referencia a la descomposición propuesta por el OSIPTTEL para hacer comparables los años 2003 y 2004.

Elaboración: OSIPTTEL

7.1.2.2. Materiales

En la presente sección se estima el indicador de uso del insumo denominado materiales, especificando además el índice de precios a ser considerado para deflactar los niveles de gasto registrados. Con este fin, identificamos el gasto total en el cual incurrió la empresa por el concepto de insumos y materiales. Dicho indicador de gasto total en materiales se estima por diferencia:

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 183 de 266
	INFORME	

Gasto en Materiales = Gasto Operativo – Gasto de Personal + Depreciación +
Management Fee – Trabajo para el inmovilizado. ... (95)

Cuadro Nº 33: Gasto por Insumos y Materiales

Servicio	1996	1997	1998	1999	2000	2000 PF	2001	2001 PF
Gastos Operativos Totales	1,610,112	2,075,375	2,680,097	2,836,580	3,115,609	2,584,952	2,583,108	2,535,139
Conceptos a deducir	1,012,491	1,267,324	1,318,474	1,613,349	1,753,468	1,430,737	1,454,576	1,440,613
Gastos de Personal	585,178	520,462	530,058	608,212	585,347	477,142	465,758	457,551
Depreciación	366,247	458,530	561,320	733,024	1,020,018	842,157	945,991	943,926
Management Fee	254,525	411,257	354,276	419,477	309,439	262,931	164,805	161,611
Trabajo para el inmovilizado	193,458	122,925	127,181	147,364	161,336	151,492	121,978	122,475
Total Costo en Materiales	597,620	808,051	1,361,623	1,223,231	1,362,142	1,154,215	1,128,532	1,094,526

(1) PF hace referencia a información pro-forma.

(2) hace referencia a la descomposición propuesta por el OSIPTTEL para hacer comparables los años 2003 y 2004.

Servicio	2002	2003	2003 (1)	2004	2004 PF	2005	2005 PF	2006
Gastos Operativos Totales	2,640,658	2,794,196	2,794,197	2,610,416	2,633,482	2,755,920	3,007,393	3,132,858
Conceptos a deducir	1,553,756	1,657,031	1,657,032	1,496,980	1,516,885	1,566,622	1,780,533	1,828,340
Gastos de Personal	395,505	404,110	404,110	383,739	395,854	392,947	432,622	455,030
Depreciación	974,786	1,002,593	1,002,594	993,692	1,004,947	1,155,625	1,329,641	1,342,911
Management Fee	230,304	295,429	295,429	157,843	157,843	45,336	46,347	51,953
Trabajo para el inmovilizado	46,839	45,101	45,101	38,294	41,760	27,286	28,077	21,554
Total Costo en Materiales	1,086,902	1,137,165	1,137,165	1,113,435	1,116,597	1,189,298	1,226,860	1,304,518

(1) PF hace referencia a información pro-forma.

(2) hace referencia a la descomposición propuesta por el OSIPTTEL para hacer comparables los años 2003 y 2004.

Elaboración: OSIPTTEL

Posteriormente, dada la falta de información respecto de los niveles de uso de los insumos, se estima un índice de cantidades deflactando el nivel de gastos estimado por un índice de precios, en este caso, el deflactor del PBI.

Cuadro Nº 34: Índice de Uso por Insumos y Materiales

Servicio	1996	1997	1998	1999	2000	2000 PF	2001	2001 PF
Índice de Precios de materiales	1.25	1.34	1.43	1.48	1.53	1.53	1.55	1.55
Indicador de cantidades estimado	478,818	602,227	955,172	826,008	887,719	752,211	726,313	704,427

(1) Se estima utilizando el Deflactor del PBI anual, el cual se obtiene dividiendo el PBI nominal sobre el PBI a precios constantes.

(2) PF hace referencia a información Pro-Forma.

Servicio	2002	2003	2003 (1)	2004	2004 PF	2005	2005 PF	2006
Índice de Precios de materiales	1.56	1.61	1.61	1.70	1.70	1.75	1.75	1.90
Indicador de cantidades estimado	695,660	707,670	707,671	655,996	657,859	677,851	699,260	687,179

(1) Se estima utilizando el Deflactor del PBI anual, el cual se obtiene dividiendo el PBI nominal sobre el PBI a precios constantes.

(2) PF hace referencia a información Pro-Forma.

Elaboración: OSIPTTEL

7.1.2.3. Capital

El objetivo de esta sección es estimar el indicador del insumo capital (activos fijos), así como el valor de su costo unitario. La estimación del costo unitario por el uso del capital considera el costo de oportunidad del capital, la depreciación y la revaluación del mismo.

Como primer paso identificamos el valor contable en miles de soles del stock de activo fijo clasificado por tipo de activo.

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

Consideramos “j” tipos de activo fijo, donde j =1,2,...,9.

Cuadro N° 35: Valor Contable del Stock de activos Fijos (Miles de Soles)

Activo Fijo	1996	1997	1998	1999	2000	2000 PF	2001	2001 PF
Terrenos	117,108	125,404	139,561	153,376	158,650	143,298	149,289	149,290
Edificios	280,476	337,203	445,140	546,002	626,064	579,750	576,801	576,801
Planta Telefónica								
Equipo de centrales	1,410,855	1,420,187	2,008,342	2,233,695	2,596,679	1,497,430	1,244,763	1,244,763
Equipo de transmisión	398,187	558,303	808,008	1,061,233	1,123,604	1,123,604	1,030,209	1,030,209
Cables y similares	1,192,571	1,711,014	2,107,185	2,275,745	2,289,001	2,289,001	2,082,102	2,082,102
Otros equipos	326,675	366,254	602,518	841,169	906,882	822,395	803,822	865,412
Muebles	5,644	4,735	17,214	22,981	24,600	24,180	25,049	24,954
Vehículos/Transporte	8,726	5,059	4,958	4,597	5,361	5,277	6,274	6,273
Otros equipos	68,870	51,933	105,855	169,214	306,952	291,920	285,187	283,685
Total	3,809,111	4,580,092	6,238,782	7,308,012	8,037,793	6,776,855	6,203,496	6,263,489

Activo Fijo	2002	2003	2004	2004 PF	2005	2005 PF	2006
Terrenos	151,819	148,852	147,007	147,007	146,922	146,922	141,666
Edificios	580,325	502,536	513,647	514,131	488,534	488,533	452,986
Planta Telefónica							
Equipo de centrales	1,254,348	1,295,605	1,278,919	1,289,677	1,223,758	1,223,758	1,013,246
Equipo de transmisión	1,015,184	989,898	923,339	959,977	748,606	748,606	585,813
Cables y similares	1,904,253	1,850,420	1,592,102	1,592,232	1,453,624	1,453,624	1,248,848
Otros equipos	875,293	817,797	927,766	929,617	844,453	844,453	762,803
Muebles	8,891	18,397	15,659	16,525	21,902	21,854	16,784
Vehículos/Transporte	5,134	2,813	1,066	1,444	1,393	1,366	699
Otros equipos	174,089	130,938	97,975	132,694	126,313	126,296	90,832
Total	5,969,336	5,757,256	5,497,480	5,583,304	5,055,505	5,055,412	4,313,677

Elaboración: OSIPTTEL

Adicionalmente, 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 = $V_{kj,t}^{C.Medio} = \frac{V_{Kj,t}^{Contable} + V_{Kj,t-1}^{Contable}}{2}$... (96)

Tasa estimada depreciación = $\delta_{kj,t} = \frac{G_{kj,t}^{Depreciación}}{V_{kj,t}^{C.Medio}} = \frac{G_{kj,t}^{Depreciación}}{[V_{kj,t}^{Contable} + V_{kj,t-1}^{Contable}] / 2}$... (97)

Para hallar las tasas de depreciación utilizadas en el cálculo del factor de productividad, se calcularon el valor acumulado promedio del activo fijo y el gasto contable acumulado en depreciación. Así, la tasa de depreciación promedio ponderada se estima de la siguiente manera:

$$\delta_{kj} = \frac{\sum_t \delta_{kj,t} V_{kj,t}^{C.Medio}}{\sum_t V_{kj,t}^{C.Medio}} = \frac{\sum_t G_{kj,t}^{Depreciación}}{\sum_t V_{kj,t}^{C.Medio}} \quad \dots (98)$$


Cuadro N° 36: Estimación de las Tasas de Depreciación

Activo Fijo	Valor acumulado promedio del activo	Gasto acumulado contable en depreciación	Tasa de depreciación promedio
Terrenos	1,646,537	0	0.0%
Edificios	5,357,096	238,185	4.4%
Planta Telefónica			
Equipo de centrales	17,001,969	2,315,079	13.6%
Equipo de transmisión	9,308,463	1,319,916	14.2%
Cables y similares	20,248,533	2,927,380	14.5%
Otros equipos	7,996,489	1,518,117	19.0%
Muebles	178,763	53,115	29.7%
Vehículos/Transporte	63,375	34,691	54.7%
Otros equipos	1,689,124	529,376	31.3%

Elaboración: OSIPTTEL

Cabe señalar que estas tasas de depreciación permiten que la empresa recupere el gasto en depreciación de cada tipo de capital. Sin embargo, observando las tasas promedio estimadas destaca un estimado que resulta poco consistente. En particular, se observa una tasa de depreciación promedio de 54.7% por los “vehículos”, valor que resulta excesivamente elevado si se considera que Telefónica utiliza un vida útil de 5 años para “vehículos”, conforme se señala en las Notas a sus Estados Financieros al 31 de diciembre del año 2006.

Por ello, se ha calculado una tasa de depreciación constante sobre el valor neto promedio que asegura la recuperación de la inversión, considerando una vida útil de 5 años. En particular, esta tasa de depreciación corresponde al promedio ponderado de las tasas de depreciación sobre el valor neto promedio del activo fijo. De esta manera, para el rubro “vehículos” se ha empleado una tasa de depreciación de 40% (en términos del valor neto promedio de activos fijos). Dada la ausencia de información respecto del precio unitario de cada tipo de activo, se considera como índice de precio de adquisición al valor del Índice de precios al por mayor (IPM) con año base 1994, ajustado por su tasa de inflación y acumulado año a año:

	DOCUMENTO	N° 065 -GPR/2007 Página 186 de 266
	INFORME	

$$\text{Precio de adquisición del activo} = P_t = P_{t-1} \times (1 + IPM_t) \quad \dots (99)$$

Cuadro N° 37: Índice de Precios de Adquisición de los Activos

Activo	1996	1997	1998	1999	2000	2000 PF	2001	2001 PF
Factor de Ajuste (1)	1.114	1.050	1.065	1.055	1.038	1.038	0.978	0.978
Índice de Precios del Activo (2)	1.212	1.272	1.355	1.429	1.484	1.484	1.451	1.451

(1) Corresponde a la tasa de cambio del IPM promedio

(2) Se estima aplicando la tasa de cambio del IPM promedio a fin de año al periodo base 1994 = 1.0 en forma acumulativa

Activo	2002	2003	2004	2005	2005 PF	2006
Factor de Ajuste (1)	1.017	1.020	1.049	1.036	1.036	1.013
Índice de Precios del Activo (2)	1.476	1.505	1.579	1.636	1.636	1.657

(1) Corresponde a la tasa de cambio del IPM promedio

(2) Se estima aplicando la tasa de cambio del IPM promedio a fin de año al periodo base 1994 = 1.0 en forma acumulativa

Elaboración: OSIPTEL

Asimismo, se estiman las unidades físicas por tipo de activo deflactando el valor contable de cada tipo de activo por el precio de adquisición estimado (Pt).

$$K_{jt} = \frac{V_{kj,t}^{Contable}}{P_t} \quad \dots (100)$$

Cuadro N° 38: Unidades Físicas por Tipo de Activo

Activo	1996	1997	1998	1999	2000	2000 PF	2001
Terrenos	96,663	98,550	103,010	107,325	106,913	96,567	102,853
Edificios	231,509	264,995	328,557	382,065	421,899	390,688	397,388
Planta Telefónica							
Equipo de centrales	1,164,542	1,116,070	1,482,355	1,563,030	1,749,879	1,009,105	857,581
Equipo de transmisión	328,670	438,749	596,390	742,599	757,187	757,187	709,764
Cables y similares	984,367	1,344,620	1,555,311	1,592,454	1,542,537	1,542,537	1,434,467
Otros equipos	269,643	287,825	444,718	588,609	611,140	554,204	553,794
Muebles	4,658	3,721	12,706	16,081	16,578	16,294	17,258
Vehículos/Transporte	7,202	3,976	3,659	3,217	3,613	3,556	4,322
Otros equipos	56,847	40,812	78,131	118,408	206,852	196,722	196,480

Activo	2002	2003	2004	2004 PF	2005	2005 PF	2006
Terrenos	102,876	98,883	93,108	93,108	89,824	89,824	85,471
Edificios	393,240	333,838	325,321	325,627	298,677	298,677	273,298
Planta Telefónica							
Equipo de centrales	849,973	860,678	810,009	816,823	748,175	748,175	611,316
Equipo de transmisión	687,910	657,595	584,801	608,006	457,679	457,679	353,435
Cables y similares	1,290,362	1,229,245	1,008,365	1,008,447	888,709	888,709	753,461
Otros equipos	593,117	543,267	587,605	588,777	516,277	516,277	460,218
Muebles	6,025	12,221	9,918	10,466	13,390	13,361	10,126
Vehículos/Transporte	3,479	1,869	675	915	852	835	422
Otros equipos	117,966	86,983	62,053	84,042	77,225	77,214	54,801

Elaboración: OSIPTEL

El siguiente paso es estimar el stock de capital promedio por año, el mismo que se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$\bar{K}_{j,t} = \frac{K_{j,t} + K_{j,t-1}}{2} \quad \dots (101)$$

Cuadro Nº 39: Unidades Medias por Tipo de Activo

Activo	1996	1997	1998	1999	2000	2000 PF	2001	2001 PF
Terrenos	94,888	97,607	100,780	105,167	107,119	96,567	99,710	99,710
Edificios	204,191	248,252	296,776	355,311	401,982	390,688	394,038	394,038
Planta Telefónica								
Equipo de centrales	969,551	1,140,306	1,299,212	1,522,692	1,656,454	1,009,105	933,343	933,343
Equipo de transmisión	287,356	383,709	517,569	669,494	749,893	757,187	733,475	733,475
Cables y similares	913,259	1,164,494	1,449,966	1,573,883	1,567,496	1,542,537	1,488,502	1,488,502
Otros equipos	247,845	278,734	366,271	516,663	599,874	554,204	553,999	575,216
Muebles	3,861	4,190	8,213	14,393	16,329	16,294	16,776	16,743
Vehículos/Transporte	8,647	5,589	3,818	3,438	3,415	3,556	3,939	3,939
Otros equipos	70,782	48,829	59,472	98,270	162,630	196,722	196,601	196,084

(1) Se estiman estos promedios para todos los años salvo para el 2000 PF para evitar una sobre estimación del stock de activo para dicho periodo.

(2) Para el periodo 2001 PF se promedia el valor de este año con el del 2000 PF.

(3) Para el periodo 2004 PF se promedia el valor de este año con el del 2003.

(4) Para el periodo 2005 PF se promedia el valor de este año con el del 2004 PF.

Activo	2002	2003	2004	2004 PF	2005	2005 PF	2006
Terrenos	102,865	100,880	95,995	95,995	91,466	91,466	87,647
Edificios	395,314	363,539	329,579	329,732	312,152	312,152	285,987
Planta Telefónica							
Equipo de centrales	853,777	855,325	835,344	838,750	782,499	782,499	679,745
Equipo de transmisión	698,837	672,753	621,198	632,800	532,842	532,842	405,557
Cables y similares	1,362,414	1,259,803	1,118,805	1,118,846	948,578	948,578	821,085
Otros equipos	594,672	568,192	565,436	566,022	552,527	552,527	488,247
Muebles	11,608	9,123	11,069	11,344	11,928	11,914	11,744
Vehículos/Transporte	3,900	2,674	1,272	1,392	883	875	628
Otros equipos	156,706	102,475	31,026	42,021	80,633	80,628	66,008

Elaboración: OSIPTEL

Asimismo, se estima el valor de la depreciación económica por tipo de activo multiplicando el número promedio de unidades físicas, por el precio de adquisición y las tasas de depreciación.

$$V_{depre,t} = \sum_{j=1}^9 \bar{K}_{j,t} * P_t * \delta_{kj} \quad \dots (102)$$

Cuadro Nº 40: Depreciación Económica por Tipo de Activo

Activo	1996	1997	1998	1999	2000	2000 PF	2001	2001 PF
Terrenos	0	0	0	0	0	0	0	0
Edificios	10,999	14,045	17,877	22,576	26,522	25,777	25,429	25,429
Planta Telefónica	0	0	0	0	0	0	0	0
Equipo de centrales	159,943	197,580	239,680	296,303	334,701	203,898	184,467	184,467
Equipo de transmisión	49,365	69,235	99,431	135,666	157,789	159,324	150,961	150,961
Cables y similares	159,958	214,228	284,007	325,173	336,281	330,926	312,354	312,354
Otros equipos	57,005	67,336	94,209	140,175	168,996	156,130	152,660	158,507
Muebles	1,390	1,584	3,306	6,112	7,200	7,184	7,235	7,221
Vehículos/Transporte	4,190	2,845	2,069	1,965	2,027	2,111	2,287	2,287
Otros equipos	26,841	19,448	25,220	43,956	75,536	91,371	89,319	89,084
Total	469,690	586,301	765,800	971,926	1,109,051	976,721	924,713	930,310

Activo	2002	2003	2004	2004 PF	2005	2005 PF	2006
Terrenos	0	0	0	0	0	0	0
Edificios	25,938	24,331	23,137	23,147	22,701	22,701	21,076
Planta Telefónica	0	0	0	0	0	0	0
Equipo de centrales	171,563	175,319	179,591	180,324	174,278	174,278	153,413
Equipo de transmisión	146,237	143,600	139,076	141,673	123,583	123,583	95,317
Cables y similares	290,675	274,170	255,384	255,393	224,311	224,311	196,753
Otros equipos	166,608	162,380	169,489	169,665	171,574	171,574	153,637
Muebles	5,090	4,080	5,193	5,322	5,797	5,790	5,784
Vehículos/Transporte	2,302	1,610	803	879	578	572	417
Otros equipos	72,384	48,283	36,826	42,260	41,281	41,279	34,244
Total	880,798	833,775	809,499	818,663	764,104	764,089	660,640

Elaboración: OSIPTEL

Además, se estiman los niveles de revaluación de los activos. Dicha estimación corresponde al producto del número promedio de unidades físicas de capital por la variación registrada en el precio de adquisición.

Cuadro Nº 41: Revaluación Económica por Tipo de Activo

Activo	1996	1997	1998	1999	2000	2000 PF	2001	2001 PF
Terrenos	11,720	5,952	8,299	7,808	5,874	5,296	-3,234	-3,234
Edificios	25,220	15,138	24,438	26,381	22,044	21,425	-12,782	-12,782
Planta Telefónica						0		
Equipo de centrales	119,749	69,535	106,981	113,057	90,839	55,339	-30,276	-30,276
Equipo de transmisión	35,491	23,398	42,618	49,709	41,124	41,524	-23,792	-23,792
Cables y similares	112,796	71,010	119,395	116,857	85,960	84,592	-48,284	-48,284
Otros equipos	30,611	16,997	30,160	38,361	32,897	30,392	-17,971	-18,659
Muebles	477	255	676	1,069	895	894	-544	-543
Vehículos/Transporte	1,068	341	314	255	187	195	-128	-128
Otros equipos	8,742	2,978	4,897	7,296	8,919	10,788	-6,377	-6,361
Total	345,874	205,605	337,778	360,794	288,740	250,444	-143,387	-144,058

Activo	2002	2003	2004	2004 PF	2005	2005 PF	2006
Terrenos	2,496	2,984	7,062	7,062	5,192	5,192	1,913
Edificios	9,594	10,753	24,245	24,256	17,719	17,719	6,241
Planta Telefónica							
Equipo de centrales	20,721	25,300	61,451	61,702	44,418	44,418	14,835
Equipo de transmisión	16,960	19,900	45,698	46,551	30,246	30,246	8,851
Cables y similares	33,065	37,264	82,304	82,307	53,845	53,845	17,919
Otros equipos	14,432	16,807	41,596	41,639	31,363	31,363	10,656
Muebles	282	270	814	834	677	676	256
Vehículos/Transporte	95	79	94	102	50	50	14
Otros equipos	3,803	3,031	5,482	6,291	4,577	4,577	1,441
Total	101,448	116,388	268,746	270,745	188,087	188,085	62,126

Elaboración: OSIPTEL

Del mismo modo, se estima el valor del costo de oportunidad del capital en cada período. Dicha estimación se realiza multiplicando la tasa costo de oportunidad del capital (WACC) por el valor económico del stock de capital a precios del período anterior.

Cuadro Nº 42: Costo de Oportunidad por tipo de activo

Concepto	1996	1997	1998	1999	2000	2000 PF	2001	2001 PF
Tasa WACC en S/.	22.5%	22.1%	15.8%	15.3%	13.9%	13.9%	9.8%	9.8%
Valor del Stock Medio de Capital a precios período anterior								
Tierras	103,239	118,251	128,241	142,484	153,081	138,002	147,962	147,962
Edificios	222,160	300,760	377,644	481,387	574,465	558,325	584,721	584,721
Planta Telefónica						0		
Central Telefónica	1,054,871	1,381,492	1,653,233	2,062,993	2,367,206	1,442,092	1,385,006	1,385,006
Planta de Transmisión	312,643	464,868	658,601	907,053	1,071,657	1,082,081	1,088,418	1,088,418
Cables y Accesos	993,626	1,410,796	1,845,065	2,132,347	2,240,077	2,204,409	2,208,817	2,208,817
Otros Equipos	269,656	337,689	466,076	699,992	857,268	792,003	822,090	853,574
Muebles	4,201	5,076	10,451	19,501	23,336	23,286	24,894	24,846
Vehículos	9,408	6,771	4,858	4,658	4,880	5,082	5,846	5,845
Otros Equipos	77,011	59,157	75,677	133,139	232,411	281,132	291,740	290,973
Costo de Oportunidad del Activo								
Tierras	23,187	26,145	20,224	21,772	21,340	19,238	14,515	14,515
Edificios	49,897	66,498	59,554	73,556	80,080	77,831	57,361	57,361
Planta Telefónica								
Central Telefónica	236,924	305,448	260,715	315,225	329,988	201,028	135,869	135,869
Planta de Transmisión	70,220	102,782	103,861	138,598	149,389	150,842	106,774	106,774
Cables y Accesos	223,168	311,927	290,967	325,823	312,267	307,295	216,685	216,685
Otros Equipos	60,565	74,663	73,500	106,959	119,503	110,405	80,647	83,736
Muebles	943	1,122	1,648	2,980	3,253	3,246	2,442	2,437
Vehículos	2,113	1,497	766	712	680	708	573	573
Otros Equipos	17,297	13,080	11,934	20,344	32,398	39,190	28,620	28,544
Total	684,314	903,162	823,170	1,005,967	1,048,899	909,782	643,486	646,495

Concepto	2002	2003	2004	2004 PF	2005	2005 PF	2006
Tasa WACC en S/.	9.6%	8.7%	8.0%	8.0%	8.0%	8.0%	9.3%
Valor del Stock Medio de Capital a precios período anterior							
Tierras	149,306	148,873	144,505	144,505	144,415	144,415	143,361
Edificios	573,791	536,493	496,126	496,356	492,855	492,855	467,777
Planta Telefónica							
Central Telefónica	1,239,241	1,262,247	1,257,468	1,262,597	1,235,483	1,235,483	1,111,831
Planta de Transmisión	1,014,349	992,815	935,108	952,574	841,302	841,302	663,353
Cables y Accesos	1,977,519	1,859,156	1,684,171	1,684,233	1,497,705	1,497,705	1,343,014
Otros Equipos	863,155	838,510	851,168	852,051	872,382	872,382	798,606
Muebles	16,849	13,463	16,663	17,076	18,833	18,810	19,209
Vehículos	5,661	3,946	1,915	2,095	1,394	1,381	1,028
Otros Equipos	227,456	151,227	112,174	128,725	127,312	127,304	107,966
Costo de Oportunidad del Activo							
Tierras	14,304	12,892	11,618	11,618	11,524	11,524	13,290
Edificios	54,969	46,460	39,888	39,907	39,330	39,330	43,363
Planta Telefónica							
Central Telefónica	118,719	109,311	101,100	101,513	98,592	98,592	103,067
Planta de Transmisión	97,175	85,978	75,183	76,587	67,136	67,136	61,493
Cables y Accesos	189,446	161,003	135,407	135,412	119,517	119,517	124,497
Otros Equipos	82,690	72,615	68,434	68,505	69,616	69,616	74,031
Muebles	1,614	1,166	1,340	1,373	1,503	1,501	1,781
Vehículos	542	342	154	168	111	110	95
Otros Equipos	21,790	13,096	9,019	10,349	10,159	10,159	10,008
Total	581,250	502,863	442,144	445,433	417,488	417,485	431,625

Elaboración: OSIPTEL


Se identifica el monto efectivamente pagado por la empresa regulada por el concepto de impuesto a la renta (*IR*).

Cuadro Nº 43: Pago por Impuesto a la Renta

Concepto	1996	1997	1998	1999	2000	2000 PF	2001	2001 PF
Impuesto a la renta	394,261	439,396	305,154	316,228	332,590	291,921	186,516	184,391

Concepto	2002	2003	2004	2004 PF	2005	2005 PF	2006
Impuesto a la renta	185,829	181,894	350,922	355,918	184,549	151,378	183,834

Elaboración: OSIPTEL

	DOCUMENTO	N° 065 -GPR/2007 Página 190 de 266
	INFORME	

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

$$CTC_t = COP_t + V_{depre.t} - V_{reval.t} + IR_t \quad \dots (103)$$

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

$$t_e = \frac{IR_t}{CTC_t} \quad \dots (104)$$

Cuadro N° 44: Tasa Efectiva de Impuesto a la Renta

Concepto	1996	1997	1998	1999	2000	2000 PF	2001	2001 PF
Costo Económico del Capital	1,202,391	1,723,255	1,556,346	1,933,327	2,201,800	1,927,981	1,898,102	1,905,253
Tasa Impuesto estimada	32.79%	25.50%	19.61%	16.36%	15.11%	15.14%	9.83%	9.68%

Concepto	2002	2003	2004	2004 PF	2005	2005 PF	2006
Costo Económico del Capital	1,546,429	1,402,143	1,333,819	1,349,269	1,178,054	1,144,865	1,213,973
Tasa Impuesto estimada	12.02%	12.97%	26.31%	26.38%	15.67%	13.22%	15.14%

Elaboración: OSIPTTEL

A continuación estimamos el Costo económico del capital por tipo de activo. Para tales efectos aplicamos la misma lógica que la empleada en el paso anterior.

$$W_{kj,t} = \frac{1}{1-t_e} [COP_{kj,t} + V_{depre.kj,t} - V_{reval.kj,t}] \quad \forall j=1,\dots,9 \quad \dots (105)$$

Cuadro N° 45: Costo Económico del Capital por Tipo de Activo

Activo	1996	1997	1998	1999	2000	2000 PF	2001	2001 PF
Terrenos	17,062	27,104	14,834	16,694	18,217	16,429	19,684	19,651
Edificios	53,082	87,790	65,919	83,391	99,603	96,846	105,987	105,813
Planta Telefónica								
Equipo de centrales	412,315	581,853	489,364	595,948	675,956	411,964	388,819	388,180
Equipo de transmisión	125,119	199,483	199,861	268,468	313,394	316,576	312,206	311,693
Cables y similares	402,216	610,917	566,690	638,590	662,689	652,413	640,234	639,182
Otros equipos	129,383	167,784	171,097	249,598	301,082	278,278	278,660	288,857
Muebles	2,762	3,290	5,322	9,592	11,258	11,239	11,335	11,294
Vehículos/Transporte	7,790	5,370	3,135	2,895	2,968	3,092	3,314	3,308
Otros equipos	52,663	39,664	40,124	68,151	116,634	141,144	137,863	137,274
Total	1,202,391	1,723,255	1,556,346	1,933,327	2,201,800	1,927,981	1,898,102	1,905,253

Activo	2002	2003	2004	2004 PF	2005	2005 PF	2006
Terrenos	13,420	11,385	6,183	6,189	7,509	7,297	13,407
Edificios	81,053	68,988	52,625	52,699	52,543	51,064	68,583
Planta Telefónica							
Equipo de centrales	306,378	297,986	297,515	299,009	270,888	263,261	284,768
Equipo de transmisión	257,380	240,934	228,741	233,232	190,282	184,924	174,363
Cables y similares	508,115	457,222	418,626	419,034	343,849	334,168	357,463
Otros equipos	266,944	250,712	266,422	266,948	248,803	241,798	255,739
Muebles	7,300	5,718	7,760	7,960	7,853	7,623	8,612
Vehículos/Transporte	3,126	2,152	1,172	1,284	758	729	587
Otros equipos	102,714	67,045	54,774	62,915	55,569	54,001	50,452
Total	1,546,429	1,402,143	1,333,819	1,349,269	1,178,054	1,144,865	1,213,973

Elaboración: OSIPTTEL

7.1.2.4. Índice Agregado de Insumos

Luego de haber analizado cada tipo de insumo de producción de manera individual, en la presente sección recogemos los resultados parciales encontrados hasta el momento para estimar los índices de cantidades y de precios globales. Inicialmente agrupamos los resultados correspondientes a los costos totales incurridos por tipo de insumo en cada período.

Cuadro N° 46: Costo Económico del Capital por Tipo de Insumo

	1996	1997	1998	1999	2000	2000 PF	2001	2001 PF
Trabajo	537,742	560,278	515,897	577,969	547,465	434,041	462,446	453,202
Materiales y Servicios	597,620	808,051	1,361,623	1,223,231	1,362,142	1,154,215	1,128,532	1,094,526
Terrenos	17,062	27,104	14,834	16,694	18,217	16,429	19,684	19,651
Edificios	53,082	87,790	65,919	83,391	99,603	96,846	105,987	105,813
Equipo de centrales	412,315	581,853	489,364	595,948	675,956	411,964	388,819	388,180
Equipo de transmisión	125,119	199,483	199,861	268,468	313,394	316,576	312,206	311,693
Cables y similares	402,216	610,917	566,690	638,590	662,689	652,413	640,234	639,182
Otros equipos	129,383	167,784	171,097	249,598	301,082	278,278	278,660	288,857
Muebles	2,762	3,290	5,322	9,592	11,258	11,239	11,335	11,294
Vehículos/Transporte	7,790	5,370	3,135	2,895	2,968	3,092	3,314	3,308
Otros equipos	52,663	39,664	40,124	68,151	116,634	141,144	137,863	137,274

	2002	2003	2003 (1)	2004	2004 PF	2005	2005 PF	2006
Trabajo	417,669	425,613	425,614	473,755	484,112	433,423	457,933	499,035
Materiales y Servicios	1,086,902	1,137,165	1,137,165	1,113,435	1,116,597	1,189,298	1,226,860	1,304,518
Terrenos	13,420	11,385	11,385	6,183	6,189	7,509	7,297	13,407
Edificios	81,053	68,988	68,988	52,625	52,699	52,543	51,064	68,583
Equipo de centrales	306,378	297,986	297,986	297,515	299,009	270,888	263,261	284,768
Equipo de transmisión	257,380	240,934	240,934	228,741	233,232	190,282	184,924	174,363
Cables y similares	508,115	457,222	457,222	418,626	419,034	343,849	334,168	357,463
Otros equipos	266,944	250,712	250,712	266,422	266,948	248,803	241,798	255,739
Muebles	7,300	5,718	5,718	7,760	7,960	7,853	7,623	8,612
Vehículos/Transporte	3,126	2,152	2,152	1,172	1,284	758	729	587
Otros equipos	102,714	67,045	67,045	54,774	62,915	55,569	54,001	50,452

(1) hace referencia a la descomposición propuesta por el OSIPTTEL para hacer comparables los años 2003 y 2004.

Elaboración: OSIPTTEL

Posteriormente agrupamos los resultados correspondientes en términos de niveles de uso de dichos insumos.

Cuadro N° 47: Nivel de Uso por tipo de Insumo

	1996	1997	1998	1999	2000	2000 PF	2001	2001 PF
Trabajo	4,504	4,677	4,535	4,643	4,461	3,935	3,966	3,805
Materiales y Servicios	478,818	602,227	955,172	826,008	887,719	752,211	726,313	704,427
Terrenos	94,888	97,607	100,780	105,167	107,119	96,567	99,710	99,710
Edificios	204,191	248,252	296,776	355,311	401,982	390,688	394,038	394,038
Equipo de centrales	969,551	1,140,306	1,299,212	1,522,692	1,656,454	1,009,105	933,343	933,343
Equipo de transmisión	287,356	383,709	517,569	669,494	749,893	757,187	733,475	733,475
Cables y similares	913,259	1,164,494	1,449,966	1,573,883	1,567,496	1,542,537	1,488,502	1,488,502
Otros equipos	247,845	278,734	366,271	516,663	599,874	554,204	553,999	575,216
Muebles	3,861	4,190	8,213	14,393	16,329	16,294	16,776	16,743
Vehículos/Transporte	8,647	5,589	3,818	3,438	3,415	3,556	3,939	3,939
Otros equipos	70,782	48,829	59,472	98,270	162,630	196,722	196,601	196,084

	2002	2003	2003 (1)	2004	2004 PF	2005	2005 PF	2006
Trabajo	4,314	4,488	4,488	5,017	5,105	5,418	5,492	6,400
Materiales y Servicios	695,660	707,670	707,671	655,996	657,859	677,851	699,260	687,179
Terrenos	102,865	100,880	100,880	95,995	95,995	91,466	91,466	87,647
Edificios	395,314	363,539	363,539	329,579	329,732	312,152	312,152	285,987
Equipo de centrales	853,777	855,325	855,325	835,344	838,750	782,499	782,499	679,745
Equipo de transmisión	698,837	672,753	672,753	621,198	632,800	532,842	532,842	405,557
Cables y similares	1,362,414	1,259,803	1,259,803	1,118,805	1,118,846	948,578	948,578	821,085
Otros equipos	594,672	568,192	568,192	565,436	566,022	552,527	552,527	488,247
Muebles	11,608	9,123	9,123	11,069	11,344	11,928	11,914	11,744
Vehículos/Transporte	3,900	2,674	2,674	1,272	1,392	883	875	628
Otros equipos	156,706	102,475	102,475	74,518	85,513	80,633	80,628	66,008

(1) hace referencia a la descomposición propuesta por el OSIPTTEL para hacer comparables los años 2003 y 2004.

Elaboración: OSIPTTEL

Los precios implícitos por tipo de insumo estimados son los siguientes:

Cuadro N° 48: Precios Implícitos por tipo de Insumo

	1996	1997	1998	1999	2000	2000 PF	2001	2001 PF
Trabajo	119.381	119.798	113.771	124.475	122.711	110.294	116.607	119.102
Materiales y Servicios	1.248	1.342	1.426	1.481	1.534	1.534	1.554	1.554
Terrenos	0.180	0.278	0.147	0.159	0.170	0.170	0.197	0.197
Edificios	0.260	0.354	0.222	0.235	0.248	0.248	0.269	0.269
Equipo de centrales	0.425	0.510	0.377	0.391	0.408	0.408	0.417	0.416
Equipo de transmisión	0.435	0.520	0.386	0.401	0.418	0.418	0.426	0.425
Cables y similares	0.440	0.525	0.391	0.406	0.423	0.423	0.430	0.429
Otros equipos	0.522	0.602	0.467	0.483	0.502	0.502	0.503	0.502
Muebles	0.715	0.785	0.648	0.666	0.689	0.690	0.676	0.675
Vehículos/Transporte	0.901	0.961	0.821	0.842	0.869	0.870	0.841	0.840
Otros equipos	0.744	0.812	0.675	0.694	0.717	0.717	0.701	0.700

	2002	2003	2003 (1)	2004	2004 PF	2005	2005 PF	2006
Trabajo	96.808	94.830	94.830	94.432	94.832	80.001	83.384	77.977
Materiales y Servicios	1.562	1.607	1.607	1.697	1.697	1.755	1.755	1.898
Terrenos	0.130	0.113	0.113	0.065	0.065	0.082	0.080	0.153
Edificios	0.205	0.190	0.190	0.161	0.161	0.168	0.164	0.240
Equipo de centrales	0.359	0.349	0.349	0.358	0.359	0.346	0.336	0.419
Equipo de transmisión	0.368	0.359	0.359	0.370	0.371	0.357	0.347	0.430
Cables y similares	0.373	0.364	0.364	0.376	0.377	0.362	0.352	0.435
Otros equipos	0.449	0.442	0.442	0.474	0.474	0.450	0.437	0.524
Muebles	0.628	0.628	0.628	0.705	0.706	0.658	0.640	0.733
Vehículos/Transporte	0.801	0.807	0.807	0.927	0.928	0.857	0.833	0.934
Otros equipos	0.700	0.702	0.702	0.797	0.798	0.741	0.720	0.816

(1) hace referencia a la descomposición propuesta por el OSIPTTEL para hacer comparables los años 2003 y 2004.

Elaboración: OSIPTTEL

Considerando la información del nivel de uso de los insumos y los precios deflactados estimamos el índice de cantidades de Fisher.

$$Z_{t,t-1}^F = \left[\frac{\sum_{j=1}^M w_{jt-1} * z_{jt}}{\sum_{j=1}^M w_{jt-1} * z_{jt-1}} * \frac{\sum_{j=1}^M w_{jt} * z_{jt}}{\sum_{j=1}^M w_{jt} * z_{jt-1}} \right]^{1/2} \dots (106)$$

Cuadro Nº 49: Índice de Cantidades de Uso de Insumos

INDICE DE CANTIDADES DE FISHER	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Indice de Laspeyres (Por Período) (a)	1.17	1.17	1.27	1.04	1.07	0.97
Indice de Paasche (Por Período) (b)	1.15	1.18	1.29	1.04	1.07	0.97
Indice de Fisher (Por Período) (c) = [(a)x(b)]1/2	1.16	1.18	1.28	1.04	1.07	0.97
Tasas de Crecimiento [ln(c)]	15.02%	16.30%	24.70%	3.80%	6.47%	-2.82%
Tasas de Crecimiento promedio 1996 - 2006						

INDICE DE CANTIDADES DE FISHER	2002	2003	2004	2005	2006
Indice de Laspeyres (Por Período) (a)	0.98	0.98	0.95	0.98	0.96
Indice de Paasche (Por Período) (b)	0.98	0.98	0.95	0.98	0.95
Indice de Fisher (Por Período) (c) = [(a)x(b)]1/2	0.98	0.98	0.95	0.98	0.96
Tasas de Crecimiento [ln(c)]	-2.27%	-2.24%	-4.75%	-2.43%	-4.56%
Tasas de Crecimiento promedio 1996 - 2006					4.29%

Elaboración: OSIPTEL

Como se puede apreciar, la tasa promedio de variación estimada para el período de análisis corresponde a 4.29% anual. Dado que el índice de Fisher se define considerando los ratios entre los valores del período t y los valores del período t-1, la estimación de la tasa de cambio se obtiene directamente estimando el logaritmo natural del índice encontrado para cada período.


7.2. Precios de los Insumos de la Empresa

De manera similar, estimamos el índice de precios de Fisher asociado al uso de los diversos insumos de producción.

Cuadro Nº 50: Índice de Precios de los Insumos de Producción

INDICE DE PRECIOS DE FISHER	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Indice de Laspeyres (Por Período) (a)	1.22	1.12	0.86	1.05	1.03	1.02
Indice de Paasche (Por Período) (b)	1.20	1.13	0.87	1.05	1.03	1.02
Indice de Fisher (Por Período) (c) = [(a)x(b)]1/2	1.21	1.12	0.87	1.05	1.03	1.02
Tasas de Crecimiento [ln(c)]	19.00%	11.65%	-14.19%	4.60%	3.14%	2.05%
Tasas de Crecimiento promedio 1996 - 2006						

INDICE DE PRECIOS DE FISHER	2002	2003	2004	2005	2006
Indice de Laspeyres (Por Período) (a)	0.90	0.99	1.03	0.97	1.12
Indice de Paasche (Por Período) (b)	0.90	0.99	1.03	0.97	1.11
Indice de Fisher (Por Período) (c) = [(a)x(b)]1/2	0.90	0.99	1.03	0.97	1.12
Tasas de Crecimiento [ln(c)]	-10.10%	-0.62%	3.26%	-2.76%	10.99%
Tasas de Crecimiento promedio 1996 - 2006					2.46%

	DOCUMENTO	N° 065 -GPR/2007 Página 194 de 266
	INFORME	

7.3. Productividad de la Economía

La Productividad Total de Factores (TFP) es la parte del producto que no es explicada por la cantidad de insumos utilizada en dicha producción⁴⁴. Dicho concepto, y sus mediciones asociadas, son útiles en tres principales ámbitos de la política económica, la política monetaria, la política fiscal y la política regulatoria.

En el caso de la política macroeconómica, fiscal y monetaria, la utilidad de conocer la TFP proviene de la necesidad de aislar el producto potencial, para el cual la TFP es un insumo. A su vez, en el caso de la política monetaria, esta necesidad se deriva del hecho que esta política sólo tiene instrumentos para reaccionar ante presiones de la demanda sobre la inflación y, precisamente, esta presión se mide como la diferencia entre el producto observado y el producto potencial. En el caso de la política fiscal, el establecimiento de reglas fiscales con metas estructurales requiere aislar el componente cíclico del producto. A su vez, esta tarea requiere obtener el PBI potencial, para lo cual, nuevamente, es necesario contar con una medida de la TFP.


En el caso de la política regulatoria la necesidad de obtener una medida de la productividad de la economía proviene del hecho que bajo el esquema regulatorio de precio tope (o *price cap*). Un componente del factor por el cual se deben reducir las tarifas es, precisamente, la productividad de la economía. Es en ese ámbito en el cual se enmarca el presente documento, es decir el cálculo del crecimiento de la TFP de la economía como insumo para un proceso regulatorio, a saber, el de las tarifas de telefonía fija en el Perú.

En la siguiente sección, se presenta una síntesis acerca del marco conceptual y técnico que soporta los cálculos de la TFP de la economía peruana. Luego una síntesis de los principales trabajos que utilizan el mismo enfoque para discutir diferentes fenómenos e hipótesis referidas a diversas políticas económicas.

7.3.1. Marco Conceptual

En esta sección se exponen de manera sintética, tanto la noción o definición de la TFP como las aproximaciones conceptuales acerca de su medición desde el enfoque de la contabilidad del crecimiento.

44. En la siguiente sección se brindará una formulación y una discusión más detalladas.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 195 de 266
	INFORME	

7.3.2. La Productividad Total de Factores

El concepto de Productividad Total de Factores ha sido extensamente tratado en la literatura económica. En el plano conceptual Comin (2006) define la productividad total de factores (TFP) como la fracción del producto que no es explicada por la cantidad de insumos utilizada en la producción. Diewert y Nakamura (2002) conceptualizan este concepto como la tasa de transformación de insumos en productos. Asimismo, como se precisó anteriormente, Griliches y Jorgenson (1967) definen la tasa de crecimiento de la TFP como la diferencia entre la tasa de crecimiento del producto y la tasa de crecimiento del insumo.

En lo referente a la medición del concepto Diewert y Nakamura (2002) consideran que la medida tradicional del crecimiento de la TFP bajo el enfoque de los números índices es el ratio de un índice de cantidades del producto sobre el de insumos. En general, si se consideran medidas de la tasa de crecimiento de la TFP basadas en funciones de producción, éstas podrían incluir tres efectos importantes⁴⁵:

- a) El cambio tecnológico, asociado a un desplazamiento de la función de producción.
- b) La existencia de retornos no constantes a escala, relacionado a movimientos a lo largo de la función de producción.
- c) Ganancias/Pérdidas de eficiencia técnica, asociados a la aproximación del nivel de producción a la frontera de producción, dado un vector de insumos.


Griliches y Jorgenson (1967) son de los primeros autores en señalar que se realizan errores significativos (de agregación, implementación y medida) al calcular las tasas de crecimiento del producto e insumos, lo que genera sesgos en la tasa de crecimiento de la TFP o lo que llamaron “la medida de nuestra ignorancia”.

7.3.3. Las aproximaciones Primal y Dual a la Contabilidad del Crecimiento

Acorde con lo precisado en secciones previas, en esta sección se desarrollan los procedimientos primal y dual de la contabilidad del crecimiento⁴⁶. El punto de partida es la identidad contable que señala que el PIB es igual al pago que reciben los factores de producción:

45. Ver, por ejemplo, Griliches (1967), Färe y otros (1994), Harberger (1998), Coelli y otros (2005) y Diewert y Nakamura (2002), entre otros.

46. Revisar los trabajos de Griliches y Jorgenson (1967), Barro (1999) y Hsieh (2002).

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 196 de 266
	INFORME	

$$Y = (W \times L) + (R \times K) \quad \dots (107)$$

Donde **Y** es el producto agregado, **W** es el salario real, **R** es el precio de renta real del capital, mientras que **L** y **K** representan los insumos trabajo y capital agregados respectivamente⁴⁷. Diferenciando con respecto al tiempo se obtiene:

$$\hat{Y} = s_L (\hat{W} + \hat{L}) + s_K (\hat{R} + \hat{K}) \quad \dots (108)$$

$$\hat{Z} = \frac{\partial Z / \partial t}{Z}, S_L = \frac{WL}{Y}, S_K = \frac{RK}{Y}, \quad \dots (109)$$

Colocando los términos asociados a tasas de crecimiento de cantidades al lado izquierdo de la ecuación, se consigue la siguiente igualdad:

$$\hat{Y} - s_L \hat{L} - s_K \hat{K} = s_L \hat{W} + s_K \hat{R} \quad \dots (110)$$

De esta manera, la estimación primal de la tasa de crecimiento de la Productividad Total de Factores, \hat{TFP}^p , viene dada por:

$$\hat{TFP}^p = \hat{Y} - s_L \hat{L} - s_K \hat{K} \quad \dots (111)$$


Similarmente, la estimación dual de la tasa de crecimiento de la TFP⁴⁸, viene dada por:

$$\hat{TFP}^d = s_L \hat{W} + s_K \hat{R} \quad \dots (112)$$

Por lo tanto, ambas expresiones de la tasa de crecimiento de la TFP son equivalentes independientemente de cualquier supuesto sobre la tecnología de producción, la estructura del mercado o la relación entre el precio de los factores y sus productos marginales (Barro; 1999, Hsieh; 2002). Sin embargo, para que exista consistencia entre la identidad contable y la teoría de la producción se requiere asumir que la

47. En principio, L y K representan flujos de servicios que los trabajadores y el capital brindan, y deberían ser expresados en horas-hombre y horas-máquina, respectivamente. Sin embargo, en este documento se asume que existe una relación lineal entre el flujo de servicios que brinda un insumo y el stock del mismo (número de trabajadores y máquinas).

48. La estimación primal se basa en indicadores de cantidades, mientras que la aproximación dual se basa en indicadores de precios.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 197 de 266
	INFORME	

tecnología presenta retornos constantes a escala y que las empresas se encuentran en equilibrio productivo de largo plazo.

De otro lado, Diewert y Nakamura (2002) señalan que la medida residual de la tasa de crecimiento de la TFP que la contabilidad del crecimiento provee es un número índice. Por tal razón, la metodología adecuada para medir la productividad nacional es la asociada a la teoría de los números índices, dada además la limitación en la cantidad de observaciones que, por ejemplo, las estimaciones econométricas requieren.

7.3.4. Literatura Empírica Reciente Acerca de la TFP


Varios estudios indican que la TFP es el elemento que más contribuye al crecimiento sostenido de varios países en las últimas décadas. De acuerdo a Harberger (1998), el residuo de Solow captura una fracción importante del crecimiento del producto, casi siempre el 50% del mismo o más.

Para Easterly y Levine (2002) el crecimiento promedio de la TFP explica más de la mitad del crecimiento en el producto por trabajador, incluso luego de incorporar la acumulación de capital humano en las estimaciones. Para el caso chileno, Fuentes y otros (2004) señalan que la TFP creció 3.86% durante los años 1990-1997, lo que explica más de la mitad de la tasa de crecimiento del PIB (7.14%) en dicho periodo⁴⁹. Asimismo, los autores mencionan el comportamiento procíclico de la TFP y asocian incrementos en la TFP a mejoras institucionales y a la aplicación de políticas económicas que buscaron eliminar distorsiones.

Bergoeing y otros (2002) encuentran que la diferencia en el desempeño económico entre México y Chile, para el período posterior a la crisis de los 80's, se explica principalmente por diferencias en la TFP. Estas diferencias son asociadas a reformas del sistema bancario y, en particular, a la legislación tan distinta entre países con respecto a procedimientos de rescate financiero. Kehoe (2003) encuentra que las fluctuaciones de la TFP, debido a las estructuras institucionales⁵⁰, son el principal determinante tanto de la expansión como de la recesión que Argentina experimentó durante los años 1991-1998 y 2001-2002, respectivamente.

49. Durante los años 1990-2003, el PIB creció 5.18% y la TFP lo hizo en 2.25%. Es importante señalar que cuando se realizan ajustes en el trabajo (por horas y salarios) y en el capital (por consumo de energía), la tasa de crecimiento de la TFP se incrementa al 4.40% (1990-1997) y 2.61% (1990-2003).

50. Tales como el sistema legal, las políticas de bancarrota, las políticas de competencia, etc.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 198 de 266
	INFORME	

Para Harberger (1998), el residuo de Solow representa la reducción del costo real⁵¹ y sería uno de los pilares del proceso de crecimiento económico. En particular, y de acuerdo a la experiencia americana, dicha reducción se concentra en pocas industrias (y en un grupo moderado de empresas dentro de una industria), las mismas que son distintas con el paso del tiempo. A su vez, las industrias (empresas) con tasas de crecimiento de la TFP negativas, poseen un efecto significativo en la tasa de crecimiento de la TFP agregada.

Asimismo, diversos autores indican que las grandes diferencias internacionales del producto por trabajador, observadas tanto en niveles como en tasas de crecimiento, se deben principalmente a que los países ricos poseen mayores niveles y mayores tasas de crecimiento de la TFP⁵².

En particular, Prescott (1998) muestra evidencia que sugiere que las diferencias observadas en la TFP podrían deberse a razones no relacionadas con diferencias en el *stock* del conocimiento públicamente disponible. Según el autor, las diferencias observadas se deberían a cambios en las prácticas laborales relacionadas con cambios organizacionales e incentivos (desincentivos) de los trabajadores de utilizar la tecnología existente.


Para Hall y Jones (1999) las diferencias en la TFP son explicadas por diferencias institucionales y de implementación de las políticas gubernamentales, elementos que generan incentivos para llevar a cabo actividades productivas⁵³. Del mismo modo, se advierte la posible relación de causalidad del producto a la TFP, al señalar que la ausencia de recursos necesarios en los países pobres no les permite construir su infraestructura social y, de esta manera, incrementar su TFP.

Por su parte, Easterly y Levine (2002) encuentran que las diferencias entre las tasas de crecimiento de la TFP explican cerca del 90% de las diferencias observadas en la tasa de crecimiento del PIB real per cápita de 80 países durante el periodo 1960-1992. Además, señalan que la participación de la tasa de crecimiento de la TFP en la tasa de crecimiento del producto es mayor en aquellos países que crecen más rápidamente.

51. Relacionado a la manera de pensar de un empresario o presidente de directorio de una empresa, y por lo tanto, tiene una concepción microeconómica de la TFP.

52. Ver Lucas (1988), Prescott (1998), Hall y Jones (1999), Easterly y Levine (2002), entre otros.

53. Esta misma observación está presente en el trabajo de Easterly y Levine (2002).

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 199 de 266
	INFORME	

Finalmente, la literatura del crecimiento endógeno establece interpretaciones diversas de la TFP. Para Romer (1986) y Lucas (1988) la productividad se incrementa a medida que el conocimiento se acumula (aprendizaje por la práctica) y éste se desborda de manera inmediata a toda la economía (efectos *spillover*). La diferencia es que Romer asume que este conocimiento se relaciona con las decisiones de inversión en capital físico, mientras para Lucas el elemento relevante es el capital humano. En el modelo de Romer (1990) el progreso técnico ocurre a través de investigación y desarrollo, al incrementar el número de insumos intermedios.


7.3.5. Construcción de las Series insumo del TFP

A partir de la siguiente sección se detalla la estimación de la productividad de la economía desarrollada por OSIPTEL, proceso que se ha llevado a cabo sobre la base de los siguientes criterios:

- Consistencia con las estimaciones de la productividad de la empresa, aspecto que engloba dos temas fundamentales: (i) enfoque y metodología de estimación y (ii) período de estimación. Respecto del primer punto, se han considerado para ambos casos la implementación de un enfoque primal utilizando la metodología de números índices. En relación con el segundo punto, con el objetivo de alcanzar estimaciones más robustas, se ha considerado en ambos casos un mismo período de estimación, el cual corresponde al período 1995-2006 (12 años de información y 11 variaciones anuales), período que se inicia desde el año en el cual la empresa concesionaria cuenta con información disponible.
- Mejoras en la medición. Al respecto, si bien en las revisiones anteriores del factor de productividad se habían considerado estimaciones para la productividad de la economía basada en el uso de metodologías econométricas, en el presente informe se ha presentado una extensa revisión de las diferentes alternativas metodológicas, contenido donde se precisa las importantes inconvenientes asociados con dichas metodologías.

Más específicamente, las estimaciones econométricas adolecen de dos problemas fundamentales: el sesgo de selección y el problema de variable omitida (Olley y Pakes; 1996). Complementariamente, se recomienda el uso de la metodología de números índices como una mejor aproximación (Chang-Tai Hsieh; 2006).

Por lo expuesto, el regulador decidió desestimar la propuesta de estimación de la productividad de la economía desarrollada por la empresa, y consideró la realización

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 200 de 266
	INFORME	

de un modelo basado en el enfoque primal, el uso de la metodología de números índices y la consideración del mismo período de medición.

De otro lado, es importante precisar que no existe información en las cuentas nacionales para el año 2006, motivo por el cual no es posible realizar las estimaciones para dicho año. Bajo estas condiciones, con el objetivo de mantener la consistencia con las estimaciones realizadas para la empresa regulada (período 1996 - 2006), se ha considerado que para el año 2006 la productividad total de factores tanto primal como dual es equivalente al promedio simple de los últimos tres años. Dicho supuesto resulta razonable e incluso conservador dada la tendencia de la TFP observada en los últimos años y la tasa de crecimiento del PBI del año 2006.

7.3.5.1. El Stock de Capital

De acuerdo a la disponibilidad de información del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), la inversión bruta fija de la economía peruana se divide en dos componentes: maquinaria y equipo, y materiales de construcción⁵⁴. Sin embargo, dicha desagregación sólo contiene información para el periodo 1984 - 2006. Por tal razón, se ha asumido que las participaciones anuales de la inversión bruta fija para el periodo 1950 - 1983, tanto en maquinaria como en construcción, son iguales a sus respectivos promedios durante el periodo 1984 - 1990.

De igual modo, es importante mencionar que no se utilizan las variaciones de inventarios por varias razones. Primero, por lo general, los datos de variación de inventarios son imprecisos. Segundo, los inventarios no contribuyen a la capacidad productiva de la economía, lo que incorporaría una distorsión al cálculo de la TFP en caso se consideren. Finalmente, su incorporación llevaría a estimaciones sesgadas hacia abajo de la tasa de interés real, dado que como supuesto se tiene que el retorno a la inversión en existencias es cero.

A partir de nuestros cálculos de la inversión bruta de maquinaria y construcción, se estimaron los *stocks* de cada tipo de capital mediante el método de inventarios perpetuos para el periodo 1950 - 2006. Para tales efectos, se consideró una tasa de depreciación común de 0.06855, valor promedio de las tasas de depreciación contenidas en la información estadística del INEI para el período 1991-2005. De otro

54. En el presente documento “maquinaria” hará referencia a maquinaria y equipo; así como “construcción” hará referencia a materiales de construcción.

55. Correspondiente a la tasa de depreciación promedio para los años 1991 - 2005 reportada en las cuentas nacionales.

lado, respecto al capital inicial se consideró el enfoque desarrollado por Nehru y Dhareshwar (1993), el cual supone que:

$$K_{1950} = \frac{I_{1951}}{\delta + g}, \quad \dots (113)$$

Donde:

g = tasa de crecimiento promedio de la inversión entre 1950 - 2006.

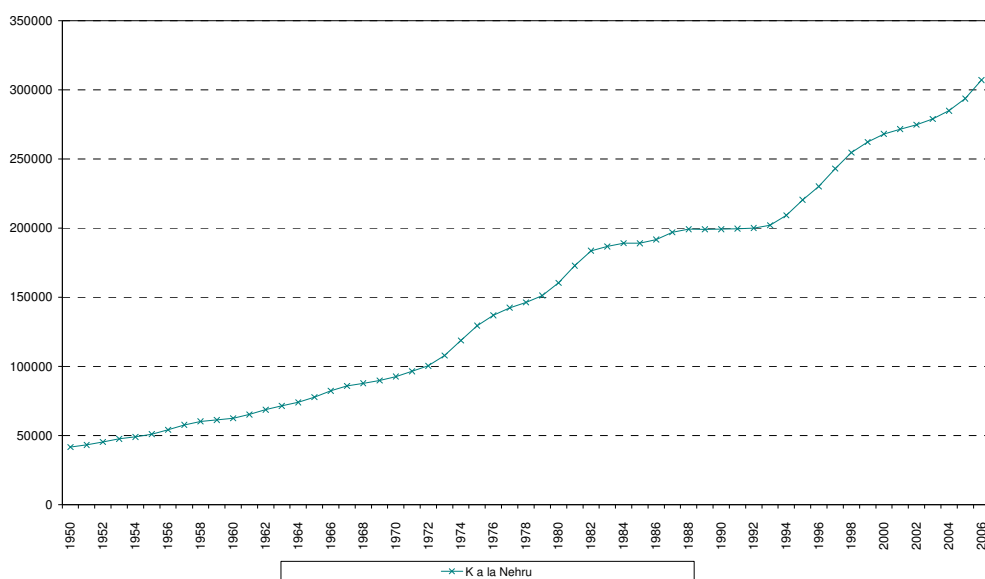
δ = tasa de depreciación.

Es importante mencionar que los autores asumen que la dinámica del stock de capital viene dada por $K_{t+1} = (1 - \delta)K_t + I_{t+1}$, y consideran condiciones de largo plazo para determinar el valor de g .


Dicho enfoque toma la inversión del primer periodo (i.e. 1951) para calcular el stock de capital inicial. Para fines de estimación, se toma como valor de g a la tasa de crecimiento del PBI, considerando la teoría neoclásica del crecimiento. El siguiente gráfico muestra la evolución del stock de capital estimado.

Gráfico N° 19
Evolución del Stock de Capital

K a la Nehru



Elaboración: OSIPTEL

	DOCUMENTO	N° 065 -GPR/2007 Página 202 de 266
	INFORME	

Nótese que por un objetivo de consistencia, la estimación considera una serie de largo plazo (mayor número de observaciones) aun cuando sólo se utilizan los resultados correspondientes al período de estimación del factor (1996-2006).

7.3.5.2. El Precio de Renta del Capital

El precio de renta real del j-ésimo bien de capital, r_j , ha sido calculado de acuerdo con la ampliamente utilizada fórmula Hall-Jorgenson (1967):

$$\frac{r_j}{p} = i^{real} + \delta_j = \frac{p_j}{p} \times (i^{nominal} - \dot{p}_j + \delta_j) \quad \dots (114)$$

Donde: p_j / p es el precio relativo, $\dot{p}_j = p_j / p_j$ representa las ganancias/pérdidas de capital y δ_j representa la tasa de depreciación. Por lo tanto, para calcular el precio de renta del capital se necesitan tres elementos:


- El precio relativo, que se estima como el ratio entre el deflactor del j-ésimo bien de capital y el deflactor del PIB.
- La tasa de depreciación, que se asume igual a 0.068, y
- La tasa de interés real, $i^{real} = i^{nominal} - \dot{p}$, que se calcula utilizando las estimaciones del stock de capital y la descomposición del PIB por el método del ingreso.

En particular, el primer componente necesario para calcular R es el precio de renta real implícito, el cual se calcula de la siguiente manera:

$$r = \frac{r \times K / (1-t)Y}{K / (1-t)Y} \quad \dots (115)$$

Donde el numerador representa la participación del pago a los servicios del capital sobre el producto neto de impuestos. Éste se estimó como el ratio excedente de explotación más depreciación sobre PIB menos impuestos. El denominador, por su parte, se estima a partir de las estimaciones del stock de capital agregado, el PIB real y la participación de los impuestos en el PIB. Una vez que se obtiene el precio de renta real implícito, se calcula la tasa de interés real de la siguiente manera:

$$i^{real} = \frac{r \times p}{\bar{p}} - \delta \quad \dots (116)$$

	DOCUMENTO	N° 065 -GPR/2007 Página 203 de 266
	INFORME	

Donde p es el deflactor del PIB y \bar{p} es el promedio simple de los deflactores de los bienes de capital. Finalmente, la renta utilizada para el j -ésimo bien de capital es:

$$r_j = \frac{P_j}{p} \times (r + \delta) \quad \dots (117)$$

7.3.5.3. Construcción de las variables de Remuneraciones y Empleo

La serie de remuneraciones que sirvió de insumo para el cálculo de la productividad de la economía provino de la Encuesta Nacional de Sueldos y Salarios del Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo (MTPE). Sobre la base de dicha encuesta el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) construye de una serie mensual y la publica en los reportes en línea sobre Información Económica de su página web. La encuesta en mención tiene una cobertura para Lima Metropolitana y el área urbana de 24 ciudades principales del país, considerando a las empresas del sector privado de todas las ramas económicas que declaran tener 10 o más trabajadores.

Los datos de remuneraciones de cada año se obtuvieron como la media ponderada de los sueldos y salarios promedio del año. Cabe notar que si bien la encuesta reporta datos mensuales desde 1996, por motivos de restricciones presupuestales en el MTPE (aspecto que ha sido señalado por los funcionarios de dicha institución) a partir del año 2001 su aplicación ya no cubre todo el año (no se cuenta con información para todos los meses), mientras que en el año 2002 no se aplicó la encuesta, por lo que no existe dato disponible para dicho año. Bajo estas condiciones, se ha considerado como dato para el año 2002 el promedio de los valores observados en los años 2001 y 2003.

De otro lado, para estimar el promedio ponderado de los sueldos (pago a los empleados) y los salarios (pago a los obreros) se utilizaron los pesos de 0.59 para los sueldos y 0.41 para los salarios. Según las encuestas Especializada en Empleo MTPE (hasta el 2001) y Nacional de Hogares INEI (desde 2002) dichas ponderaciones representan la estructura media entre estos tipos de trabajadores en el periodo de referencia.

Dado que los sueldos reportados son mensuales y los salarios son por jornadas (pagos por día laborado), la transformación de los pagos de jornadas a remuneraciones mensuales consistió en la aplicación de un factor de 30 (días) a dichos pagos. La aplicación de dicho factor es recomendada tanto por el INEI (Indicadores

Económicos) como por el MTPE (Programa de Estadísticas y Estudios Laborales). Asimismo, debe indicarse que al no disponerse de datos para el año 1995, se asumió que la tasa de crecimiento de las remuneraciones en el período 1995-1996 fue la misma que la del período 1996-1997.

Finalmente, la serie (índice) de empleo para el período de análisis se obtuvo como la división de la masa salarial, pago por remuneraciones consignado en las cuentas nacionales, sobre la remuneración media de la economía.

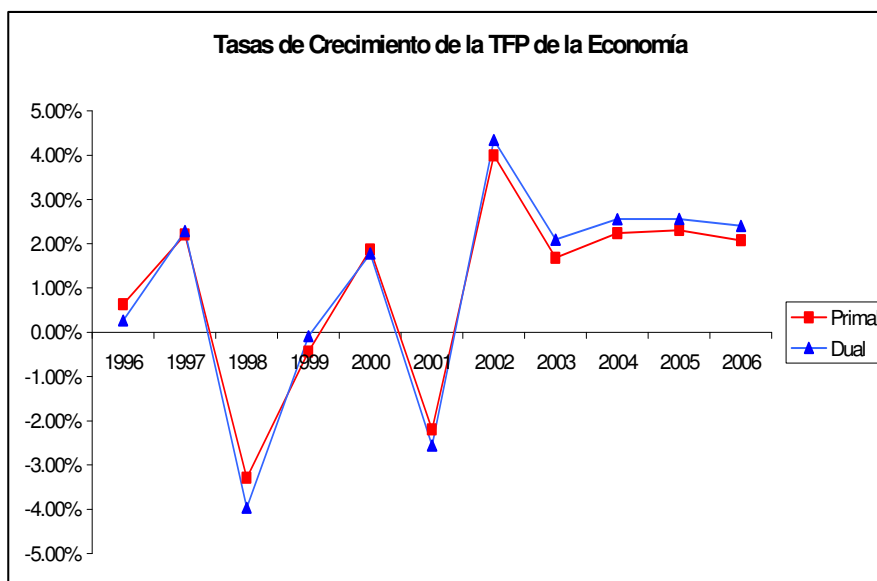
7.3.6. Resultados

La tasa de crecimiento de la productividad total de factores por el método primal en el periodo t, \hat{TFP}_t^p , viene dada por:

$$\hat{TFP}_t^p = \hat{Y}_t - \hat{X}_t \quad \dots (118)$$


Donde \hat{Y}_t y \hat{X}_t son las tasas de crecimiento del PIB real y de los insumos, respectivamente. De esta manera, sobre la base de los procedimientos anteriormente descritos, dichas tasas se calculan utilizando el índice de agregación de Fisher.

Gráfico N° 20
Estimación Primal y Dual de la Tasa de Crecimiento de la TFP



Concepto	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	Promedio
Primal	0.63%	2.20%	-3.29%	-0.44%	1.87%	-2.20%	4.00%	1.68%	2.24%	2.31%	2.08%	1.01%
Dual	0.26%	2.28%	-3.96%	-0.09%	1.78%	-2.56%	4.34%	2.09%	2.55%	2.56%	2.40%	1.06%

Elaboración: OSIPTEL

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 205 de 266
	INFORME	

Un primer aspecto que debe enfatizarse es la congruencia entre ambas series, la cual proviene del uso de la misma base de datos y de la metodología descrita en la sección anterior. La disponibilidad de información más desagregada posiblemente generará mayores diferencias, lo cual puede permitir una mayor discusión sobre los elementos que las explicarían⁵⁶. Debe indicarse que, si bien es cierto en diversos estudios las mediciones bajo la metodología dual han reportado mayores tasas de crecimiento de la productividad, la elección de la metodología más apropiada dependería de la calidad de la información.

En segundo lugar, se ha estimado por ambas metodologías un crecimiento promedio de la productividad de 1%. Este resultado es, en general, mayor que las mediciones realizadas mediante estimaciones econométricas de series de tiempo, pero consistente con mediciones basadas en números índice⁵⁷.

En tercer lugar, el gráfico muestra la existencia de fluctuaciones de la TFP distinguiéndose el vínculo entre esta variable y el ciclo económico. En esta perspectiva se observa un incremento significativo y sostenido en la tasa de cambio de la TFP en los últimos años.

7.4. Precios de los Insumos de la Economía

La estimación de la tasa de crecimiento de los precios de los insumos de la economía es equivalente a la suma de la estimación dual de la tasa de crecimiento de la PTF de la economía y la inflación de los precios de la economía.

$$\hat{TFP}^d + \pi = s_L \hat{W} + s_K \hat{R} + \pi \quad \dots(119)$$

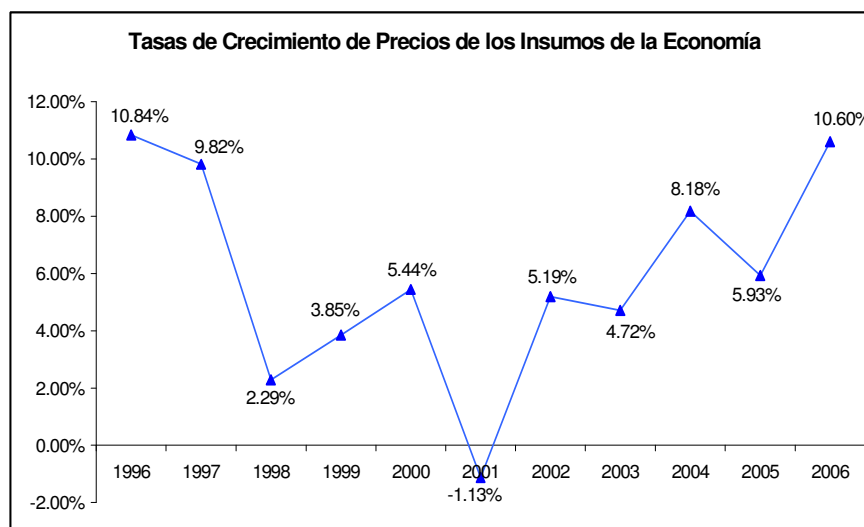
Para tales efectos, se estimó el indicador de inflación de la economía sobre la base de la consideración del deflactor del PBI, aspecto que es además consistente con el uso de dicho deflactor en los diversos cálculos realizados para la estimación de los indicadores de productividad de la economía, en particular las estimaciones asociadas a la medición del uso y del precio del capital (metodología considerada en los trabajos de Hsieh).

56. Roeger (1995) encuentra que las diferencias entre las mediciones primales y duales de la productividad son explicadas por factores como la competencia imperfecta. Otros estudios encuentran en aspectos como la utilización de factores la principal explicación de las diferencias de los tipos de medición (Basu y Fernald; 2000).

57. Una tasa de crecimiento de la productividad de 1% (números índice) permitirá en 50 años un crecimiento del 64% del PBI, mientras que una tasa de 0.5% (estudios econométricos) permitirá sólo un crecimiento del PBI de 28%. Estos cálculos sugieren la mayor razonabilidad del primer escenario para las condiciones actuales de la economía peruana.

Gráfico Nº 21

Estimación de los precios de los insumos de la Economía



Concepto	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	Promedio
Dual	0.26%	2.28%	-3.96%	-0.09%	1.78%	-2.56%	4.34%	2.09%	2.55%	2.56%	2.40%	1.06%
Inflación Econ.	10.57%	7.54%	6.25%	3.94%	3.66%	1.43%	0.85%	2.62%	5.63%	3.37%	8.20%	4.91%
Total	10.84%	9.82%	2.29%	3.85%	5.44%	-1.13%	5.19%	4.72%	8.18%	5.93%	10.60%	5.98%

Elaboración: OSIPTEL

7.5. Determinación del Factor de Productividad

Acorde con lo precisado en los principios metodológicos, y considerando los resultados obtenidos en las secciones anteriores, la estimación final del factor de productividad se realiza de la siguiente manera:

$$\text{Factor de Productividad} = [\Delta W - \Delta W^E] + [\Delta T^E - \Delta T] \quad \dots (120)$$

Como se puede apreciar, la estimación final del factor de productividad considera la suma de dos diferencias: (i) la diferencia entre la tasa de crecimiento de los precios de los insumos de la empresa y los precios de los insumos de la economía. Se espera que dicha diferencia sea de signo negativo, es decir, que los precios de los insumos de la economía se incrementen a un mayor ritmo que los precios de los insumos de la empresa; y (ii) la diferencia entre la tasa de crecimiento del nivel de productividad de la empresa regulada y el nivel de productividad de la economía. Se espera que dicha diferencia sea de signo negativo, es decir, que el nivel de productividad de la economía se incremente a un menor ritmo que el nivel de productividad de la empresa.

Cuadro N° 51: Determinación del Factor de Productividad

Concepto	Periodo 1996-2006
Precio de los Insumos (TdP)	2.455%
Precio de los Insumos (Eco)	5.976%
TFP (TdP)	5.713%
TFP (Eco)	1.006%
Factor X (2007-2010)	8.23%

Elaboración: OSIPTEL

7.6. Costo de Oportunidad del Capital

La presente sección analiza las principales metodologías utilizadas para determinar el costo de oportunidad del capital para las empresas reguladas, en específico, se analizará la determinación del costo de capital para Telefónica.


7.6.1. Aspectos Generales del Sector Telecomunicaciones

El sector de telecomunicaciones es uno de los más intensivos en requerimientos de inversiones de capital debido a la necesidad de realizar importantes desembolsos en equipos y en el despliegue de redes de comunicaciones alámbricas o inalámbricas de las empresas⁵⁸. Esta expansión de las redes de telecomunicaciones a nivel geográfico y a nivel de capacidad permite naturalmente un mayor acceso por parte de la población a los diversos servicios de telecomunicaciones.

Para el logro de una asignación eficiente, los distintos factores de producción deben ser retribuidos de acuerdo a su costo de oportunidad. En particular, las inversiones realizadas por la empresa incumbente y por los operadores entrantes deben ser retribuidas de acuerdo al costo promedio ponderado del capital (WACC).

En este contexto, esta sección analiza las experiencias más utilizadas respecto a la metodología de cálculo del costo de capital y desarrolla una metodología para calcular el costo del capital para la empresa Telefónica para el período de análisis considerado para el cálculo del factor de productividad para el período 2007-2010.

58. En el Perú, luego de la privatización de las empresas de telecomunicaciones de propiedad estatal, la empresa Telefónica realizó importantes inversiones de mejoramiento y expansión de la red de telefonía fija, por más de US\$ 2,000 millones entre 1994 y 1998. Asimismo, luego de la apertura del mercado y el ingreso de nuevos operadores a partir del año 1999, las inversiones en los segmentos de telefonía fija y de larga distancia continuaron a un ritmo menor, totalizando aproximadamente US\$ 500 millones entre los años 1999 y 2006.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 208 de 266
	INFORME	

La determinación del costo de capital es un elemento crucial dentro de los procesos regulatorios. Cuando el regulador determina un conjunto de precios tope para servicios o productos ofertados en industrias donde existen empresas con posición dominante en el mercado, es necesario calcular una tasa de retorno del capital “justa” a ser utilizada en la producción de servicios regulados. Para esto es necesario determinar el retorno que los inversionistas de estas empresas esperan obtener en un mercado competitivo.


El principal objetivo que se busca al fijar una apropiada tasa de retorno es asegurar que la empresa regulada alcance un retorno suficiente para recuperar el costo de oportunidad del capital utilizado en la producción de servicios regulados. De esta forma, se ofrecen señales de precios eficientes a los participantes y consumidores del mercado, así como se brinda a la empresa incentivos para inversiones eficientes y enfocadas en infraestructuras y servicios relevantes.

Es claro que si se fija una tasa de retorno por debajo de lo que el mercado estima es el costo de oportunidad del capital, puede resultar que las inversiones no sean lo suficientemente atractivas para los inversionistas. De forma similar, si la tasa fijada es muy alta, de forma tal que permitirá a la empresa regulada obtener ganancias excesivas, se estaría afectando la competitividad del mercado y enviando señales erróneas de precios a los agentes y consumidores, lo que implicaría una mala asignación de recursos.

Desafortunadamente no existe una respuesta teórica perfecta para el problema de estimar una apropiada tasa de retorno a las inversiones realizadas por algún operador. Sin embargo, la metodología del Costo Promedio Ponderado del Capital o *Weighted Average Cost of Capital* (WACC), está ampliamente aceptada para el cálculo del costo del capital. En este sentido, por lo general, existe consenso sobre el cálculo del WACC dentro del ámbito financiero y en la industria; así como es consistente con la metodología empleada por varios reguladores de distintos mercados.

7.6.2. Metodología de Estimación del Costo de Oportunidad del Capital

El costo de oportunidad del capital, r , es usualmente estimado mediante el concepto de Costo Promedio Ponderado del Capital después de impuestos o tasa WACC (por sus siglas en inglés), por el cual el costo de oportunidad del capital es una tasa ponderada del Costo del Patrimonio de la empresa y el Costo de Deuda de la misma considerando su estructura de financiamiento.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 209 de 266
	INFORME	

$$r = WACC = k_E \times \frac{E}{(D + E)} + r_D \times (1 - t) \times \frac{D}{(D + E)} \quad \dots (121)$$

Donde:

- k_E = Costo del Patrimonio de la empresa.
- r_D = Costo de Deuda de la empresa.
- t = Tasa impositiva aplicable a la empresa.
- E = Valor de mercado del patrimonio de la empresa.
- D = Valor de mercado de la deuda de la empresa.


La fórmula señalada refleja el hecho que las empresas pueden incrementar su capital ya sea mediante deuda o patrimonio. Asimismo, los retornos requeridos por el mercado para cada uno de estos dos elementos son sustancialmente distintos, dado que los tenedores de deuda tienen una demanda distinta a los accionistas de la empresa.

El WACC puede ser medido en términos reales y nominales. Un WACC nominal es expresado en términos corrientes, mientras que un WACC real, en forma constante. De esa manera un WACC real no incluye el impacto de la inflación. El WACC debe ser consistente con la utilización de los precios base utilizados. De esa forma, si los precios son regulados en términos reales (o nominales), el costo de capital debería ser expresado en forma real (o nominal), respectivamente.

También es importante destacar que al determinar el WACC entre antes y después de impuestos, y al utilizar términos reales o nominales, no es conmutativo con una eficaz imposición fiscal dada, debido a que, el orden en el cual se realiza la estimación puede conducir a los errores en estimaciones de WACC.

La mayor parte de los parámetros utilizados para calcular el WACC no son observables y necesariamente hay que estimarlos o considerar variables proxy desde alguna información observable; por lo que hay que considerar que la tasa calculada será una valoración basada en criterios y decisiones sobre la teoría y los datos utilizados en el cálculo.

Entre los determinantes del costo de oportunidad del capital, el costo del patrimonio de la empresa es el que presenta usualmente la mayor dificultad en su estimación. Por este motivo, a continuación se describen los componentes del WACC, así como

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 210 de 266
	INFORME	

las principales metodologías utilizadas por las agencias regulatorias de telecomunicaciones de Europa⁵⁹ para estimar cada componente.

7.6.3. Estructura Deuda - Patrimonio

La ponderación utilizada en la fórmula del WACC es el nivel de apalancamiento de la empresa. El apalancamiento es un ratio de medición del nivel de endeudamiento en relación al valor de capital de la empresa y está definido como:


$$\text{Apalancamiento} = \frac{D}{(D + E)} \Rightarrow (1 - \text{Apalancamiento}) = \frac{E}{(D + E)} \quad \dots (122)$$

Existen distintas maneras para determinar el nivel de apalancamiento y cada una afecta directamente en el costo de capital:

- a) **Basado en valores en libros.** El apalancamiento se calcula utilizando los valores contables de deuda y patrimonio, que están en las Memorias o Estados Financieros Auditados de la empresa. Es un método transparente, fácil de revisar y auditar. La desventaja al utilizar los valores en libros es que no permite tener una visión a largo plazo y no refleja el verdadero valor económico de la empresa. Asimismo, los valores en libros dependen de las estrategias del operador (fusiones y/o escisiones con otras empresas) y de la política contable de la misma; con esta última, los valores pueden variar sustancialmente debido a cambios en los principios de contabilidad, a pesar de respetarse las reglas generales de la contabilidad.
- b) **Basado en valores de mercado.** El apalancamiento puede ser calculado en base a la información observable de deuda y patrimonio a valores de mercado, llamada capitalización, que en teoría refleja el verdadero valor económico de la estructura de capital de la empresa. El valor de mercado del patrimonio se obtiene de multiplicar el número de acciones por la cotización de las mismas.

El valor de mercado de la deuda es difícil de obtener directamente, dado que adicionalmente a los bonos, las empresas tienen otras formas no transables de deuda, tales como la deuda bancaria. Sin embargo, los valores en libros pueden ser convertidos en valores de mercado, considerando el total de las deudas de la empresa como un cupón de bono. Este cupón sería valuado al costo corriente de deuda de la empresa.

59. IRG (2007) y CMT (2006).

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 211 de 266
	INFORME	

- c) **Apalancamiento Óptimo o Eficiente:** Esta metodología está basada en una estructura de capital óptima definida por el regulador. El motivo para utilizar este método es asegurar que las empresas que han estado endeudadas a niveles muy altos no sean recompensadas por su decisión financiera. El ajuste de eficiencia puede ser realizado considerando la estructura de capital de un operador eficiente en lugar de la actual estructura del operador bajo análisis. Sin embargo, el establecimiento de un ratio óptimo es una decisión subjetiva o requiere determinar una mejor práctica a nivel internacional.


La elección para un nivel de apalancamiento óptimo, a nivel general, está basada en las metodologías expuestas anteriormente. Temas como disponibilidad y confiabilidad de la data, así como los años base de los flujos de caja a los cuales el coste de capital debe ser aplicado, son consideraciones relevantes que deben ser tomados en cuenta.

7.6.4. Costo de Deuda

El costo de deuda refleja el costo en que la compañía tiene que incurrir para conseguir capital que permita financiar sus actividades, ya sea a través de instituciones financieras, emisiones en el mercado de capitales o préstamos de otras compañías. Esta variable corresponde a un costo promedio ponderado de varios préstamos a largo plazo de la empresa y está fuertemente correlacionada con los niveles actuales de tasas de interés, de capacidad financiera y de riesgo de la empresa, así como de la política fiscal de un país.

El costo de deuda puede ser calculado utilizando información contable o a través del libro de préstamos con el fin de derivar la tasa de interés que la empresa tiene en sus registros contables. Este es un método transparente, fácil de auditar y que considera los costos actuales que enfrenta la empresa. Un factor a ser considerado en el cálculo del costo de la deuda es observar la clasificación de riesgo de la empresa como un indicador del cumplimiento de la empresa.

Otra forma de estimar el costo de deuda es considerar un nivel eficiente de préstamos. Se puede utilizar esta metodología cuando las empresas presentan altos niveles de tasas de interés, por lo que el nivel de deuda y el costo de interés asociado son ajustados hacia un nivel eficiente decidido por el regulador. De esa forma la empresa no será recompensada por su estrategia financiera.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 212 de 266
	INFORME	

Una aproximación adicional para estimar el costo de deuda es la siguiente:

$$\text{Costo Deuda} = \text{Tasa Libre de Riesgo} + \text{Premio de Deuda de la Empresa} \quad \dots (123)$$

La tasa libre de riesgo será analizada con mayor detalle más adelante en el documento. El premio de deuda específico de la empresa aumenta cuando el apalancamiento de la empresa refleja un mayor riesgo financiero, ello considerando que un mayor flujo de caja necesita ser generado para poder cubrir los pagos de intereses. Dicho componente se puede obtener mediante la clasificación de riesgo que agencias especializadas asignan a la empresa regulada. Aunque es más complejo de calcular, este acercamiento asegura que el coste de la deuda esté abarcando períodos a largo plazo y evita efectos transitorios, tales como los tenedores temporales de la deuda.

7.6.5. Costo de Patrimonio

En general, el costo de capital propio puede ser estimado en base a distintos métodos de valoración de activos: el Dividend Growth Model (DGM), el Arbitrage Pricing Theory (APT), los Modelos Multifactoriales y el Capital Asset Pricing Model (CAPM).

7.6.5.1. Dividend Growth Model (DGM)

Este modelo supone que la rentabilidad de la empresa bajo regulación estará dada por los dividendos que distribuirá y, resolviendo para el costo del patrimonio (**k**), se calcula de la siguiente manera:


$$k = \text{Dividendos}/P_0 \quad \dots (124)$$

Donde **P₀** es igual al precio de la acción. El modelo puede ser extendido para considerar distintas hipótesis acerca del comportamiento futuro de los dividendos. Si se permite que los flujos crezcan a una tasa anual constante (**g**) a perpetuidad, donde **g** se calcula generalmente como:

$$g = \text{tasa de retención} \times \text{ROE} \quad \dots (125)$$

Donde ROE (*Return on Equity*) representa los beneficios sobre recursos propios (patrimonio neto). La tasa de retención es el resultado del período anterior menos los dividendos otorgados. En este sentido, resolviendo para **k** se obtiene:

$$k = [\text{Dividendos} (1+g)/P_0] + g \quad \dots (126)$$

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 213 de 266
	INFORME	

Esto es, el costo de capital propio es el dividendo esperado del próximo período más la tasa de crecimiento. Una extensión a este modelo de una sola etapa es el modelo de multi-etapas, y con mayor frecuencia se usa el modelo de tres etapas. En esta última extensión del modelo, en cada etapa puede haber una tasa de crecimiento diferente y el período entre etapas no necesariamente tiene que ser el mismo.

El modelo del valor de los dividendos considera la relación entre el rendimiento exigido a las acciones y los pagos de dividendos. Por lo tanto, los insumos importantes en el DGM son: (i) el dividendo corriente; (ii) el precio de las acciones y (iii) la tasa de crecimiento de los dividendos.

La principal ventaja de estos modelos es que son muy simples para el cálculo, pero presentan una importante cantidad de limitaciones o desventajas:


- a) No reflejan el entorno económico en el cual opera la empresa.
- b) Es una metodología que no ha sido utilizada generalmente por los reguladores.
- c) Las empresas en sus primeros años de vida poseen tasas de crecimiento que luego muy difícilmente se vuelvan constantes. Si se consideran dichas tasas se supondría un crecimiento mucho mayor del que realmente ocurrirá una vez que la empresa se consolide. En este caso el factor g de la fórmula podría exagerar el crecimiento de la empresa en el largo plazo.

En general, el modelo DGM podría resultar útil en aquellas empresas con políticas de dividendos estables, pero no es aplicable a todas las empresas.

7.6.5.2. Arbitrage Pricing Theory (APT)

Se trata de un modelo basado en un mercado que se encuentra en equilibrio y libre de oportunidades de arbitraje. La lógica detrás del APT es similar a la que se encuentra detrás del CAPM, modelo que veremos posteriormente.

Esto es, los inversores obtienen una recompensa por exponerse al riesgo no-diversificable. La diferencia principal es que el CAPM sólo tiene en cuenta un factor, y adopta β como una medida de riesgo; mientras que el APT es un modelo multifactor, que extiende el análisis y permite la introducción de otras variables explicativas. En este sentido, el APT supone que la rentabilidad de cada acción depende en parte de factores macroeconómicos y de otros sucesos propios de cada empresa en particular.

	DOCUMENTO	N° 065 -GPR/2007 Página 214 de 266
	INFORME	

Así, el APT supone que el rendimiento de los activos proviene de una serie de factores relacionados con la economía y los negocios, tales como el crecimiento del PBI, la inflación, el tipo de cambio, la evolución de ciertos precios, etc. La correlación entre dos activos ocurre cuando éstos son afectados por el mismo factor o factores. En contraste, aunque el CAPM refleja la correlación entre activos, no especifica los factores causantes de dicha correlación.

Adicionalmente, el APT está enfocado a nivel micro: en equilibrio todas las carteras de activos tienen que cumplir la condición que si la inversión y el riesgo son nulos, el rendimiento esperado también debe ser nulo (ello se explica por el concepto de arbitraje, que ilustraremos más adelante). Esto lo diferencia del CAPM el cual requiere condiciones de equilibrio general (incluso a nivel mundial).

En cuanto a la estructura del APT, podemos pensar en el rendimiento ex-post de un activo i que consta de tres componentes: el rendimiento libre de riesgo (R_f), la prima por riesgo ($E(R_i)$) y un rendimiento inesperado (U_i):

$$R_i = R_f + E(R_i) + U_i \quad \dots (127)$$


El rendimiento libre de riesgo R_f y la prima por riesgo $E(R_i)$ son magnitudes ex-ante, mientras que el rendimiento inesperado U_i es ex-post. El rendimiento inesperado U_i tiene a su vez dos componentes, una parte que está correlacionada con uno o más factores, que a su vez afectan a un número grande de activos, y otra parte totalmente inesperada. La parte correlacionada con uno o más factores es el riesgo sistémico (m_i) mientras que la parte inesperada es el riesgo no sistémico (ε_i). De modo que,

$$R_i = R_f + E(R_i) + m_i + \varepsilon_i \quad \dots (128)$$

Donde ε_i representa el riesgo específico del activo en cuestión y no tiene conexión alguna con otros activos en la economía. Es por ello que la correlación entre los riesgos no sistémicos de los diferentes activos de la economía es nula.

$$\text{Cov}(\varepsilon_i, \varepsilon_z) = 0 \quad \dots (129)$$

Los factores pueden afectar el rendimiento m_i de un activo en diferente forma. Esta sensibilidad se denomina β , de modo que si identificamos k factores explicativos:

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 215 de 266
	INFORME	

$$R_i = R_f + E(R_i) + \beta_{i1}F_1 + \beta_{i2}F_2 + \dots + \beta_{ik}F_k + \varepsilon_i \quad \dots (130)$$

Donde R_i es el rendimiento del activo (ex-post); $E(R_i)$ es el rendimiento esperado del activo (ex-ante), e incluye tanto el impacto de noticias específicas sobre el activo como el impacto de la evolución esperada de los factores identificados; $\beta_{i1}F_1 + \beta_{i2}F_2 + \dots + \beta_{ik}F_k$ es el rendimiento no anticipado, que está correlacionado con los factores identificados; y ε_i es el rendimiento no anticipado y no correlacionado con los factores identificados.

En términos ex-ante:

$$E(R_i) = R_f + \beta_{i1}F_1 + \beta_{i2}F_2 + \dots + \beta_{ik}F_k \quad \dots (131)$$


Lo que refleja el rendimiento esperado del activo en función de la evolución esperada de los factores. En ese sentido, si el APT corresponde a una regresión lineal en que los retornos tienen distribuciones normales, entonces los coeficientes β están definidos en forma similar al parámetro β del CAPM. Podremos concluir entonces que el CAPM es un caso especial del APT en el que los retornos están normalmente distribuidos y el rendimiento esperado sólo depende de un factor: la prima de riesgo de la cartera de mercado M.

$$E(R_i) = R_f + \beta_i [E(R_M) - R_f] \quad \dots (132)$$

El APT tiene las siguientes ventajas sobre el CAPM:

- a) No está restringido a ningún tipo de distribución para los retornos;
- b) No se requiere equilibrio general, sólo equilibrio parcial (no arbitraje) entre los activos considerados;
- c) No se requiere una “cartera de mercado”;
- d) Mide el riesgo en base a varios factores mientras que el CAPM lo hace con base en sólo un factor, la sensibilidad a la “cartera de mercado”.

Elaboremos un poco sobre este último punto. Supongamos dos activos A y B de igual rendimiento esperado y, por tanto, con la misma β (del CAPM o el modelo de mercado). El activo A está correlacionado negativamente con la inflación y no tiene correlación alguna con la tasa de cambio. El activo B está correlacionado negativamente con la tasa de cambio y no tiene correlación alguna con la inflación.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 216 de 266
	INFORME	

Un gerente financiero debe decidir cuál de los dos activos incorporar en su cartera de inversión. Desde la óptica del CAPM o el modelo de mercado ambos activos serán equivalentes, ya que el único factor a considerar es la correlación con la “cartera de mercado” (β).


Desde la óptica del APT los activos no son equivalentes. Si el gerente desea reducir el riesgo de su cartera, y ésta está correlacionada positivamente con la inflación y no es sensible a la tasa de cambio, el activo A será preferible al activo B. Lo contrario sucederá si la cartera está correlacionada positivamente con la tasa de cambio y no muestra sensibilidad a la inflación.

Nótese que desde la óptica del CAPM y desde el punto de vista de un inversionista bien diversificado, los activos A y B sí son equivalentes, de forma que el rendimiento esperado sobre estos activos deberá ser el mismo. Adicionalmente, los factores “inflación” y “tasa de cambio” no tienen relevancia alguna para la determinación del precio de dichos activos. El problema es que para que esto sea cierto es necesario contar con una cartera de mercado para determinar las betas de los activos con respecto a dicha cartera, lo cual no es estrictamente viable.

¿Bajo qué circunstancias un factor determinado es relevante para la determinación del precio de un activo? Supongamos que un aumento de la inflación afecta el precio de un activo de manera que el inversionista X se beneficia y el inversionista Y se perjudica con la posesión del mismo. Es de esperarse entonces que X comprará Y venderá dicho activo para obtener un beneficio (o protegerse) contra la inflación. De esta forma, el riesgo asociado con la inflación es transferido del inversionista Y al inversionista X; pero el precio y el retorno esperado del activo no tiene por qué verse afectado.

El precio y el retorno esperado se verán afectados por el factor “inflación” sólo si el total comprado difiere del total vendido por la totalidad de los inversionistas. Podemos concluir entonces que para que un factor tenga relevancia en el modelo éste debe afectar al promedio de los inversionistas.

Los factores del APT se determinan mediante un procedimiento estadístico que busca su ortogonalidad. Desafortunadamente, los factores que surgen de este procedimiento no tienen ninguna contrapartida práctica (como cambios en el PBI, tipo de cambio, etc.), y por tanto son de difícil interpretación. Además, dichos factores son inestables, cambiando a lo largo del tiempo.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 217 de 266
	INFORME	

Precisamente, la principal desventaja del APT es que no se conocen los factores. Cuando se sugiere algún conjunto determinado de factores se encuentra que éstos distan de ser ortogonales, es decir, existe una correlación entre ellos diferente de cero. No obstante, estudios empíricos sugieren 5 factores aceptables para el caso de los valores norteamericanos (Chen, Roll y Ross; 1986), a saber, (i) Índice de Producción Industrial, (ii) Tasa de Interés Real a Corto Plazo, (iii) Inflación a Corto Plazo, (iv) Inflación a Largo Plazo y (v) Riesgo de Quiebra.

7.6.5.3. Modelos Multifactoriales


El modelo CAPM, aunque conceptualmente robusto, requiere condiciones de equilibrio general que suelen estar alejadas de la realidad. Por otra parte, el APT ofrece una alternativa interesante, pero adolece del problema de identificación de los factores.

Al respecto, los Modelos Multifactoriales buscan precisamente resolver este último problema proponiendo una serie de factores tangibles que representen las fuentes de riesgo para las empresas. Claro que el costo que se asume por esta simplificación es que dichos factores son difícilmente independientes entre sí, originándose problemas de correlación entre ellos. Además, estos modelos son relativamente menos robustos dado que no requieren ninguna clase de equilibrio (total o parcial).

Los factores pueden ser de dos tipos, de tipo microeconómico y de tipo macroeconómico. Los factores microeconómicos suelen ser normalizados con el objeto que el factor esperado sea igual a cero y cada empresa tenga o bien una exposición positiva o una exposición negativa cada factor. Por ejemplo, si nos ocupásemos del nivel de ventas (X), la sensibilidad a este factor (β_x) vendría dada por la siguiente expresión:

$$\beta_x = \frac{X - E(X)}{DS(X)} \quad \dots (133)$$

Donde, $DS(X)$ es la desviación estándar estimada de X . Si no normalizáramos, los factores de mayor volatilidad presentarían mayores diferencias y, por tanto, mostrarían un peso desproporcionadamente alto. Lo contrario ocurriría con los factores de baja volatilidad. A través de la normalización, buscamos equilibrar la influencia de cada factor en el retorno total.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 218 de 266
	INFORME	

Fama y French (1996) proponen un modelo multifactorial con base en tres factores de riesgo que pueden replicarse mediante unas determinadas carteras de los activos existentes en la economía.


El primero de ellos consiste en replicar el riesgo de mercado mediante una cartera de coste cero que contiene una posición larga en la propia cartera de mercado y una posición corta (endeudamiento) en el activo libre de riesgo. Naturalmente, la prima de riesgo de esta primera cartera réplica no es más que la prima de riesgo de la cartera de mercado que es el factor de riesgo asociado al CAPM. Los otros dos factores son la diferencia de retornos entre acciones de pequeñas y grandes empresas (SMB, *small minus big*), y la diferencia de retornos entre las acciones de empresas de alta valoración y de baja valoración en relación a sus valores en libros (HML, *high minus low*).

Se entiende por acciones de baja valoración a aquéllas cuyo valor de mercado es significativamente menor que su valor en libros. Son características de este grupo aquellas empresas que se encuentran en dificultades financieras. Por su lado, las acciones de alta valoración tienen un valor de mercado significativamente superior a su valor en libros y son típicas de este grupo las compañías de alto crecimiento.

La inclusión de SMB como factor se explica por el hecho empírico que las acciones de las pequeñas empresas han mostrado históricamente rendimientos superiores a los que implicaría el CAPM ("*small firm effect*").

La inclusión de HML conlleva un razonamiento más elaborado. Las acciones de empresas en dificultades financieras (de baja valoración) son particularmente susceptibles a la baja en tiempos de recesión económica. Por otra parte, el inversionista típico es propietario de algún pequeño negocio que, como tal, es también muy sensible a las recesiones económicas. Lo último que desearía dicho inversionista es sumar pérdidas de cartera provenientes de posiciones en empresas en dificultades financieras a las pérdidas propias de su negocio particular.

Es por ello que dichos inversionistas demandan un rendimiento adicional a dichas posiciones de cartera. El factor HML pretende captar este supuesto comportamiento. Lo interesante del modelo de Fama y French es que las regresiones con estos tres factores arrojan coeficientes de correlación del orden de 90%-95% lo que le otorgaría en un análisis general una gran robustez. En particular, durante la década de los noventa, se utilizó en forma masiva este modelo para controlar el riesgo de activos financieros.

	DOCUMENTO	N° 065 -GPR/2007 Página 219 de 266
	INFORME	

No obstante, si el modelo de Fama y French fuese adecuado, los betas de los activos respecto a los tres factores de riesgo representados por la prima de riesgo del mercado, SMB y HML, deberían explicar en un contexto de corte transversal el rendimiento medio de los activos. Desafortunadamente, estudios posteriores como el de Jagannathan y Wang (1996) ponen en entredicho los resultados del modelo de Fama y French, y reafirman la vigencia del CAPM tradicional.

7.6.6. Modelo CAPM


El Costo del Patrimonio o “*Cost of Equity*” es generalmente calculado utilizando el *Capital Asset Pricing Model* (CAPM), esquema basado en el enfoque media varianza para problemas de incertidumbre y desarrollado en una serie de artículos preparados por Sharpe (1964), Lintner (1965) y Mossin (1966), los cuales se basan en los trabajos de teoría del portafolio de Markowitz (1952).

El CAPM postula que el costo del patrimonio de una empresa es igual a la rentabilidad de un activo libre de riesgo (*risk-free asset*) más el premio por riesgo de mercado (*market risk premium*) multiplicado por una medida del riesgo sistémico del patrimonio de la empresa denominado “beta”. En este sentido, el CAPM considera que los únicos riesgos relevantes para determinar el costo del patrimonio son los riesgos sistémicos o no diversificables.

En general, el CAPM implica los siguientes supuestos:

- a) Todos los individuos son aversos al riesgo y maximizan el valor esperado de su utilidad.
- b) Todos los individuos tienen el mismo horizonte de un período.
- c) Existe un activo libre de riesgo.
- d) No hay costos de transacción, lo que significa que:
 - No hay impuestos.
 - Cualquiera puede pedir prestado y prestar dinero a la tasa libre de riesgo.
 - Todos los inversionistas están igualmente informados.
 - Todos los activos son vendibles y perfectamente divisibles.
- e) Todos los inversionistas tienen las mismas expectativas sobre los activos (expectativas homogéneas).
- f) Todos los retornos están normalmente distribuidos.

Aunque estos supuestos no se cumplan en estricto en la realidad, el modelo CAPM es el modelo más utilizado y mejor conocido por los analistas para la estimación de la

	DOCUMENTO	N° 065 -GPR/2007 Página 220 de 266
	INFORME	

tasa costo del patrimonio. Asimismo, una serie de estudios empíricos y de extensiones al modelo respaldan su utilidad, incluso en países emergentes como el Perú. Dados los supuestos y la condición que la tasa WACC debe reflejar la formación de los precios del capital en un contexto de competencia, el modelo CAPM nos ofrece un marco conceptual consistente con este supuesto y, por lo tanto, es razonable su utilización para la estimación de la tasa costo del patrimonio de la empresa.

El modelo CAPM, en términos formales, postula estimar la tasa costo del patrimonio por medio de la siguiente fórmula:

$$k_E = r_f + \beta \times (E(r_m) - r_f) \quad \dots (134)$$

Donde:


- r_f = Tasa libre de riesgo.
- β = Medida del riesgo sistémico del patrimonio.
- $E(r_m)$ = Rentabilidad esperada del portafolio de mercado.
- $E(r_m) - r_f$ = Premio por riesgo de mercado.

Para este estudio, hemos considerado una extensión al modelo cuyo objetivo es adecuarlo a un contexto en el que la medida de riesgo sistémico del patrimonio " β ", no puede ser estimada consistentemente en forma directa mediante la observación de los datos de la empresa. Esta extensión, sin embargo, se ha realizado de modo que no se altere el supuesto por el cual sólo el riesgo no diversificable es relevante en el modelo, lo cual nos permite mantener la consistencia conceptual del mismo.

A continuación analizaremos cada una de las variables necesarias para el cálculo del modelo CAPM.

7.6.6.1. Tasa Libre de Riesgo (rf)

La tasa libre de riesgo corresponde a la rentabilidad de un activo o un portafolio de activos sin riesgo de "default" (riesgo de incumplimiento de pagos) y que, en teoría, no tiene ninguna correlación con los retornos de otro activo en la economía.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 221 de 266
	INFORME	


En la práctica, no es posible encontrar una inversión que esté libre de todo riesgo; sin embargo, los bonos de gobierno libremente negociados generalmente se pueden considerar como una proxy de riesgo de *default* cero y de cero riesgo de liquidez.

Cuando se define la tasa libre de riesgo, el mercado relevante tiene que ser elegido. El mercado relevante para la tasa libre de riesgo puede estar reducido al mercado doméstico, aunque los bonos de gobierno de otros países también pueden ser empleados como una proxy de la misma. La elección del mercado relevante tiene que ser consistente con el mercado considerado en la estimación de otros parámetros del CAPM.

La madurez de los bonos de gobierno también tiene que estar definida. Para tal fin se pueden utilizar las siguientes consideraciones:

- a) El horizonte de inversión: Toma en cuenta la expectativa de los inversionistas de ser compensados por realizar inversiones de largo plazo. Por lo tanto, la tasa libre de riesgo debe reflejar lo que esperan los inversionistas sobre el período de tiempo relevante. Sin embargo, existe poca evidencia respecto a la longitud del horizonte de inversión de un tenedor promedio de acciones.
- b) El horizonte de planeamiento: Es el tiempo de vida promedio del grupo de activos que componen el proyecto de inversión que se está determinando con el costo de capital. Constituye un principio de gestión financiera racional para medir responsabilidades con madurez a largo plazo contra activos con horizontes a largo plazo de la inversión. En tales circunstancias, resulta necesario emparejar la madurez del activo libre de riesgo al horizonte de los flujos de caja que son analizados, lo que implica el uso de un período de por lo menos 10 años.
- c) El horizonte del tiempo del período de revisión regulatorio: Esto permitiría que el costo de capital sea consistente con los flujos de caja a los cuales se está aplicando. De esa forma, se protege a los dueños del activo contra los movimientos en las tasas de interés del mercado durante el período regulatorio, mientras que los retornos se pueden reajustar después del mismo.

La última consideración importante al definir la tasa libre de riesgo es el tipo de información a ser utilizada: corriente o a valores históricos. Al respecto, es conveniente tener en cuenta que cuando se evalúa un costo de capital pasado sobre un período de tiempo determinado, es lógico considerar una tasa libre de riesgo promedio sobre el período.

	DOCUMENTO	N° 065 -GPR/2007 Página 222 de 266
	INFORME	

Cuando se evalúa el costo de capital para un período de largo plazo (si los mercados de capital fueran perfectamente eficientes), las curvas de rendimiento actuales reflejarían todas las expectativas sobre ganancias futuras y sería una medida apropiada de tasa libre de riesgo. Sin embargo, en la práctica, los mercados de capital son volátiles y las tasas libres de riesgo observadas en un momento dado pueden ser influenciadas por anomalías en el mercado y propensas a variaciones cíclicas significativas.

En consecuencia, en períodos de alta volatilidad, es posible que otros puntos en la curva de rendimiento actual, reflejen mejor la información disponible de futuras curvas; de forma tal que el promediar las tasas históricas más recientes constituye una práctica regulatoria muy utilizada. Este método permite la minimización de cualquier variación de corto plazo de las tasas, al mismo tiempo que permite capturar información y expectativas más actualizadas.

7.6.6.2. Riesgo sistémico del patrimonio de la empresa, Beta (β)


El beta representa una medida del riesgo sistémico del patrimonio de la empresa. En principio, en caso que las acciones de la empresa sean negociadas públicamente, se puede calcular el beta como:

$$\beta = \frac{\text{Covarianza (Retorno Acción, Retorno Portafolio del Mercado)}}{\text{Varianza del Retorno Portafolio del Mercado}} \quad \dots (135)$$

En este sentido, el beta puede ser estimado directamente utilizando la información bursátil disponible sobre las acciones de la empresa y sobre el portafolio del mercado. Esta información se utiliza para realizar una regresión estadística tomando como variable dependiente al exceso del rendimiento de la acción de la empresa sobre la tasa libre de riesgo y como variable explicativa al exceso del rendimiento promedio del portafolio de mercado sobre la misma tasa libre de riesgo más una constante de regresión. El beta estará dado por el coeficiente de regresión que acompaña al exceso del retorno promedio del portafolio de mercado⁶⁰.

Sin embargo, cabe mencionar que en lo que se refiere a las empresas de telecomunicaciones en Perú, este tipo de regresión no es aplicable en la medida en que no cotizan en bolsas de valores desarrolladas. La práctica común para superar este problema es utilizar un “beta sectorial”, definido para una muestra de empresas

60. Asimismo, es posible utilizar el beta calculado para la empresa por compañías especializadas en inversiones y riesgos, como son Bloomberg, Smart Money, Yahoo Finance, Value Line, etc.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 223 de 266
	INFORME	

de Estados Unidos de América (EE.UU.), y luego ajustarlo para controlar por los niveles de apalancamiento de las empresas de telecomunicaciones en Perú, tal como Telefónica. La fórmula para des-apalancar o re-apalancar el beta es:

$$\beta_L = \beta_U \left[1 + (1-t) \frac{D}{E} \right] \quad \dots (136)$$

Donde:

β_L = Beta apalancado.


β_U = Beta des-apalancado.

En un análisis del beta por inferencia, en el que se tiene información disponible sobre el rendimiento de las acciones de la empresa, la beta estimada recoge todo el riesgo sistémico relevante para el modelo CAPM. Sin embargo, una beta estimada por medio de una muestra de empresas que operan en mercados desarrollados, como es lo que se propone realizar en este caso, podría omitir información relevante para estimar la beta de una empresa que opera en una economía emergente. En este sentido, la teoría económica-financiera nos indica que, “ceteris paribus”, un mayor riesgo requerirá una mayor compensación por parte de los inversionistas.

De este modo, las inversiones que un inversionista realice en acciones de una empresa que opera en un mercado (país) emergente requerirán una rentabilidad adicional a aquélla estimada para una inversión en acciones de una empresa del mismo sector y mismas características de negocio que opera en EE.UU. Este riesgo recibe el nombre de “prima por riesgo país”.

Como mencionamos, si pudiéramos contar con información adecuada sobre la evolución del rendimiento de las acciones de las empresas de telecomunicaciones en Perú en un mercado financiero desarrollado, esta “prima por riesgo país” estaría implícita en el beta estimado por regresión utilizando estos datos, sin embargo, dadas las limitaciones de la información descritas anteriormente, el beta por regresión no es posible. De esta forma, el beta sectorial que usamos para estimar el beta de las empresas de telecomunicaciones en Perú deberá ser ajustado para capturar este riesgo adicional que podría estar siendo omitido.

No obstante, es preciso considerar que un inversionista actualmente puede diversificar este riesgo país, invirtiendo en empresas de diferentes países. En este sentido, el CAPM considera que el inversionista tiene un portafolio completamente

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 224 de 266
	INFORME	

diversificado⁶¹, por lo que podría invertir en acciones de empresas de varios países, reduciendo e incluso eliminando los requerimientos de compensación por riesgo país.

Por otro lado, debido a la existencia de correlaciones positivas entre los diferentes mercados financieros, una parte del riesgo país no es diversificable, y por lo tanto, un inversionista cualquiera debe ser compensado por este riesgo sistémico adicional (Damodaran, 2003). En consecuencia, no todo el riesgo país es relevante para el modelo CAPM, sino solo aquél que no es diversificable y que por su naturaleza debe estar recogido en el parámetro beta. Así, los supuestos del modelo CAPM implican realizar una precisión al beta sectorial a estimar con la finalidad de recoger el ajuste por riesgo país. Para tales efectos se ha considerado complementar el beta sectorial mediante el uso de la siguiente expresión:

$$\beta^* = \beta_T + \frac{\lambda^* \times R_{PAÍS}}{(E(r_m) - r_f)} \quad \dots (137)$$


Donde:

- β^* = Parámetro de riesgo sistémico del patrimonio.
- β_T = Beta sectorial estimada con una muestra de empresas.
- λ^* = Medida del grado del riesgo país que es diversificable.
- $R_{PAÍS}$ = Medida del riesgo país.
- $E(r_m) - r_f$ = Premio por riesgo de mercado.

El ponderador λ debe estimar el porcentaje no-diversificable del riesgo país, es decir la correlación existente entre las acciones en la economía peruana y las acciones en la economía estadounidense⁶². Por ello, este ponderador es calculado a partir de la

61. Como se observa, el portafolio de mercado en teoría debería ser un portafolio global de acciones de empresas en diferentes países. No obstante, debido a que la estimación de un portafolio de este tipo es sumamente compleja e incluso presenta serias dificultades en su cálculo, es que se utilizan los índices de acciones en EE.UU., como el S&P500.

62. En “Measuring Company Exposure to Country Risk: Theory and Practice”, Damodaran señala que “...the resulting increase in correlation across markets has resulted in a portion of country risk being non-diversifiable or market risk...”. No obstante, dicho documento se centra en analizar que la exposición al riesgo país no proviene del país donde está radicada una empresa, sino donde realiza sus operaciones de negocio. En este sentido, Damodaran reconoce que existe un porcentaje no diversificable de riesgo país; pero, como sus objetivos son distintos, asume que el riesgo país no se diversifica para estimar la prima por riesgo país. Además, Damodaran estima un parámetro también denominado λ (lambda) que mide el grado en que las empresas están expuestas al riesgo país. El lambda planteado por Damodaran es conceptualmente diferente al lambda planteado en este documento.

	DOCUMENTO	N° 065 -GPR/2007 Página 225 de 266
	INFORME	

regresión estadística propuesta por Sabal (2004), la cual relaciona el retorno del Índice General de la Bolsa de Valores de Lima (IGBVL) ajustado por tipo de cambio y el retorno del Índice S&P500 como se muestra a continuación:

$$R_{IGBVL,t} = \beta_0 + \beta_1 \cdot R_{S\&P500,t} + \varepsilon_t \quad \dots (138)$$

A partir de esta regresión, estimada por Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO), el ponderador λ es calculado de la siguiente manera:

$$\lambda = \beta_1^2 \left(\frac{\sigma_{S\&P500}}{\sigma_{IGBVL}} \right)^2 \quad \dots (139)$$

Donde β_1 es calculado a partir de la regresión, $\sigma_{S\&P500}$ es la desviación estándar de los rendimientos del S&P500, y σ_{IGBVL} es la desviación estándar de los rendimientos del IGBVL ajustados por tipo de cambio⁶³. Finalmente, dado que podrían existir ineficiencias en los mercados de acciones, se considera razonable ajustar el ponderador λ calculado a fin de corregir dichas posibles ineficiencias.


En caso los mercados sean completamente eficientes se debería esperar una estrecha relación entre el mercado de acciones peruano y el mercado de acciones de Estados Unidos, por lo que el riesgo país del Perú sería poco o nada diversificable. Esto implica que el ponderador λ debería tender a la unidad, conforme los mercados sean más eficientes. En este sentido, se considera razonable calcular un lambda ajustado (λ^*) mediante la siguiente fórmula, similar a aquella utilizada por Bloomberg y por Merrill Lynch para ajustar los betas⁶⁴.

$$\lambda^* = \frac{2}{3} \lambda + \frac{1}{3} \quad \dots (140)$$

De forma similar al hecho que un beta ajustado permite obtener una mejor estimación de largo plazo del riesgo sistémico del patrimonio de la empresa o

63. Un planteamiento similar sobre la forma de medición del riesgo diversificable y no diversificable se desarrolla en Estrada (2000).

64. Esta metodología de ajuste es ampliamente utilizada para ajustar los betas por analistas de inversiones y compañías especializadas. Una discusión sobre dicha metodología se presenta en Bodie, et al. (1996) y Sharpe, et al. (1995).

	DOCUMENTO	N° 065 -GPR/2007 Página 226 de 266
	INFORME	

industria, un lambda ajustado determina un ponderador prospectivo de largo plazo que mide el grado en que el riesgo país es no-diversificable.

7.6.6.3. Premio por Riesgo de Mercado ($E(r_m) - r_f$)


El premio por riesgo de mercado está definido como la diferencia entre la rentabilidad esperada del portafolio del mercado y la tasa libre de riesgo. Dicho de otro modo, tal prima de riesgo representa el retorno adicional, sobre la tasa libre de riesgo, que los inversionistas requieren como compensación por el riesgo al que se exponen por invertir en acciones del mercado. Es esencialmente una medida de no-adversión al riesgo por parte de los inversionistas y es un factor de mercado, más que un factor específico de la empresa.

La determinación de la prima de riesgo puede ser un problema altamente discutible en las toma de decisiones regulatorias porque esta medida de largo plazo no es directamente observable. Las herramientas disponibles pueden ser inadecuadas, puesto que derivan de un pronóstico de lo que se espera sea la prima de riesgo y podría estar basada en retornos de acciones más que en la prima que los inversionistas demanden como compensación por invertir en activos riesgosos, la cual es la prima apropiada para el propósito del CAPM.

Para estimar la prima de riesgo podemos usar estimaciones ex-post (basados en retornos históricos a la inversión) o estimaciones ex-ante (basados sólo en consideraciones de largo plazo). Cabe precisar que la tasa libre de riesgo a considerarse tiene que ser la misma en toda la ecuación del CAPM.

Por lo general, se considera como portafolio del mercado a los índices de acciones S&P500 o al Dow Jones, aunque el primero incluye a más empresas que el segundo. Algunas formas de estimar el premio por riesgo de mercado son:

- a) Historical Premium: Es uno de los métodos más utilizados, dado que se considera que la información histórica es un indicador confiable de cómo el mercado se comportará en el futuro. Existen ciertos temas a tomar en cuenta como la media (aritmética o geométrica), índices relevantes (domésticos o internacionales) y el período de tiempo.
- b) Encuesta sobre la prima de riesgo de mercado: Las encuestas son una forma de observar las expectativas de largo plazo de los agentes de mercado. Dado que la prima por riesgo es un promedio del premio que exigen los inversionistas, la

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 227 de 266
	INFORME	

metodología de encuestarlos con respecto a sus expectativas futuras sobre la prima por riesgo resulta una aproximación válida.

- c) *Benchmarking*: Puede ser realizado al seleccionar mercados internacionales y ajustando las diferencias de dichos mercados con la economía local. Estas diferencias pueden estar relacionadas con la naturaleza y tamaño de las empresas, diferencias en impuestos y niveles de riesgo país, entre otros.

7.6.7. Aplicación al caso de Telefónica del Perú

El costo promedio ponderado del capital es calculado utilizando información histórica, a fin de predecir el costo requerido por los accionistas y acreedores de la empresa en los próximos años. Esta estimación presenta las salvedades propias de un cálculo utilizando data histórica, en el cual se presume que la información pasada de una variable permite la estimación más confiable de la evolución futura de la misma. Además el WACC que se calculará será en términos nominales. A continuación se explica el cálculo práctico del costo del patrimonio y sus componentes, así como del costo de deuda para estimar el costo de oportunidad del capital.

7.6.7.1. Tasa Costo del Patrimonio

La metodología elegida para estimar el Costo del Patrimonio es el modelo CAPM, el cual tiene como componentes a la tasa libre de riesgo, una medida del riesgo sistémico del patrimonio de la empresa y una prima por riesgo de mercado. La fórmula generalmente utilizada es:

$$k_E = r_f + \beta \times (E(r_m) - r_f) \quad \dots (141)$$

A continuación se presenta el detalle de la estimación de cada uno de sus componentes:

a) Tasa Libre de Riesgo (rf)

La experiencia internacional sugiere utilizar como activo libre de riesgo a los bonos del Tesoro Norteamericano con un vencimiento a 10 años o más, debido a que la altísima liquidez de este instrumento permite una estimación confiable.

Además, se considera que los rendimientos de bonos con un vencimiento a 10 años (o más) tienen fluctuaciones menores que los rendimientos de bonos a un menor plazo, y por tanto no introducen distorsiones de corto plazo en la estimación (Pratt 2002). Asimismo, un plazo de 10 años constituye por lo general un lapso acorde con el horizonte de los planes de una empresa en marcha, y con el plazo de los flujos de caja generados por inversiones de una empresa (Koller, et al. 2005).

Para efectos de la implementación del CAPM, es necesario considerar la tasa libre de riesgo vigente a la fecha de estimación o un promedio sobre un corto período. En este estudio, se ha decidido utilizar datos semanales para calcular el promedio aritmético de los rendimientos anuales de los bonos del Tesoro Norteamericano (US Treasury Bonds) a 10 años⁶⁵ para cada año del período 1995 - 2006. Se optó por una periodicidad semanal, a fin de ser compatibles con la estimación del beta que utiliza datos semanales⁶⁶.

b) Riesgo sistémico del patrimonio de la empresa (β)

Para fines del presente estudio, se utilizan los betas apalancados de una muestra empresas de telecomunicaciones de EE.UU., que forman un subgrupo de las empresas de telecomunicaciones utilizadas por Ibbotson Associates para la industria “U.S. Telephone Communications” en el documento “Cost of Capital Yearbook” en el año 2002. La lista de empresas se muestra en el Cuadro N° 1.

Cuadro N° 52: Lista de empresas consideradas para el cálculo de beta


Código Bloomberg	Empresa	1995 a 1997	1998 a 2004	2005 a 2006
1. AT	Alltel Corp.	X	X	X
2. T	AT&T Corp.	X	X	X
3. BLS	BellSouth Corp.	X	X	X
4. Q	Qwest Communications Intl.		X	X
5. SBC	SBC Communications Inc.		X	
6. S	Sprint Nextel Corp. – FON Group		X	X
7. VZ	Verizon Communications Inc.	X	X	X

Fuente: Ibbotson Associates.

Elaboración: OSIPTEL.

65. Tasa de retorno al vencimiento (Yield-to-maturity) de los bonos del Tesoro Americano a diez años en cada semana.

66. Estimaciones realizadas utilizando data diaria presentan una mínima diferencia.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 229 de 266
	INFORME	

En su propuesta, Telefónica considera los betas de activos de empresas de Estados Unidos y de Europa para determinar los betas de activos para su cálculo del costo del patrimonio para los años 2001 al 2006. En particular, OSIPTEL considera que, si bien podría existir una alta correlación entre los mercados de EE.UU. y de Europa, el uso de empresas de Europa incorporaría un riesgo adicional por las operaciones en países europeos de dichas empresas. En este sentido, resulta más consistente restringir el análisis de betas a empresas de EE.UU., en la medida en que se utiliza el indicador del S&P500 para estimar la rentabilidad esperada del mercado.

Asimismo, OSIPTEL considera que existe una inconsistencia en la metodología empleada por Telefónica en la medida en que la empresa utilizó valores ajustados de los betas de las empresas de EE.UU. y de Europa para el período 1995 a 2005⁶⁷; mientras que para el año 2006 la empresa ha utilizado betas sin ajustar por la fórmula de ajuste empleada por Bloomberg:

$$\beta_{ajust} = \frac{2}{3} \beta_{raw} + \frac{1}{3} \quad \dots (142)$$

Donde:


β_{ajust} = beta ajustado

β_{raw} = beta sin ajustar

A continuación, una breve sinopsis sobre los mercados en los que operan las empresas utilizadas:


- Alltel Corporation, es una empresa que brinda servicios de comunicaciones inalámbricas de voz y datos, tanto a clientes individuales como empresariales. Alltel ofrece planes pre y post pago para telefonía celular, que incluye a nivel local, estatal y nacional. Así mismo la empresa tiene servicios de roaming, larga distancia. Los servicios de datos incluye mensajería de texto e imágenes, así como el download de distintas aplicaciones.
- AT&T, es una empresa de telecomunicaciones que provee servicios y productos a clientes residenciales, empresariales y gubernamentales en Estados Unidos y a nivel internacional. Sus servicios incluyen interconexión local, larga distancia,

67. En sus comentarios a la propuesta del Factor de Productividad 2004-2007, Telefónica señala que como parte de la determinación del beta sectorial, se debe estimar el beta observado de cada empresa para luego ajustarlo, empleando el ajuste de Bloomberg.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 230 de 266
	INFORME	

comunicación inalámbrica, datos, Internet, banda ancha, instalación de redes, servicios mayoristas, directorios telefónicos, publicidad y venta de equipos de telecomunicaciones. Dentro de los productos de telefonía fija, están llamadas locales, de larga distancia, caller ID, llamada en espera, buzón de voz, servicios de interconexión a otros operadores. En lo concerniente a Internet, la empresa ofrece líneas dedicadas, banda ancha, dial-up y Wifi. En telefonía inalámbrica, la empresa tiene servicios locales, de larga distancia, roaming y datos. A fines del 2006 se fusionó con Bellsouth Corporation.

- Bellsouth Corporation, es el operador incumbente para interconexión local para nueve (9) estados. A pesar de la disminución de la demanda por líneas locales, la empresa tiene más de 20 millones de líneas en servicio. A fines del 2006, fue adquirida por AT&T en un acuerdo valorado en US\$ 86 mil millones, lo que le permite convertirse en el mayor operador de telecomunicaciones a nivel de capitalización de mercado. Antes de realizada la adquisición, Bellsouth poseía el 40% de Singular Wireless (ahora AT&T Mobility), el operador N°1 en Estados Unidos, y el acuerdo permite a AT&T el completo control sobre el operador de telefonía móvil.
- Qwest Communications International Inc, es una empresa que brinda servicios de voz, data y video en Estados Unidos. Ella opera en 3 segmentos: servicios alámbricos, servicios inalámbricos y otros servicios. En el primero, la empresa ofrece servicios de voz, data, Internet y video a mercados masificados, empresariales y mayoristas. Los servicios inalámbricos incluyen llamadas de voz, mensajes a dos vías, servicios de data y servicios integrados que permiten a una persona contar con el mismo número de teléfono a nivel de celular y de residencial. Los otros servicios están enfocados en activos inmobiliarios.
- SBC Communications adquirió a AT&T en el 2005 y cambió su propio nombre a AT&T Inc. La actividad principal de aquella operadora es proporcionar servicios y productos de telecomunicaciones. Sus operaciones se dividen en cinco segmentos: el segmento Wireline proporciona servicios de red de telefonía local (servicio brindado en 13 estados) y los servicios de larga distancia (provisto a 10 millones de clientes) mensajería y servicios de Internet.
- Sprint Nextel Corporation, ofrece comunicaciones alámbricas e inalámbricas. En lo que respecta a servicios inalámbricos, la empresa es proveedora de telefonía celular y de transmisión de datos. La telefonía celular incluye servicio local y larga distancia, así como distintos servicios de voz. La transmisión de datos

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 231 de 266
	INFORME	

incluye acceso de Internet, servicios de e-mail, imágenes, entretenimiento y herramientas de navegación. También incluye los servicios de trunking. En relación a los servicios alámbricos incluye voz y data para el segmento de larga distancia.

- Verizon Communications, Inc, provee operaciones en dos segmentos: telefonía fija e inalámbrica a nivel doméstico. En el rango de telefonía fija, ofrece servicios de información y de comunicación a clientes residenciales y a pequeñas empresas. También incluye servicios de banda ancha y mayoristas. En el segmento de inalámbrico doméstico ofrece servicios de voz, data, envíos texto e imágenes,


Se puede apreciar que las empresas utilizadas, en su conjunto, presentan características similares a las que presenta Telefónica en nuestro país, como el ofrecimiento de servicios de telefonía fija alámbrica e inalámbrica, servicios de voz, de larga distancia, de datos, de Internet de banda ancha, de televisión de paga, entre otros, para clientes residenciales, empresariales y pequeñas y microempresas. Si bien algunas de las empresas mencionadas ofrecen servicios de telefonía móvil, se considera que su incorporación a la muestra de empresas contribuye en identificar adecuadamente el riesgo sistémico de los negocios de telecomunicaciones provistos por Telefónica en Perú.

Es posible obtener los betas apalancados de estas empresas de la fuente Bloomberg para el período 1995-2006, utilizando datos semanales de los últimos tres años⁶⁸. Un período histórico de tres años constituye un lapso razonable de estimación de betas⁶⁹. La frecuencia semanal en el cálculo del beta obedece a que los valores diarios ocasionalmente están afectados por especulaciones cortas que pueden durar unos pocos días y a posibles problemas de no-simultaneidad entre la negociación de la acción de una empresa y la negociación del índice S&P500⁷⁰.

68. Es decir, se utiliza data de 1993 – 1995 para obtener los betas apalancados de 1995; se utiliza data de 1994 – 1996 para obtener los betas apalancados de 1996; y así sucesivamente para obtener los betas apalancados de los años 1997 a 2006.

69. Por lo general, se utilizan estimaciones con datos históricos entre 2 y 5 años. Según Sabal (2004), un lapso de 3 años debería garantizar una confiabilidad estadística aceptable, mientras que remontarse más atrás podría contaminar los resultados con rendimientos poco representativos de la realidad actual del negocio.

70. Una discusión al respecto se presenta en: Damodaran, Aswath: “Estimating Risk Parameters”, Stern School of Business, Mimeo.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 232 de 266
	INFORME	

Estos betas son des-apalancados (la tasa impositiva utilizada para las empresas de telecomunicaciones de EE.UU se asume en 40%) y luego ponderados usando los valores de mercado de activos de cada empresa (obtenidas de Bloomberg) de la muestra para cada año del período 1998–2005, calculándose betas promedio ponderado des-apalancados para cada año.

Luego, estos betas promedio ponderado des-apalancados son re-apalancados utilizando la estructura de capital a valor de mercado de las empresas de telefonía fija en Perú y su tasa impositiva en cada año del período mencionado. Como se señaló, el cálculo del beta es modificado con la finalidad de recoger el ajuste por riesgo país, por lo que el beta sectorial es complementado mediante la siguiente expresión:

$$\beta^* = \beta_T + \frac{\lambda \times R_{PAÍS}}{(E(r_m) - r_f)} \quad \dots (143)$$


Donde:

- β^* = Parámetro de riesgo sistémico del patrimonio.
- β_T = Beta sectorial estimada con una muestra de empresas.
- λ = Medida del grado del riesgo país es no-diversificable.
- $R_{PAÍS}$ = Medida del riesgo país.
- $E(r_m) - r_f$ = Premio por riesgo de mercado.

La variable $R_{PAÍS}$ será calculada como el promedio aritmético de los datos mensuales del spread (diferencial) del rendimiento de los bonos emitidos por el Gobierno del Perú y del rendimiento de los bonos del Tesoro Norteamericano, medido a través del “EMBI+Perú” elaborado por el banco de inversión JP Morgan⁷¹, para cada año del período 1998-2006.

Si bien el indicador “EMBI+Perú” está basado en el comportamiento de la deuda externa emitida por cada país, este indicador constituye una herramienta de análisis económico utilizada ampliamente debido a su practicidad de cálculo. En este sentido, el indicador, el cual se expresa en puntos básicos (centésimas de punto porcentual), señala la diferencia que hay entre la rentabilidad de una inversión considerada sin

71. Los datos mensuales corresponden al promedio de los datos diarios del EMBI+Perú para cada mes.

	DOCUMENTO	N° 065 -GPR/2007 Página 233 de 266
	INFORME	

riesgo y la tasa que debe exigirse a las inversiones en el país al que corresponde el indicador.

Para los años 1996 y 1997, al no existir disponibilidad pública del indicador señalado, se utilizó el diferencial de rendimientos de los papeles de deuda emitidos por los gobiernos, como lo sugiere Bravo⁷². Esta metodología considera que el spread entre el rendimiento de los bonos a 10 años del Tesoro americano y el rendimiento del Bono Brady PDI del Perú es una buena alternativa para el cálculo del riesgo país.

Para el año 1995, se ha considerado como riesgo país, la información proporcionada por Telefónica en su propuesta de Factor de Productividad 2007 – 2010. Asimismo, como se mencionó previamente, el ponderado λ es determinado utilizando los parámetros de la siguiente regresión:


$$R_{IGBVL,t} = \beta_0 + \beta_1 R_{S\&P500,t} + \varepsilon_t \quad \dots (144)$$

$$\lambda = \beta_1^2 \left(\frac{\sigma_{S\&P500}}{\sigma_{IGBVL}} \right)^2 \quad \dots (145)$$

A fin de considerar la información más relevante para la estimación del porcentaje no-diversificable del riesgo país, se consideran los siguientes períodos de análisis: 1996-2000, 2001 – 2003, 2002 – 2004 y 2004-2006. Así, para calcular la regresión, se utilizan los rendimientos de los promedios mensuales del IGBVL ajustados por tipo de cambio y del S&P500 para cada período de análisis.

De otro lado, se considera que un lapso de tres años garantiza una confiabilidad estadística aceptable. Asimismo, se utilizan datos mensuales debido a que la relación entre los retornos del IGBVL ajustado por tipo de cambio y del S&P500 podría presentar un retraso en días o semanas, debido a imperfecciones en el mercado local para incorporar la información del mercado externo. Un único valor de λ estimado es

72. Bravo (2004).

	DOCUMENTO	N° 065 -GPR/2007 Página 234 de 266
	INFORME	

utilizado para cada año del período 1995-2000⁷³, otro valor de λ es estimado para el período 2001–2003, un valor de λ es calculado para el año 2004 y finalmente otro λ para los años 2005 y 2006⁷⁴.

Finalmente, como se mencionó anteriormente, el ponderador λ es ajustado para corregir posibles ineficiencias y obtener un ponderador prospectivo de largo plazo que mide el grado en que el riesgo país es no-diversificable, mediante la siguiente fórmula:

$$\lambda^* = \frac{2}{3} \lambda + \frac{1}{3} \quad \dots (146)$$

Por su parte, Telefónica considera la totalidad del riesgo país, sin diversificar como parte de su cálculo del costo del patrimonio de la empresa. OSIPTEL considera que, como lo señalan diversos autores tales como Damodaran (2003) y Sabal (2004), una parte del riesgo país es diversificable y otra parte es no-diversificable. En este sentido, de forma consistente con el supuesto de diversificación del riesgo del modelo CAPM, OSIPTEL solo incorpora la parte no-diversificable del riesgo país para calcular el costo del patrimonio.

c) Premio por Riesgo de Mercado ($E(r_m) - r_f$)

Para este cálculo, se utiliza el promedio aritmético de los rendimientos anuales del índice S&P500 desde 1928 hasta el año en cuestión del período 1995-2006. Al respecto, se requiere un horizonte largo de tiempo a fin de determinar un promedio

73. Para el año 1995, se ha considerado como ponderador λ al valor obtenido de la regresión para el período 1996-2000. Se ha supuesto que la información del año 1995 para el IGBVL está afectada aún por la reinserción del país a los mercados financieros internacionales, por lo que dicha información no permite una adecuada determinación del grado de diversificación del riesgo país

74. Los resultados de las regresiones estimadas son (errores estándar entre paréntesis):

2004 – 2006:

$$R_{IGBVL,t} = 4.1136 + 1.0516.R_{S\&P500,t} + et \quad R^2 = 0.2465 \quad F = 11.12 \quad \text{Observac.} = 36$$

(1.102) (0.315)

2002 – 2004:

$$R_{IGBVL,t} = 3.3258 + 0.8443.R_{S\&P500,t} - 2.1458.Dummy_t + et \quad R^2 = 0.3241 \quad F = 7.91 \quad \text{Observac.} = 36$$

(0.809) (0.212) (4.890)

2001 – 2003:

$$R_{IGBVL,t} = 0.0222 + 0.5161.R_{S\&P500,t} + et \quad R^2 = 0.2407 \quad F = 10.78 \quad \text{Observac.} = 36$$

(0.007) (0.1572)

1996 – 2000:

$$R_{IGBVL,t} = -1.531 + 0.7329.R_{S\&P500,t} + et \quad R^2 = 0.1701 \quad F = 11.96 \quad \text{Observac.} = 36$$

(0.798) (0.2118)

razonable del retorno del mercado, por lo que se ha considerado analizar un horizonte de 67 a 78 años⁷⁵. Debido a que los datos en frecuencia anual son relativamente fáciles de obtener y provienen de fuentes confiables, se ha optado por realizar el análisis del retorno del mercado con esta frecuencia, descartando el uso de frecuencias mayores.

Cabe señalar que al utilizar un período largo en la estimación se considera una mayor cantidad de eventos que en un período corto, e incluso incorpora la posibilidad de sucesos extraordinarios (por ejemplo, guerras, depresiones económicas, inflaciones elevadas, etc.). Por ello, si se considerase un período corto para la estimación del rendimiento del portafolio de mercado, es probable que la estimación realizada subestime o sobreestime la rentabilidad esperada promedio de dicho portafolio en los próximos años.

d) Cálculo del Costo del Patrimonio

Utilizando la información calculada para las variables mencionadas previamente, el Costo del Patrimonio para Telefónica se resume por componentes en el Cuadro siguiente.


Cuadro N° 53: Tasa Costo del Patrimonio
(tasas porcentuales anuales en US\$, salvo los betas y lambda)

Concepto	Tasa libre de riesgo (r_f)	Beta (b)	Lambda (λ)	Riesgo país (RPAÍS)	Beta ajustado (b^*)	Prima de mercado ($E(r_m) - r_f$)	Costo del Patrimonio (k_E)
1995	6.59%	0.76	0.45	4.47%	1.14	5.29%	12.61%
1996	6.42%	0.89	0.45	4.49%	1.25	5.63%	13.45%
1997	6.34%	0.91	0.45	4.43%	1.24	6.00%	13.78%
1998	5.26%	0.94	0.45	6.52%	1.34	7.30%	15.02%
1999	5.63%	0.92	0.45	6.02%	1.3	7.04%	14.81%
2000	6.00%	1.08	0.45	5.68%	1.47	6.38%	15.40%
2001	5.01%	1.39	0.49	6.51%	1.85	7.05%	18.02%
2002	4.59%	1.26	0.49	6.14%	1.69	7.01%	16.47%
2003	3.99%	0.88	0.49	4.29%	1.15	7.83%	12.97%
2004	4.26%	1.15	0.55	3.50%	1.4	7.55%	14.84%
2005	4.28%	1.18	0.5	2.00%	1.32	7.43%	14.08%
2006	4.79%	1.26	0.5	1.59%	1.37	6.98%	14.34%

Fuente: BCRP, Bloomberg y Damodaran On-line.

Elaboración: OSIPTEL.

75. Datos obtenidos de Damodaran on-line: www.stern.nyu.edu/~adamodar/

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 236 de 266
	INFORME	

7.6.7.2. Costo de la Deuda


El Costo de Deuda para las empresas de telecomunicaciones en Perú es usualmente estimado a partir de la tasa de interés de sus propias emisiones de instrumentos financieros. No obstante, en la medida en que la frecuencia de dichas emisiones no es alta y que el plazo de dichas emisiones es por lo general de unos pocos años, el costo de deuda es calculado utilizando la información de la “Encuesta de Matriz de Tasas de Interés por Madurez y Categoría de Riesgo” realizada por la Superintendencia de Banca, Seguros y AFPS del Perú (SBS) para los años 2000 al 2004.

Dicha encuesta se realiza a la mayoría de las empresas participantes del mercado de capitales nacional, siendo el requerimiento solicitado: ¿Cuál es la tasa de interés (de descuento) de mercado por plazo y por categoría de riesgo en dólares de los Estados Unidos de América?⁷⁶. Considerando que Telefónica forma parte de un grupo multinacional de telecomunicaciones y que dicho grupo cuenta con una adecuada solvencia financiera, es posible utilizar la información de tasas de interés para la categoría de riesgo AAA. Asimismo, dado que se debe considerar como costo de deuda una tasa de deuda de largo plazo, se consideran las tasas de interés para emisiones con una madurez de 5 a 10 años.

En este sentido, se ha computado el costo de deuda para cada año del período 2001-2004 como la media aritmética de las tasas de interés promedio en dólares reportadas cada mes para emisiones con categoría de riesgo AAA y una madurez de 5 a 10 años.

En el caso del año 2005, no se dispone de información de la “Encuesta de Matriz de Tasas de Interés por Madurez y Categoría de Riesgo” debido a que la SBS sólo ha publicado información de esta encuesta hasta agosto de 2005. Sin embargo, se cuenta con información de una emisión de notas realizada por Telefónica en dicho año. En este sentido, para el costo de deuda del año 2005, se ha considerado la tasa de interés efectiva anual de las emisiones por oferta privada de notas realizada por Telefónica en octubre del año 2005, por un monto ascendente a S/. 754 millones, con vencimiento en abril de 2016 y una tasa interna anual de 8.16%.

76. La encuesta busca proveer información relevante que sirva como insumo para la valorización y negociación secundaria de instrumentos de renta fija. Actualmente participan todos los bancos, AFPs, compañías de seguros y fondos mutuos. La información de la encuesta se encuentra disponible en la página web de la Superintendencia de Banca y Seguros del Perú.

	DOCUMENTO	N° 065 -GPR/2007 Página 237 de 266
	INFORME	

Para estimar el costo de deuda de la empresa para el año 2006, se utilizó información proporcionada por la SBS respecto a las tasas de rendimiento empleadas entre agosto y diciembre del año 2006 para la valorización de las notas mencionadas, emitidas por Telefónica en octubre de 2005 con vencimiento en abril de 2016.

**Cuadro N° 54: Tasa Costo de Deuda
(tasas porcentuales anuales en US\$ y en S/.)**

Concepto	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Tasa en US\$	6.36%	6.46%	7.25%	7.52%	8.25%	8.50%	8.86%	8.91%	8.09%	7.45%		
Tasa en S/.											8.16%	7.13%

Para los años 1995 a , 1999 y 2000 se utilizó el dato provisto por TELEFÓNICA en la primera aplicación del Factor de Productividad.

Fuente: Superintendencia de Banca y Seguros del Perú y Telefónica del Perú S.A.A.

Elaboración: OSIPTTEL.


Por su parte, Telefónica ha presentado en su propuesta un costo de deuda igual al promedio del rendimiento diario del bono soberano Global 15. Al respecto, OSIPTTEL considera que el costo de deuda de Telefónica puede ser inferior que el rendimiento del bono soberano Global 15, sobre todo considerando que dicha empresa forma parte de un grupo económico multinacional con adecuada solvencia financiera. En este sentido, es probable que el riesgo crediticio de Telefónica sea menor que el riesgo crediticio del Gobierno del Perú, por lo que el costo de deuda de la empresa también será menor. Por ello, resulta más apropiado utilizar la información reportada por la propia empresa como costo de deuda en la determinación del Factor de Productividad 2001-2004, la información obtenida de la SBS y los datos de la emisión realizada por Telefónica en el año 2005.

7.6.7.3. Estructura de Financiamiento y Tasa Impositiva

A fin de determinar el valor de mercado del Patrimonio de Telefónica para cada año del período 1995–2006, se utiliza la información disponible en las Memorias Anuales de la empresa. En dichas Memorias, existe información sobre la capitalización bursátil de Telefónica o puede ser calculada con los datos del número de acciones emitidas y la cotización del cierre de las mismas a diciembre de cada año.

De otro lado, el valor de mercado de la deuda de Telefónica resulta difícil de estimar debido a la poca negociación de los papeles comerciales y/o bonos de las empresas en el mercado secundario peruano. Es por ello que se opta por utilizar el valor contable de la deuda neta⁷⁷ de la empresa.

77. Deuda Financiera ajustada por Caja y bancos y Fondos fideicometidos.

	DOCUMENTO	N° 065 -GPR/2007 Página 238 de 266
	INFORME	

Esta estimación resulta razonable considerando que el riesgo crediticio de Telefónica no ha cambiado desde que se endeudó con los préstamos y bonos que conforman la deuda de la empresa.

Cuadro N° 55: Estructura de financiamiento de Telefónica (en porcentajes)

Concepto	1995(1)	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Deuda Financiera Neta (a)	0.0%	10.5%	14.9%	28.6%	33.4%	49.3%	70.7%	66.2%	39.6%	39.9%	41.0%	45.0%
Patrimonio a Valor de Mercado(2) (b)	100.0%	89.5%	85.1%	71.4%	66.6%	50.7%	29.3%	33.8%	60.4%	60.1%	59.0%	55.0%
Ratio (a) / (b)	0	0.12	0.17	0.4	0.5	0.97	2.41	1.96	0.66	0.66	0.7	0.82

Notas:

(1) En el año 1995, el rubro Caja y bancos es superior a la Deuda financiera de la empresa, por lo que se asume que la Deuda Financiera Neta es igual a cero.

(2) El patrimonio a valor de mercado fue calculado utilizando la información de capitalización bursátil y el tipo de cambio nominal interbancario promedio para diciembre de cada año publicado por el Banco Central de Reserva del Perú.

Fuente: Memorias de Telefónica del Perú de los años 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005 y 2006, y Banco Central de Reserva del Perú.

Elaboración: OSIPTEL.


En su propuesta, Telefónica critica la estimación del valor de mercado del patrimonio a través de la cotización de las acciones de dicha empresa, debido a la supuesta poca liquidez de la acción.

Al respecto, es preciso destacar que OSIPTEL utiliza información de capitalización bursátil reportada por Telefónica en sus Memorias a la Comisión Nacional Supervisora de Empresas y Valores (CONASEV) y publicadas por la empresa en su página web, a fin de calcular el valor de mercado del patrimonio para cada año del período de análisis 1995 a 2006 (excepto para el año 2003).

En dicho año, OSIPTEL determinó el valor de mercado del patrimonio, a partir de las cotizaciones de las acciones de Telefónica en la Bolsa de Valores de Lima y el número de acciones señalados por la empresa en su Memoria del año 2003, reportada a CONASEV y publicada en su página web también.

Asimismo, en su propuesta, Telefónica deduce las cuentas por cobrar a Telefónica Móviles en la determinación del valor de la deuda para los años 2000 a 2003⁷⁸. Sobre el particular, OSIPTEL considera que no existe sustento para asumir que las cuentas por cobrar a Telefónica Móviles constituyen fondos disponibles que puedan ser deducidos del total de la Deuda Financiera. La empresa Telefónica Móviles

78. Para el año 2000, Telefónica excluye el patrimonio de Telefónica Móviles en su análisis.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 239 de 266
	INFORME	

constituye una empresa diferente a Telefónica, por lo que siguiendo criterios conservadores de administración y control del riesgo crediticio, no es posible otorgar el mismo tratamiento a las cuentas por cobrar a Telefónica Móviles que a los fondos disponibles, pese a que esta última sea una empresa vinculada a Telefónica.

Por otro lado, la tasa impositiva a ser utilizada para Telefónica asciende a 37%. Esta tasa corresponde a la tasa del Impuesto a la Renta (30%) y a la tasa de Participación de los Trabajadores (10%) y se calcula de la siguiente manera:

$$(1 - \text{Imp.a la Renta}) \times (1 - \text{Part. Trabaj.}) = (1 - 0.30) \times (1 - 0.1) = 1 - 0.37 = 0.63 \dots \text{(147)}$$

7.6.7.4. Variación Esperada del Tipo de Cambio

El costo de oportunidad del capital necesita ser expresado en moneda nacional debido a que los stocks de capital se encuentran en dicha denominación. En este sentido, se requiere determinar la variación esperada del tipo de cambio Nuevo sol por US\$ para cada año del período de análisis, a fin de calcular el costo promedio ponderado del capital en nuevos soles.

En el caso del período 1995 - 2003, se ha considerado las metodologías utilizadas para determinar la variación esperada del tipo de cambio en los procesos de determinación del Factor de Productividad para los años 2001-2004 y del Factor de Productividad para los años 2004-2007. Así, a fin de calcular las variaciones anuales del tipo de cambio, se ha utilizado el tipo de cambio promedio compra-venta determinado por la Superintendencia de Banca, Seguros y AFPs, y publicado en su página web para cada mes y año del período de análisis.

Asimismo, se ha incorporado el ajuste de las variaciones anuales del tipo de cambio para los años 1998 y 1999, teniendo en cuenta una devaluación anual promedio de 3.3% para estos dos años, que se estima promediando las tasas de devaluación de los tres años anteriores (1995-1997) y los cuatro posteriores (2000-2003).

En el caso del período 2004-2006, se ha utilizado una metodología de medias móviles, a fin de estimar más adecuadamente la tendencia de la variación esperada del tipo de cambio. Esta aproximación supone que algunos agentes se comportan tanto bajo expectativas racionales y otros bajo expectativas adaptativas. De esta manera, para estos años la serie de devaluación esperada se construyó sobre la base de una serie mensual de tipo de cambio bajo la siguiente fórmula:

$$\Delta e_{\text{año}} = \frac{1}{12} \left(\sum_{t=1}^{t=12} \Delta e_t^{mv} \right) \quad \dots (148)$$

Donde:

$$\Delta e_t^{mv} = \frac{1}{12} \left(\sum_{i=1}^6 \Delta e_{t-i} + \sum_{i=1}^6 \Delta e_{t+i} \right)$$

Δe_t es la devaluación en el mes t respecto del mismo mes en el año anterior.

Es fácil probar que bajo esta construcción la devaluación esperada del año viene a ser un promedio ponderado centrado de las devaluaciones anuales en la serie mensual. Para este cálculo, se utilizó el promedio de los tipos de cambio interbancarios de compra y venta publicado por el Banco Central de Reserva del Perú.

A partir de estos datos, se determinó la variación porcentual anual del tipo de cambio para cada mes del período 2004-2006 (Δe_t), y luego se estimó Δe_t^{mv} la variación esperada del tipo de cambio para el mes t a partir de la media de la variación anual del tipo de cambio en los seis meses anteriores y en los seis meses posteriores.

Finalmente, se calculó $\Delta e_{\text{año}}^m$ como el promedio de los valores Δe_t^m en todo el año. La variación del tipo de cambio utilizada para cada año del período de análisis se presenta en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 56: Variación Esperada del Tipo de Cambio

Concepto	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Variación Esperada	2.64%	8.88%	8.63%	3.29%	3.29%	3.16%	0.53%	0.28%	-1.08%	-2.49%	-2.95%	-0.80%

Fuente: Superintendencia de Banca, Seguros y AFPs y Banco Central de Reserva del Perú.
Elaboración: OSIPTTEL

7.6.7.5. Costo Promedio Ponderado del Capital

El Costo Promedio Ponderado del Capital (WACC) es estimado en forma nominal y en nuevos soles.

Cuadro N° 57: Tasa Costo del Capital (tasas porcentuales en US\$)

Concepto	Costo Patrimonio	Costo de Deuda	Tasa Impositiva	D/ (D+E)	E/ (D+E)	WACC después impuestos en US\$	WACC después impuestos en S/.
1995	12.61%	6.36%	0.37	0.00	1.00	12.61%	15.59%
1996	13.45%	6.46%	0.37	0.11	0.89	12.47%	22.46%
1997	13.78%	7.25%	0.37	0.15	0.85	12.41%	22.11%
1998	15.02%	7.52%	0.37	0.29	0.71	12.08%	15.77%
1999	14.81%	8.25%	0.37	0.33	0.67	11.60%	15.28%
2000	15.40%	8.50%	0.37	0.49	0.51	10.45%	13.94%
2001	18.02%	8.86%	0.37	0.71	0.29	9.23%	9.81%
2002	16.47%	8.91%	0.37	0.66	0.34	9.28%	9.58%
2003	12.97%	8.09%	0.37	0.40	0.60	9.85%	8.66%
2004	14.84%	7.45%	0.37	0.40	0.60	10.80%	8.04%
2005	14.08%	11.45%	0.37	0.41	0.59	11.27%	7.98%
2006	14.34%	8.00%	0.37	0.45	0.55	10.15%	9.27%

Elaboración: OSIPTEL.

Por otro lado, como parte de su propuesta, Telefónica ha presentado un costo promedio ponderado del capital que presenta un error de cálculo en la determinación de la tasa costo del capital en nuevos soles.

En su propuesta, la empresa señala que el costo del capital en dólares de los EE.UU. debe ser ajustado exógenamente por la devaluación de la moneda local respecto del dólar de los EE.UU., a fin de determinar el costo de capital en nuevos soles. En particular, la propuesta de la empresa señala que debe utilizarse la fórmula:

$$r_{soles} = \{ [1 + (W_D * k_D * (1-t) + W_E * k_E)] * (1+d) \} - 1 \quad \dots (149)$$

Donde:

r_{soles} = costo del capital después de impuestos en nuevos soles.

d = devaluación observada de la moneda local respecto del dólar de los EE.UU.

W_D = ponderación de la deuda en la estructura de capital.

k_D = costo de la deuda.

t = tasa impositiva efectiva para la empresa.

W_E = ponderación del capital accionario en la estructura de capital.

k_E = costo del capital accionario.

Sin embargo, la propuesta de la empresa realiza el cálculo del costo de capital en nuevos soles mediante la siguiente fórmula:

$$r_{soles} = \{1 + (W_D * k_D * (1-t) + W_E * k_E) * (1 + d)\} - 1 \quad \dots (150)$$

**Cuadro N° 58: Tasa Costo del Capital según Telefónica
(tasas porcentuales en US\$ y en nuevos soles)**

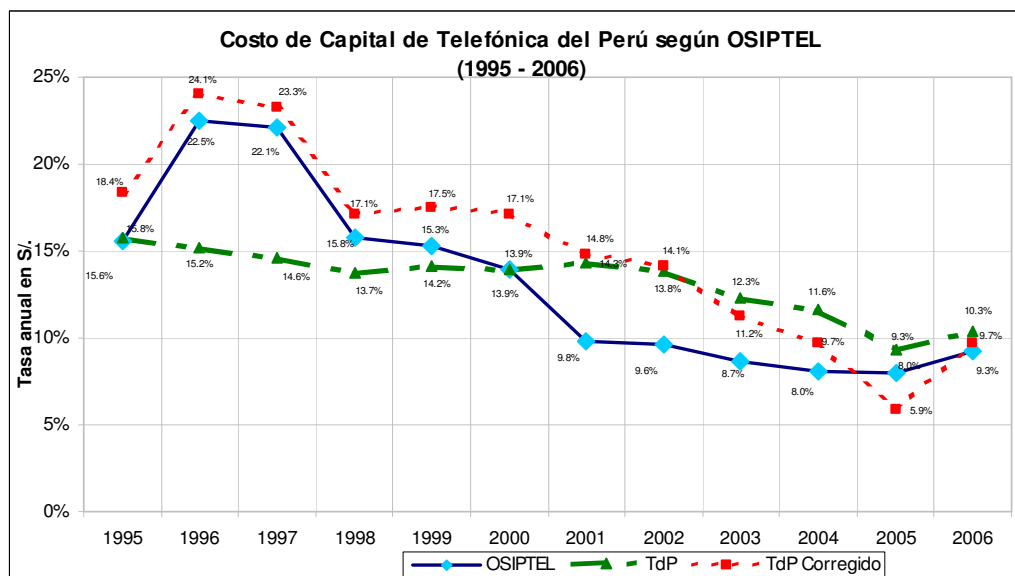
Concepto	WACC según Telefónica en US\$	WACC según Telefónica en S/. (presentado)	WACC según Telefónica en S/. (corregido)
1995	15.40%	15.80%	18.40%
1996	13.90%	15.20%	24.10%
1997	13.50%	14.60%	23.30%
1998	13.30%	13.70%	17.10%
1999	13.70%	14.20%	17.50%
2000	13.50%	13.90%	17.10%
2001	14.20%	14.30%	14.80%
2002	13.80%	13.80%	14.10%
2003	12.40%	12.30%	11.20%
2004	11.80%	11.60%	9.70%
2005	9.60%	9.30%	5.90%
2006	10.40%	10.30%	9.70%

Elaboración: OSIPTEL


Si se corrige el error detectado y se utiliza la misma metodología propuesta por Telefónica, así como los supuestos empleados por la empresa, es posible obtener un costo promedio ponderado del capital en nuevos soles diferente de aquél utilizado por Telefónica en su propuesta, tal como se muestra en el Cuadro N° 58.

El costo promedio ponderado del capital presentado por Telefónica y corregido por el error señalado es superior al costo promedio ponderado del capital determinado por OSIPTEL en todo el período de análisis, excepto en el año 2005. En dicho año, la metodología de la empresa considera una apreciación del tipo de cambio superior a la utilizada por OSIPTEL, por lo que el costo del capital de la empresa disminuye significativamente.

Gráfico Nº 22
Evolución del Costo de Capital



Fuente: Telefónica del Perú S.A.A., y estimaciones de OSIPTEL.
Elaboración: OSIPTEL


	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 244 de 266
	INFORME	

8. CONCLUSIONES


- El mercado de telefonía fija en el Perú ha registrado un desempeño favorable durante los últimos años. Este desarrollo se ve reflejado en aspectos como el crecimiento de la penetración y acceso, la reducción en las rentas y tarifas de distintos planes de consumo, las perspectivas de inversión, la introducción de planes de consumo con mejores características y la reducción del número agregado de estos planes. Entre los factores que explican esta evolución puede señalarse la expansión de la economía, las modificaciones en el instructivo de tarifas y la reciente negociación entre el Estado y la empresa concesionaria.

Sin embargo, las características del servicio, en especial lo referente a la alta concentración de la provisión del mismo y la existencia de una red con características de subaditividad de costos, hacen relevante la continua evaluación por parte de la autoridad regulatoria, en particular en lo referente al costo social de la competencia imperfecta. En esta perspectiva, las tarifas del operador dominante están sujetas a un esquema de regulación.

- Las tarifas del servicio de telefonía fija han presentado una evolución favorable, sobre todo durante los últimos trimestres como consecuencia de las modificaciones en el instructivo de tarifas que focalizó la aplicación del factor de productividad en los elementos tarifarios que mayor impacto tienen en el bienestar de los usuarios, tales como la renta mensual y la tarifa por minuto de comunicación adicional.
- También hubo mejoras en aspectos como la reducción del número de planes de consumo y la introducción planes con tasación al segundo y sin cargo de establecimiento de llamada, aspectos que refuerzan la generación de mayores beneficios para los usuarios.
- Los Contratos de Concesión de los que es titular la empresa Telefónica, determinan que el régimen regulatorio aplicable al servicio de telefonía fija corresponde a un esquema de precios tope. De acuerdo al enfoque regulatorio que subyace a este esquema de incentivos, se prioriza el objetivo de eficiencia productiva dentro del conjunto de objetivos deseables. Asimismo, el esquema permite alcanzar la eficiencia asignativa en un horizonte de tiempo lo suficientemente largo.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 245 de 266
	INFORME	

- Aún cuando la implementación del esquema de precios tope es una regulación de precios y no de beneficios, en la práctica regulatoria se han introducido factores de ajuste. En el caso peruano, la reciente publicación de los Lineamientos plantea la posibilidad de introducir un factor de ajuste para corregir problemas derivados de una evolución específica de los componentes cambio técnico y precios de insumos. Para fines de la presente revisión del factor de productividad, sin embargo, se ha descartado la posibilidad de incluir un factor de ajuste adicional. Al respecto, la consideración de un factor de ajuste puede introducir un efecto amplificador a lo largo del ciclo económico debido a que los beneficios deben estar correlacionados con la productividad. Es decir, el ajuste sería hacia un factor más alto en épocas de expansión y más bajo en épocas de contracción.
- Desde una perspectiva de bienestar puede ser más favorable tener un factor que asegure a los usuarios con factores más altos en épocas de contracción y provea a la empresa regulada de incentivos más fuertes para la reducción de costos. Por ende, la consideración de un factor de ajuste de carácter extraordinario permite una implementación del factor de productividad más consistente con la filosofía del esquema de precios tope, disminuye el efecto negativo del ciclo económico en la incertidumbre del usuario y en los incentivos para reducir costos de la empresa regulada. Asimismo, el esquema, adecuadamente manejado, permite una mayor predictibilidad para la empresa regulada.
- La revisión de la experiencia internacional indica que las diferencias en tasas de crecimiento de productividad sectorial y productividad de la economía siguen patrones muy distintos dependiendo de la industria que se analice. Los hechos estilizados nos permiten inferir que los sectores que se asocian con actividades primarias son aquellos que presentan las mayores diferencias, probablemente asociados a shocks de oferta. El sector comunicaciones presenta en diversos países diferencias positivas por más de una década, lo cual refleja en gran medida las extraordinarias mejoras tecnológicas de las cuales este sector ha sido objeto.
- Acorde con lo precisado en los principios metodológicos y lo indicado en los Lineamientos, el presente informe adoptó como criterio fundamental la consistencia entre las mediciones de productividad desarrolladas para la empresa regulada y para la economía, en específico, consistencia respecto de los enfoques y metodologías de medición implementadas, y consistencia respecto del número de años considerados.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 246 de 266
	INFORME	

- Sobre el primer punto, como resultado de la revisión de los diversos enfoques de medición de la productividad, así como de las diversas metodologías que podrían ser implementadas para realizar dichas estimaciones, el presente informe, consistente con lo precisado en los principios metodológicos y lo precisado en los Lineamientos, considera la implementación de un enfoque primal con estimaciones basadas en la metodología de números índices.
- Sobre el segundo punto, con el objetivo de alcanzar mediciones más robustas, en particular respecto de las mediciones de productividad para la economía, el regulador ha considerado la totalidad de la información disponible, con lo cual el período de medición corresponde al periodo 1995-2006 (12 años de información y 11 años de variaciones).
- Asimismo, en las mediciones realizadas se han considerado las mejores prácticas. Específicamente, la medición del stock de capital de la economía por el método de inventarios perpetuos considera relaciones de largo plazo; el precio de renta del capital se basa en la fórmula de Hall-Jorgenson y tanto el salario real como el empleo se calculan de manera consistente con la información del INEI.
- Respecto de las estimaciones para la productividad de la empresa se calculan índices de cantidades de producción, desarrollo que considera la información sobre ingresos y volúmenes de producción física de las diversas líneas de negocio provistas por la empresa hasta el año 2006, resultados que varía año a año de acuerdo con la evolución y desarrollo del sector y los cambios en la estructura de los servicios provistos por la empresa.
- Respecto del uso de insumos de la empresa, se estima un índice de cantidades de insumos de producción tomando como referencia los índices de cantidades de los insumos trabajo, materiales, suministros y servicios y las nueve categorías del activo fijo consideradas.
- Para el procedimiento de agregación tanto de la economía como de la empresa regulada se utiliza el índice superlativo de Fisher.
- Por su parte, la fórmula del factor de productividad considera la interacción de cuatro tasas de crecimiento. En un primer elemento, se considera la diferencia en las tasas de cambio de las productividades entre la empresa y la economía. En un segundo componente, se considera la diferencia en las tasas de crecimiento de los precios de los insumos entre la economía y la empresa. En particular, los

componentes estándar del esquema de precios tope capturan las ganancias de productividad de la empresa regulada vía la reducción de costos de insumos y cambios técnicos.


- Acorde con los objetivos planteados, el presente documento determina y sustenta el factor de productividad que será aplicado dentro del régimen de precios tope aplicable a los servicios de telefonía fija durante el período septiembre de 2007-agosto de 2010.

**Cuadro N° 59: Factor de Productividad
septiembre de 2007-agosto de 2010.**

Concepto	Periodo 1996-2006
Precio de los Insumos (TdP)	2.455%
Precio de los Insumos (Eco)	5.976%
TFP (TdP)	5.713%
TFP (Eco)	1.006%
Factor X (2007-2010)	8.23%

Elaboración: OSIPTEL

- En términos de resultados, durante el período 1995-2006 el producto de Telefónica creció a una tasa anual de 10.00%, mientras que los insumos lo hicieron a una tasa del 4.29%. Dichos resultados conducen a un crecimiento medio anual de la productividad del 5.713%.
- Respecto de la tasa de crecimiento de la TPF para la economía el regulador decidió desestimar la propuesta de estimación de la productividad de la economía desarrollada por la empresa, y consideró la realización de un modelo basado en el enfoque primal, el uso de la metodología de números índices y la consideración del mismo período de medición.
- Al respecto, se consideran relevantes las especificaciones realizadas por Chang-Tai-Hsieh (2006) en el sentido que la realización de estimaciones econométricas adolece de dos problemas fundamentales: problema de variable omitida y sesgo de selección (Olley y Pakes; 1996). El uso de la metodología de números índices es además consistente con la metodología desarrollada para la empresa.
- Dado que no existe información en las cuentas nacionales para el año 2006, con el objetivo de mantener la consistencia con las estimaciones realizadas para la empresa regulada (período 1996 - 2006), se ha considerado que para el año 2006

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 248 de 266
	INFORME	


la productividad total de factores tanto primal como dual es equivalente al promedio simple de los últimos tres años. Dicho supuesto resulta razonable e incluso conservador dada la tendencia de la TFP observada en los últimos años y la tasa de crecimiento del PBI del año 2006.

- Sobre la base de todas las consideraciones referidas, se calculó que el cambio en la TFP de la economía para dicho periodo es igual a 1.006%, observándose un incremento significativo (en magnitud) y sostenido en los últimos años. Esto implica una contribución razonable del crecimiento de la productividad en el crecimiento del producto y es un resultado verosímil dada la evolución reciente de la economía peruana.

- La tasa de crecimiento de los precios de los insumos de la economía se calcula como la suma de la estimación dual de la tasa de cambio de la TFP de la economía (valor promedio de 1.06) y la inflación de los precios de la economía (valor promedio de 4.92). Para tales efectos, se estimó el indicador de inflación de la economía utilizando el deflactor del PBI. Los resultados sugieren una tasa de inflación promedio de los precios de los insumos de la economía de 5.976%.

- Cabe mencionar que nuestros resultados generan buenos predictores de la evolución de cada uno de los componentes de la tasa de cambio de la TFP en el período 2007-2010. En particular, las estimaciones implican que la diferencia de la tasa de crecimiento de los precios de los insumos será de 3.52%, es decir, se espera una reducción de costos de insumos en el sector de telecomunicaciones en relación a la economía en su conjunto.

- Asimismo, teniendo en cuenta que el sector telecomunicaciones es intensivo en investigación y desarrollo, es natural esperar que la tasa de cambio de la TFP de la empresa sea mayor al crecimiento observado en la productividad de la economía, que de acuerdo a los cálculos realizados genera un diferencial de 4.70% a favor de la empresa.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 249 de 266
	INFORME	

9. BIBLIOGRAFÍA

Abramovitz, M. (1956) "Resource and Output Trends in the United States Since 1879". *American Economic Review*, 46(2), pp 5-23.

Akerberg, D. A. y K. Caves (2003) "Structural Identification of Production Functions". University of California, Los Angeles. Mimeo. Véase el siguiente enlace: <ftp://ftp.cemfi.es/pdf/papers/wshop/prodfunct3.pdf>

Akerberg, D., K. Caves y G. Frazer (2005) "Structural Identification of Production Functions". Univ. of Arizona / UCLA / Rotman School of Business, Toronto. Mimeo. Véase el siguiente enlace: <http://www.colorado.edu/Economics/seminars/akerberg.pdf>

Akerlof, G. (1970) "The Market for "Lemons": Quality Uncertainty and the Market Mechanism". *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 84, No. 3. pp. 488-500.

Aigner, D., C. Lovell y P. Schmidt (1977) "Formulation and Estimation of Stochastic Production Frontier Production Function Models". *Journal of Econometrics* 6, pp. 21-37.

Alania, R. (2006) "Empresa Modelo Eficiente". OSIPTEL. Mimeo.

Antonelli, C. (1996) "The Network of Networks: Localized Technological Change in Telecommunications and Productivity Growth". *Information Economics and Policy* 8, pp. 317-335.


Antras, P.; y H. Voth. (2003). "Factor Prices and Productivity Growth during the British Industrial Revolution". *Explorations in Economic History* 38, pp 52-77.

Armstrong, M., S. Cowan y J. Vickers (1994) "Regulatory Reform: Economic Analysis and British Experience". MIT Press, pp 406.

Armstrong, M. y D. Sappington (2003) "Recent Developments in the Theory of Regulation" en M. Armstrong y R. Porter (editores): *Handbook of Industrial Organization*, Volume III (*en imprenta*).

Arrow, K. (1962) "The Economic Implications of Learning by Doing". *The Review of Economic Studies*, Vol. 29, No. 3, pp. 155-173.

Athanassopoulos, A y D. Andrioti (1995) "Application Of Data Envelopment Analysis In Telecommunications - The Case Of The Hellenic Telecommunications Organization". 2nd meeting of the international working group on environment, location decisions and regional planning. Mimeo.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 250 de 266
	INFORME	

Athanassopoulos, A. y D. Giokas (1995) “Frontier Analysis Methods For Assessing The Corporate Performance Of The Telecommunications Monopoly In Greece Over The Period 1971-1993”. 3rd Balkan Operations Research Conference, MIMEO.

Athanassopoulos, A. y D. Giokas (1997) “Assessing Technical Efficiency and Returns to Scale in State Owned Enterprises: the Hellenic Telecommunications Organization”. *Journal of Operations Research*.

Athanassopoulos, A. y D. Giokas (1998) “Technical efficiency and economies of scale in state owned enterprises: The Hellenic telecommunications organization”. *European Journal of Operations Research* 107 (1), pp. 62-75.

Atkinson, A., R. Banker, R. Kaplan y S. Young (1995) “Management Accounting”. Prentice Hall. Englewood Cliffs, NJ.

Averch, H. y L. Johnson (1962) “Behavior of the Firm Under Regulatory Constraint”. *American Economic Review*, Vol 52, Nº 5, pp 1053 – 1069.

Baldwin, J., T. Harchaoui, J. Hosein y J. Maynard (2001) “Productivity: Concepts and Trends” en Baldwin, J., D. Beckstead, N. Dhaliwal, R. Durand, V. Gaudreault, T. M. Harchaoui, J. Hosein, M. Kaci y J. Maynard (editores): *Productivity Growth in Canada*, Statistics Canada Catalogue No. 15-2004-XPE.


Banker, R., Chang, H. y S. Majumdar (1996) “Profitability, productivity and price recovery patterns in the US telecommunications industry”. *Review Of Industrial Organization* 11, pp. 1-17.

Baron, D. y R. Myerson (1982) "Regulating a Monopoly with Unknown Costs", *Econometrica*, pp, 911-930.

Barro, R.(1999) “Notes on Growth Accounting”. *Journal of Economic Growth*, 4(2), pp. 119–137.

Basu, S. y J. Fernald (2000) “Why is Productivity Procyclical? Why do we Care?”. NBER Working Paper Series No 7940.

Baumol, W. y Bradford (1970) “Optimal Departures from Marginal Cost Pricing”. *American Economic Review*.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 251 de 266
	INFORME	

Baumol, W., J. Panzar y R. Willig (1982) “Contestable Markets and The Theory of Industry Structure”. HBJ.

Beesley, M. y S. Littlechild (1989) “The Regulation of Privatized Monopolies in the United Kingdom”. RAND Journal of Economics, Vol. 20, No. 4, pp. 54-72.

Bergoeing, R., P. Kehoe, R. Soto y T. Kehoe (2002) “Decades Lost and Found: Chile and Mexico in the 1980s and 1990s”. Federal Reserve Bank of Minneapolis Quarterly Review, 26(1), pp. 3–30.

Bernstein, L. (1996) “Análisis de Estados Financieros: Teoría, Aplicación e Interpretación”. Irwin. Quinta Edición.

Bernstein, J. y D. Sappington (1999) “Setting the X Factor in Price Cap Regulation Plans”. Journal of Regulatory Economics. Vol. 16, pp, 5-25.

Bernstein, J. y C. Zarkadas (2004) “Measurement of TFP Growth for US Telecommunications” en R. Cooper y G. Madden (editores): *Frontiers of Broadband, Electronic, and Mobile Commerce*. Heidelberg. Physica-Verlag, pp. 87-109.

Biglaiser, G. y M. Riordan (2000) “Dynamics of Price Regulation. RAND Journal of Economics”. Vol 31, No. 4, pp 744–767.

Bodie, Z. y R. Merton (1994) “Finanzas”. Prentice Hall. Primera Edición.


Bodie, Z., A. Kane y A. Marcus (1996) “Investments”. Tercera Edición.

Bravo, S. (2004) “El Costo de Capital en Sectores Regulados y Mercados Emergentes: Metodología y casos aplicativos”. Documento de Trabajo Nº 13. ESAN. Lima.

Brealey, R. y S. Myers (1993) “Principios de Finanzas Corporativas”. Cuarta Edición.

Brennan, T. (1989) “Regulation by Capping Prices”. Journal of Regulatory Economics 1, pp. 133-148.

Broda, C. y D. Weinstein (2005) “Globalization and the Gains from Variety”. Quarterly Journal of Economics. Mimeo.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 252 de 266
	INFORME	

Cabanda, E. (2001) "A Comparative Study of Privatization of Selected Major Asian Telecommunication Entities". Unpublished PhD Thesis Monash University, Australia.

Cabral, L. y M. Riordan (1989) "Incentives for Cost Reduction under Price Cap Regulation". Journal of Regulatory Economics, Springer, Vol. 1(2), pp. 93-102.

Calabrese, A., Campisi, D. y P. Mancuso (2002) "Productivity Change in the Telecommunications Industries of 13 OECD Countries". International Journal of Business and Economics, Vol. 1, No. 3, pp. 209-223.

Carranza, L., Fernández-Baca, J. y E. Morón (2003) "Perú: Markets, Government and the Sources of Growth". Universidad del Pacífico. Mimeo.

Caves, D. y L. Christensen (1988) "The Importance of Scale, Capacity Utilization, and Density in Explaining Interindustry Differences in Productivity Growth". The Logistics and Transportation Review, Vol. 24, pp. 3-32.

Charnes, A., W. Cooper y T. Suyeoshi (1978) "A Goal Programming Regression Review of the Bell System Breakup". Management Science 34, pp. 1-26.

Chen, N., R. Roll y S. Ross (1986) "Economic Forces and the Stock Market". The Journal of Business, Vol. 59, No. 3, pp. 383-403.


Christensen, L. y D. Jorgenson (1969) "The Measurement of U.S. Real Capital Input, 1929-1967". Review of Income and Wealth, pp. 293-320.

Christensen Associates (1999) "Price Cap Design and X Factor Estimation for Peruvian Telecommunications Regulation. Report prepared for OSIPTEL". Mimeo.

Christensen Associates (2001) "Determination of The X Factor for the Regulation of Telefónica del Perú". Informe preparado para OSIPTEL, Junio.

Clemenz, G. (1991) "Optimal price-cap regulation". Journal of Industrial Economics, Vol. 39 No. 4, pp. 391-408.

CMT (2006) "Consulta Pública sobre la Revisión de la Metodología Relativa a la Estimación del Coste del Capital Medio Ponderado". Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 253 de 266
	INFORME	

Coelli, T. y D. Prasada (2003) "Total Factor Productivity Growth in Agriculture: A Malmquist Index Analysis of 93 Countries, 1980-2000". Paper presented ant the 2003 International Association of Agricultural Economics, Durban.

Coelli, T., D. Prasada, C. O'Donnell y G. Battese (2005) "An introduction to Efficiency and Productivity Analysis". Springer, 2a edición.

Comin, D. (2006) "Total Factor Productivity". En: L. Durlauf, S. Blume (Editores), *The New Palgrave Dictionary of Economics*, Palgrave Macmillan. MIMEO. Véase el siguiente enlace: <http://www.econ.nyu.edu/user/comin/def.pdf>

Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones. Consulta Pública sobre la Revisión de la Metodología de Estimación del Coste del Capital Medio Ponderado. http://www.cmt.es/cmt/centro_info/c_publica/pdf/CP_Costecapitalmedio.pdf

Cooper, R., G. Madden y G. Coble-Neal (2004) "Measuring TFP for an Expanding Telecommunications Network" en Cooper, R., y Madden G (editores): *Frontiers of Broadband, Electronic, and Mobile Commerce*. Heidelberg. Physica-Verlag, pp. 87-109.


Copeland, T.; y V. Antikarov. (2003). *Real Options – A Practitioner's Guide*. Texere, Primera Edición.

Copenhagen Economics (2007) "WACC for Broadcasting – Teracom". Informe para la Autoridad Regulatoria de Suecia. <http://www.pts.se/Archive/Documents/SE/WACCforBroadcasting.pdf>

Cowan, S. (2003) "Optimal risk allocation for regulated monopolies and consumers". *Journal of Public Economics*. MIMEO.

Cowan, S. (2001) "Developments in Regulatory Principles: The UK Experience" en C. Henry, M. Matheu y A. Jeunemaitre (editores): *Regulation of Network Utilities: The European Experience*. Oxford.

Criscuolo, C. y R. Martin (2003) "Multinationals and U.S. Productivity Leadership: Evidence from Great Britain". UCL. MIMEO. <http://aimresearch.org/workingpapers/024mspaper.pdf>

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 254 de 266
	INFORME	

Dai, E., N. Islam y H. Sakamoto. (2004) "Sources of Growth in Mainland China: An Investigation Using the Dual Approach". ICSEAD. Documento de trabajo. <http://www.icsead.or.jp/7publication/workingpp/wp2004/2004-31.pdf>

Damodaran, A. (1998) "Estimating Risk Parameters". Stern School of Business. Mimeo. <http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/pdfiles/papers/beta.pdf>

Damodaran, A. (2000) "Estimating Equity Risk Premiums". Stern School of Business, Mimeo. <http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/pdfiles/papers/riskprem.pdf>

Damodaran, A. (2003) "Measuring Company Exposure to Country Risk: Theory and Practice". Stern School of Business, Mimeo. <http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/pdfiles/papers/CountryRisk.pdf>

Demsetz, H. (1967) "Towards a Theory of Property Rights". The American Economic Review. Vol. 57, No. 2. Mayo, pp. 347-359.

Demsetz, H. (1968) "Why Regulate Utilities?". Journal of Law and Economics.


Denison, E. (1961) "The Sources of Economic Growth in the United States and the Alternatives Before Us". Washington. DC: Committee for Economic Development. *The Economic Journal*, Vol. 72, No. 288 (Dec., 1962), pp. 935-938.

Denny, M., M. Fuss y L. Waverman (1981) "The Measurement and Interpretation of Total Factor Productivity in Regulated Industries, with an Application to Canadian Telecommunications" en Cowing T. y M. Stevenson (editores): *Productivity Measurement in Regulated Industries*, New York. Academic Press, pp. 179-218.

Diewert, E. (1976) "Exact and Superlative Index Numbers". Journal of Econometrics, Vol. 4, pp. 115-145.

Diewert, E. (1978) "Superlative Index Numbers and Consistency in Aggregation". *Econometrica* Vol. 46, pp. 883-990.

Diewert, E. y A. Nakamura (2002) "The Measurement of Aggregate Total Factor Productivity Growth". En Heckman J. y J. Leamer (Editores): *Handbook of Econometrics*, Vol. 6. Elsevier Science.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 255 de 266
	INFORME	

Dinc, M., K. Haynes y R. Stough (1998) “Regional Universal Telecommunication Service Provisions in the US - Efficiency versus Penetration”. Telecommunications Policy 22 (6), pp. 541-553.

Dixit, A. y R. Pindyck (1994) “Investment under Uncertainty”. Princeton University Press.

Dodd, M. y W. Rehm (2005) “Comparing Performance When Invested Capital is Low”. McKinsey on Finance No. 17.

Estrada, J. (2000) “The Cost of Equity in Emerging Markets: A Downside Approach”. IESE Business School.
http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=170748

Estrada, J. (2001) “The Cost of Equity in Emerging Markets: A Downside Risk Approach (II)”. IESE Business School.
http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=249579

Easterly, W. y R. Levine (2002) “It’s Not Factor Accumulation: Stylized Facts And Growth Models”. Working Paper 164, Banco Central de Chile.

Fama, E. & K. French (1996) “Multifactor Explanations of Asset Pricing Anomalies”. The Journal of Finance, Vol. 51, No. 1, pp. 55-84.


Fama, E. y K. French (2004) “The Capital Asset Pricing Model: Theory and Evidence”. The Journal of Economic Perspective, Vol. 18, No. 3.

Fare, R., S. Grosskopf. y M. Norris. (1994). “Productivity Growth, Technical Progress, and Efficiency Change in Industrialized Countries”. American Economic Review 84, pp. 66-83.

Fare, R., S. Grosskopf, M. Norris y Z. Zhang (1994) “Productivity Growth, Technical Progress, and Efficiency Change in Industrialized Countries”. The American Economic Review, 84(1), pp. 66–83.

Farrell, M. (1957) “The Measurement of Productive Efficiency”. Journal of the Royal Statistical Society 120 (3). pp. 253-290.

Farrell, J. (1995) “Lecture Notes”. U. C. Berkeley.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 256 de 266
	INFORME	

Federal Communications Commission (1997) "Price Cap performance Review for Local Exchange Carriers". Fourth Report and Order. CC docket No. 94-1. http://www.fcc.gov/Bureaus/Common_Carrier/Orders/1997/price_cap/97159all.html

Fernandes, A. (2003) "Trade Policy, Trade Volumes, and Plant-Level Productivity in Colombian Manufacturing Industries". Banco Mundial. Mimeo. <http://topics.developmentgateway.org/trade/rc/filedownload.do~itemId=320246?itemId=320246>

Fisinger, J. y Vogelsang, I. (1979) "A Regulatory Adjustment Process for Optimal Pricing by a Multiproduct Monopoly Firm". Bell Journal of Economics, Vol. 10, pp. 157-171.

Fisinger, J. y I. Vogelsang (1981) "Alternative Institutional Frameworks for Price Incentive Mechanisms". Kyklos, No. 34, pp. 388-404.

Florián, D. y Orezza, L. (2006) "Evaluación de los Efectos de Distintos Elementos Tarifarios sobre el Bienestar". Documento de Trabajo de OSIPTTEL, Mimeo.


Foreman-Peck, J. y D. Manning (1988) "How Well is BP Performing? An International Comparison of Telecommunications Total Factor Productivity". Fiscal Studies, Vol. 9 (3), pp. 54-67.

Foster, L., J. Haltiwanger y C. Syverson (2005) "Reallocation, Firm Turnover, and Efficiency: Selection on Productivity or Profitability?". University of Chicago, Mimeo. http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=780905

Frazer, G. (2004) "Which firm Die?: A Look at Exit from Manufacturing in Ghana". University of Toronto. Mimeo. <http://www.arts.cornell.edu/econ/75devconf/papers/Garth%20Frazer.pdf>

Fuentes, R., M. Larraín y K. Schmidt-Hebbel (2004) "Fuentes del crecimiento y comportamiento de la productividad total de factores en Chile". Working Paper 287, Banco Central de Chile.

Fuss, M. (1994) "Productivity Growth in Canadian Telecommunications". Canadian Journal of Economics 27 (2), pp. 371-392.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 257 de 266
	INFORME	

Gallardo, J., L. Quiso y M. Martínez. (2006) “Precios Tope, Ciclo Económico y Credibilidad”. Gerencia de Políticas Regulatorias, OSIPTEL – Perú.

Gallardo, J., Lopez, K. y C. González (2006) “Evolución del Acceso, Cobertura y Penetración del Servicio de Telefonía”. Gerencia de Políticas Regulatorias, OSIPTEL – Perú. Informe.

Geffroy, B. (1999) “Efficiency & productivity: An application of DEA method to American Local Exchange Carriers (1991-1996)”. PhD Dissertation, Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications, Paris.

Giokas, D. y G. Pentzaropoulos (2000) “Evaluating Productive Efficiency in Telecommunications: Evidence from Greece”. Telecommunications Policy 24, pp. 781-794.

Gordon, R. (1990) “The Measurement of Durable Goods Prices”. Chicago:IL: University of Chicago Press for the NBER.

Gollop, F. (2000) “The FCC X-Factor: 1996-1998 Update”. Attachment 4 USTA Comments, CC docket No. 94-1 y 96-262.

Griliches, Z. (1957) "Hybrid Corn and exploration in the economics of technical change". *Econometrica* (2): 501-522.


Griliches, Z. (1994) "Productivity, R&D and the Data Constraint". *American Economic Review*. Vol. 84, No. 1, pp. 1-23.

Griliches, Z. y D. Jorgenson (1967) “The Explanation of Productivity Change”. *The Review of Economics Studies*, 34(99), pp. 249–281.

Grosskopf, S. (1993) “Efficiency and Productivity”. En H. Fried, C. Lovell. y S. Schmidt (editores) *The Measurement of Productive Efficiency: Techniques and Applications*, Oxford University Press, pp. 160-194.

Grossman, S. y O. Hart (1983) “The Analysis of the Principal-Agent Problem”, *Econometrica*, 51, pp. 7-45.

Guasch, J.L., J. Laffont y S. Straub (2005) “Concessions of Infrastructure in Latin America: Government-led Renegotiation”. Working Paper.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 258 de 266
	INFORME	

http://www.econ.ed.ac.uk/papers/gov_led_reneg_april05.pdf

Hall, R. (1988) "The Relationship Between Price and Marginal Cost in US Industry". *Journal of Political Economy* 96, pp. 921-947.

Hall, R. y D. Jorgenson (1967) "Tax Policy and Investment Behavior". *American Economic Review* 57, pp. 638-655.

Hall, R. y Ch. Jones (1999) "Why do some countries produce so much more output per worker than others?" *The Quarterly Journal of Economics*, 114(1), pp. 83-116.

Harberger, A. (1954) "Monopoly and Resource Allocation". *American Economic Review*, Vol. 44, pp. 77-87.

Harberger, A. (1998) "A vision of the Growth Process". *The American Economic Review*, 88(1), pp. 1-32.

Harper, M., E. Berndt y D. Wood (1989) "Rates of Return and Capital Aggregation Using Alternative Rental Prices" en: Jorgenson D. y R. Landau (editores) *Technology and Capital Formation*, Cambridge, MA: MIT Press, pp. 331-372.

Hattori, T., Jamasb, T. y G, Pollit (2003) "A Comparison of UK and Japanese Electricity Distribution Performance 1985-1998: Lesson for Incentive Regulation". DAE Working Paper WP 0212, University of Cambridge.


Hicks, J. (1932) "The Theory of Wages". London: Macmillan

Hirshlerfer, J. y J. Riley (1992) "The Analytics of Uncertainty and Information". Cambridge University Press.

Hofman, A. (2000). "Economic Growth and Performance in Latin America". Economics Development Division, United Nations Economic Commission for Latin America and the Caribbean.

Hsieh, C. (2002) "What Explains the Industrial Revolution in East Asia: Evidence from the Factor Markets". *American Economic Review*, Vol. 92, Nº 3, pp. 502-526.

Hsieh, C. (2006) "Theory and Measurement of Total Factor Productivity". University of California, Berkeley. MIMEO. (Informe preparado para OSIPTTEL).

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 259 de 266
	INFORME	

Hsieh, C. (2006) “Nonparametric Approaches to Productivity Estimation”. University of California, Berkeley. Mimeo. (Informe preparado para OSIPTEL).

Hulten, C. y F. Wyckoff (1981) “The estimation of Economic Depreciation Using Vintage Asset Prices”. *Journal of Econometrics* 33: pp. 31-50.

Hulten, C. (2000) “Total Factor Productivity: A Short Biography”. NBER Working Paper Series N° 7471.

Ibbotson Associates (2002) “Cost of Capital Analysis for OSIPTEL”. Mimeo.

Independent Regulatory Group (2007) “Principles of Implementation and Best Practice WACC Calculation”. Regulatory Accounting. Bruselas.

Jagannathan, R. y Wang, Z. (1996). "The Conditional CAPM and The Cross - Section of Expected Returns". *Journal of Finance*, Vol. 51, pp. 3-53.

Jorgenson, D. (1995) “Productivity”. Vol. 1 y 2. Harvard University Press, Cambridge, Mass.

Jorgenson, D. y Z. Griliches (1967) “The Explanation of Productivity Change”. *Review of Economic Studies* 34 (3), pp. 249-283.


Joskow, P. (2003) “Electricity Sector Restructuring and Competition: Lessons Learned” Center for Energy and Environmental Policy Research.

Kafka, F. (2001) “Evaluación estratégica de proyectos de inversión”. Universidad del Pacífico, Segunda Edición.

Kasahara, H. y J. Rodriguez (2004) “Does the Use of Imported Intermediates Increase Productivity? Plant Level Evidence”. Queens University. Mimeo.

Kehoe, T. (2003) “What Can We Learn from the Current Crisis in Argentina?”. *Scottish Journal of Political Economy*, 4(50), pp. 609–633.

Kendrick, J. (1961) “Productivity Trends in the United States”. Princeton, NJ: Princeton University Press.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 260 de 266
	INFORME	

Koller, T., M. Goedhart y D. Wessels (2005) "Valuation: Measuring and Managing the Value of Companies". McKinsey & Company, John Wiley & Sons, Inc., Cuarta Edición.

Koski, H. (2000) "Convergence in Telecommunications Infrastructure Development in OECD Countries". Information and Economic Policy 12, pp. 111-131.

Kreps D. y J. Scheinkman (1983) "Quantity Precommitment and Bertrand Competition Yield Cournot Outcome", Bell Journal of Economics, No.14, pp. 326-337.

Laffont, J. (1989) "The Economics of Uncertainty and Information". MIT Press.

Laffont, J. y D. Martimort (2002) "The Theory of Incentives: The Principal-Agent Model". Princeton University Press, Princeton, NJ.

Laffont, J. y J. Tirole (1986) "Using Cost to Regulate Firms". Journal of Political Economy, vol. 94, pp. 614-641.

Laffont, J. y J. Tirole (1993) "A Theory of Incentives in Procurement y Regulation". MIT Press.

Lam, P. y T. Lam (2005) "Total Factor Productivity Measures for Hong Kong Telephone". Telecommunications Policy 29, 53-68.


Levinsohn, J. y M. Melitz (2001) "Estimating Firm-Level Productivity in Differentiated Product Industries". Harvard University mimeo.

Levinsohn, J. y A. Petrin (2003) "Estimating Production Functions using Inputs to Control for Unobservables". Review of Economic Studies. Vol. 70 No. 245, pp317-341.

Lintner, J. (1965) "The Valuation of Risk Assets and the Selection of Risky Investment in Stock Portfolios and Capital Budgets". Review of Economics and Statistics. Vol. 47, No 1, pp. 13-47.

Littlechild, S. (1983) "Regulation of British Telecommunications Profitability". London HMSO.

Loeb, M. y W. Magat (1979) "A Decentralized Method for Utility Regulation". Journal of Law and Economics, Vol. 22.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 261 de 266
	INFORME	

López F. y W. de Luna (2002) “Finanzas Corporativas en la Práctica”. McGraw-Hill. Primera Edición.

Lucas, R. (1988) “On the Mechanics of Economic Development”. Journal of Monetary Economics, 22, pp 3 – 42.

Macho, I. y D. Pérez (1994) “Introducción a la Economía de la Información”. Ariel, Economía, Barcelona.

Madden, G. y S. Savage (2001) “Productivity Growth and Market Structure in Telecommunications”. Economic Innovation and New Technology 10, pp. 493-512.

Madden, G., S. Savage y J. Ng (2003) “Asia-Pacific Telecommunications Liberalization and Productivity Performance”. Australian Economic Papers 92 (March), pp. 91-102.

Majumdar, S. (1995a) “X-inefficiency in Emerging Competitive Markets: The Case of US Telecommunications”. Journal of Economic Behavior and Organization 26, pp. 129-144.


Majumdar, S. (1995b) “Divestiture and productive efficiency in the US telecommunications industry”. European Transactions on Telecommunications 6: pp. 385-395.

Majumdar S. (1995c) “Does new technology adoption pay - electronic switching patterns and firm-level performance in us telecommunications”. Research Policy 24: pp. 803-822.

Majumdar, S.; y H. Chang (1996) “Scale Efficiencies in US Telecommunications: An Empirical Investigation”. Managerial & Decision Economics 17(3): pp. 303-318.

Majumdar, S. (1997) “Incentive Regulation and Productivity Efficiency in the US Telecommunications Industry”. Journal of Business 70, pp. 547-576.

Majumdar, S. (1998) “On the Utilization of Resources: Perspectives from the US Telecommunications Industry”. Strategic Management Journal 19 (9): pp. 809-831.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 262 de 266
	INFORME	

Majumdar, S. y S. Venkataraman (1998) "Network effects and the adoption of new technology: Evidence from the US telecommunications industry". *Strategic Management Journal* 19 (11), pp. 1045-1062.

Mansfield, E. (1961) "Technical change and the rate of imitation". *Econometrica*, Vol. 29, No 4, pp. 741-766.

Markowitz, H., (1952) "Portfolio Selection". *The Journal of Finance*, Vol. 7, No. 1, pp. 77-91.

Marshack, J. y W. Andrews (1944) "Random Simultaneous Equations and the Theory of Production". *Econometrica*, 12, 143-205.

Martinelli C. y E. Miravete (2006) "Modelación de las Decisiones Bajo Incertidumbre de los Usuarios de los Planes Tarifarios de Telefonía Local en el Perú: Desarrollo Teórico". Documento de Trabajo de OSIPTEL, MIMEO.

Meeusen, W. y J. Van Den Broeck (1977) "Efficiency Estimation from Cobb-Douglas Production Functions with Composed Error". *International Economic Review*, Vol. 18, No. 2, pp. 435-444.


Miller, S. (2003) "Métodos Alternativos para la Estimación del PBI Potencial: Una Aplicación para el Caso del Perú". *Revista Estudios Económicos*, No. 10. BCRP.

Mossin, J. (1966) "Equilibrium in a Capital Asset Market". *Econometrica*, Vol. 34, No. 4, pp.768-783.

Mundlak, Y. (1961) "Empirical Production Function Free of Management Bias". *Journal of Farm Economics* 43(1): 44-56.

Nadiri, M. y M. Schankerman (1981) "The Structure of Production, Technological Change, and the Rate of Growth of Total Factor Productivity in the US Bell System" en Cowing, T. y Stevenson, R. (editores): *Productivity Measurement in Regulated Industries*, New York, NY: Academic Press, pp. 219-417.

Nadiri, M. y B. Nandi (1999) "Technical Change, Markup, Divestiture, and Productivity Growth in the US Telecommunications Industry". *Review of Economics and Statistics* 81 (3), pp. 488-498.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 263 de 266
	INFORME	

Nehru, V. y A Dhareshwar (1993) “A new database on physical capital stock: source, methodology and results”. *Revista de Análisis Económico*, 8(1), pp. 37–59.

Nemoto, J. y S. Asai (2002) “Scale Economies, Technical Change, and Productivity Growth in Japanese Local Telecommunications Services”. *Japan and the World Economy* 14, pp. 305-320.

Olley, S. y A. Pakes (1996) “The Dynamics of Productivity in the Telecommunications Equipment Industry”. *Econometrica* 64 (6), pp. 1263-1297.

Oniki, H., T. Oum, R. Stevenson y Y. Zhang (1994) “The Productivity Effects of the Liberalization of Japanese Telecommunications Policy”. *Journal of Productivity Analysis* 5, 53-79.

OSIPTEL (2006) “Informe Sustentatorio del Instructivo para el Ajuste de Tarifas de los Servicios Públicos de Telecomunicaciones de Categoría I de Telefónica del Perú”. Informe N 029-2005-GPR/OSIPTEL.

Ozler, S. y K. Yilmaz (2001) “Does Trade Liberalization Increase Productivity? Plant Level Evidence from Turkish Manufacturing Industries”. UCLA, Mimeo.

Pavcnik, N. (2002) “Trade Liberalization, Exit, and Productivity Improvements: Evidence from Chilean Plants”. *Review of Economic Studies* 69, pp. 245-276.


Pratt, S. (2002) “Cost of Capital: Estimation and Applications”. Segunda Edición, John Wiley & Sons, Inc., New Jersey.

Prescott, E. (1998) “Needed: A Theory of Total Factor Productivity”. *Internacional Economic Review*, 39(3), pp. 525–551.

Riordan, M. y L. Cabral (1989) “Incentives for Cost Reduction Under Price Cap Regulation”. *Journal of Regulatory Economics*, Vol 1, N° 2, pp 93 – 102.

Romer, P. (1986) “Increasing Returns and Long-Run Growth”. *The Journal of Political Economy*, 94(5), pp. 1002–1037.

Romer P. (1990) “Endogenous Technological Change”. *Journal of Political Economy*, Vol. 98, No. 5, pp. S71–S102.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 264 de 266
	INFORME	

Sabal, J. (2003) "The Discount Rate in Emerging Markets: A Guide". ESADE Working Paper N° 184
http://www.esade.edu/biblio/documentos/working_papers_esade_184.pdf

Sabal, J. (2004) "Informe 1: Informe Planteamiento del Marco Conceptual y Metodología en la Determinación del Costo del Patrimonio de Telefónica del Perú".

Sabal, J. (2006) "El CAPM". Véase la siguiente página en Internet:
<http://www.sabalonline.com/website/uploads/CAPM.pdf>.

Sabater, E. (1997) "Finanzas Empresariales: La gestión financiera "in time"". Universidad de Piura.

Sala-i-Martin, X. y R. Barro (2003) "Economic Growth", Second edition. MIT Press.

Sappington, D. y D. Sibley (1988) "Regulating Without Information: The Incremental Surplus Subsidy Scheme," International Economic Review 29, 297-306.

Seminario, B. y A. Beltrán (1998) "Crecimiento Económico en el Perú: 1896-1995. Nuevas Evidencias Estadísticas". Universidad del Pacífico.

Shleifer, A. (1985) "A Theory of Yardstick Competition". Rand Journal of Economics, Vol. 16, N° 3, pp. 319-327.


Schmidt, P. y R. Sickles (1984) "Production Frontiers and Panel Data". Journal of Business and Economic Statistics 2 (4), pp. 367-374.

Schreyer, P. (2001) "OECD Productivity Manual: A guide to the Measurement of Industry Level and Aggregate Productivity Growth".

Sharpe, W. (1964) "Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium". Journal of Finance. Vol.19. No 3, pp. 425-442.

Sharpe, W., A. Gordon y J. Bailey (1995) "Investments". Quinta Edición, Prentice Hall International, Londres.

Sivadasan, J. (2004) "Barriers to Entry and Productivity: Micro-Evidence from Indian Manufacturing Sector Reforms". University of Michigan. Mimeo.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 265 de 266
	INFORME	

Schmalensee R. (1989) “Inter-Industry Studies of Structure and Performance” en Schmalensee, R. and R.D. Willig, (editores): *Handbook of Industrial Economics*, Vol.2. North-Holland: New York.

Solow, R. (1957) “Technical Change and the Aggregate Production Function”. *Review of Economics and Statistics* 39(3), pp. 312-320.

Spavins, T. y J. Lande (1990) “Total Telephone Productivity in the Pre and Post-Divestiture Periods”. FCC CC docket 87-313, Supplemental Notice of Proposed Rulemaking, Appendix D.

Stiglitz, J. (1974) “Incentives and Risk in Sharecropping” *The Review of Economic Studies*, Vol. 41, No. 2, pp. 219-255.

Sueyoshi, T. (1994) “Stochastic Production Frontier production analysis – measuring performance of public telecommunications in 24 OECD countries”. *European Journal of Operational Research* 74, pp. 466-478.

Sueyoshi, T. y Baker, J. (1994) “The Impact of US-Japan Telecommunications Trade on Japanese Information Infrastructure Development”, *Telematics and Informatics* 3, pp. 275-292.

Sueyoshi, T. (1996) “Divestiture of Nippon Telegraph and Telephone”. *Management Science* 42 (9): pp. 1326-1351.


Sueyoshi, T. (1997) “Measuring Efficiencies and Returns to Scale of Nippon Telegraph & Telephone in Production and Cost Analyses”. *Management Science* 43 (6): pp. 779- 796.

Sueyoshi, T. (1998) “Privatization of Nippon Telegraph and Telephone: Was it a good policy decision?” *European Journal of Operations Research* 107 (1): pp. 45-61.

Tardiff, T, y W. Taylor (2003) “Aligning Price Regulation with Telecommunications Competition”. *Review of Network Economics*, Vol. 2, No. 4.

Tinbergen, J. (1942) “On the Theory of Trend Movements”. Jan Tinbergen, *Selected Papers*, Amsterdam, North-Holland, 1959, pp. 182-221.

Tirole, J. (1988) “The Theory of Industrial Organization”. MIT Press.

	DOCUMENTO	Nº 065 -GPR/2007 Página 266 de 266
	INFORME	

Topalova, P. (2004) "Trade Liberalization and Firm Productivity: The Case of India". MIT. IMF working Paper N° WP/04/28.

<http://www.imf.org/external/pubs/ft/wp/2004/wp0428.pdf>

Train, K. (1992) "Optimal Regulation". MIT Press.

Valderrama, J., Chiang, G. y J. Vásquez (2003) "Evolución de la Productividad Total de Factores". En Coronado, J. (Editor): *La Brecha en Infraestructura; Servicios Públicos, Productividad y Crecimiento en el Perú*, IPE-ADEPSEP, Lima.

Vallejos, L. y L. Valdivia (1999) "Productivity Growth in Perú 1950-1998". Paper prepared for th PEO Structure Specialists Meeting.

Vega-Centeno, M. (1997) "Inestabilidad e Insuficiencia del Crecimiento: El Desempeño de la Economía Peruana 1950-1996". Economía, Departamento de Economía de la PUCP. Vol. XX, No. 39-40. Lima.

Vogelsang, I. (2002) "Incentive Regulation and Competition in Public Utility Markets: A 20-Year Perspective". *Journal of Regulatory Economics*, 22:1.

Walsh, C. (1994) "Ratios Clave para la Dirección de Empresas: Cómo evaluar al instante la situación de la empresa". Folio S.A. Primera Edición.

Wederbang, F. (1965) "Development of a Population of Industrial Firms". Oslo: Scandinavian University Books.

Whiteman J. y Pearson K (1993) "Benchmarking Telecommunications Using Data Envelopment Analysis". *Economic Papers* 12 (3): pp. 97-105.

Williamson, O. (1976) "Franchise Bidding for Natural Monopolies: in General and with Respect to CATV". *Bell Journal of Economics*.

Woroch, G. (1996) "Lecture Notes". U. C. Berkeley.

Yoon, C. (1999) "Liberalization Policy, Industry Structure, and Productivity Changes in Korea's Telecommunications Industry". *Telecommunications Policy* 23, pp. 289-306.

Young, A. (1992) "A Tale of Two Cities: Factor Accumulation and Technical Change in Hong Kong and Singapore". *NBER Macroeconomics Annual*, pp. 13-54.