ISSN 1390-7719

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

SERÉIS MIS TESTIGOS

# REVISTA PUCE 96

# PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

## FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y CONTABLES

3 DE MAYO - 3 DE NOVIEMBRE DE 2013
QUITO, ECUADOR

CENTRO DE PUBLICACIONES
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

PONTIFICIA UNIVERSIDAD
CATÓLICA DEL ECUADOR

**Centro de Publicaciones**
**Facultad de Ciencias Administrativas y Contables**
**Revista PUCE**
Quito-Ecuador

**Rector**
Dr. Manuel Corrales Pascual, S.J. (Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito-Ecuador)

**Vicerrector**
Ing. Pablo Iturralde Ponce (Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito-Ecuador)

**Director General Académico**
Dr. Carlos Acurio Velasco (Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito-Ecuador)

**Director del Centro de Publicaciones**
Magíster Jesús Aguinaga Zumárraga (Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito-Ecuador)

**Decana de la Facultad de Ciencias Administrativas y Contables**
Ing. Paulina Alexandra Cadena Vinueza, Mgtr.

**Miembros del Comité Ejecutivo del Centro de Publicaciones (Comité Editorial):**

**Presidente (Editor en Jefe)**
Magíster Jesús Aguinaga Zumárraga (Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito-Ecuador)

**Vocales (Comité Editorial):**
Dr. Hugo Reinoso Luna (Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito-Ecuador)
Dr. Luis María Gavilanes Del Castillo (Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito-Ecuador)

**Secretario (Coordinador del Comité Editorial)**
Lcdo. Walter Jiménez Sarabia (Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito-Ecuador)

**Miembros del Comité Editorial de la Facultad de Ciencias Administrativas y Contables:**
Dr. Enrique Galarza Alarcón
Dr. Alfonso Dávila Grijalva
Dr. Marco Naranjo Chiriboga

**Secretario Abogado**
Dr. Pedro Morales Dueñas

**Autores:**
Paulina Cadena V., Andrés Salvador A. y Diego Tapia E.
Fabián Cueva B.
María Herrera H.
Guillermo Díaz
Paul Idrobo D.
Fabiola Jarrín J.
María Fernanda Lara M.
Herberth Solórzano y Juan Antonio Ibáñez
Diego Páliz P.
Iván Rueda F.
Emilio Ramírez y Miguelina de Lezaeta P.

**Corrector de estilo y ortografía**
Alfonso Sánchez (Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito-Ecuador)

**Colección n.° 96**
3 de Mayo de 2013
Publicación Semestral
**ISSN** n.° 1390-7719
**Registro de Derecho Autoral** n.° 010645
**Ingresada en Catálogo Latindex** Folio 21880
(www.latindex.unam.mx/buscador/ficRev.html?opcion=1&folio=21880)

*La Revista de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador es una publicicación semestral (mayo y noviembre) de su Centro de Publicaciones, que difunde trabajos académicos y científicos, estrictamente originales en español, en la áreas de Leyes, Pedagogía, ingeniería, Economía, Biología, Química, Historia, Geografía, Antropología, Sociología, Filosofía, Teología, Comunicación, Lingüística, Literatura, Medicina, Administración, Arquitectura, Gestión Social, Psicología y Diseño, y es arbitrada por especialistas de indiscutible valor, cuyos nombres se mantienen en absoluta confidencialidad, recibe trabajos todo el año; el próposito de la Revista PUCE es difundir conocimientos, intercambiar experiencias e incentivar la producción del pensamiento especializado. El contenido de esta revista está dirigido a docentes, investigadores, estudiantes universitarios y público en general.*

*Los artículos son de responsabilidad exclusiva de sus autores*
*Los derechos de autor son exclusivos de la PUCE*
*Se prohíbe la reimpresión parcial o total con cualquier finalidad*

FACULTAD DE CIENCIAS
ADMINISTRATIVAS Y CONTABLES

Editorial: (Punto de Venta)
Centro de Publicaciones PUCE
Av. 12 de Octubre y Robles
Apartado n.º 17-01-2184
Telf.: 593-02-2991700
2991 700 (TRONCAL). Extensiones: 1013, 1014, 1711, 1122.
Telf.: 593-02-2991711 (directo)
(se aceptan canjes)
jesus_aguinaga@hotmail.es
Quito, Ecuador.

**Impresión**:

QUALITY PRINT

Diseño e impresión
QualityPrint Cia. Ltda.
Av. 12 de Octubre y Robles
Telf.: 2991 795 / 2991 796

Diseño y diagramación:
Claudia Hernández Mora
QualityPrint Cia. Ltda.

# MODELOS DE PRODUCTIVIDAD: DESCRIPCIÓN DE SEIS MODELOS DE MEDICIÓN PARA LAS ORGANIZACIONES

## MODELS OF PRODUCTIVITY: DESCRIBING SIX MODELS OF MEASURE FOR ORGANIZATIONS

FABIÁN CUEVA B.

*Recibido 18 de febrero de 2013*
*Aceptado 3 de abril de 2013*

Revista PUCE. ISSN 1390-7719. Núm. 96
3 mayo - 3 nov 2013. Fabián Cueva. pp. 23-45

# MODELOS DE PRODUCTIVIDAD: DESCRIPCIÓN DE SEIS MODELOS DE MEDICIÓN PARA LAS ORGANIZACIONES

*Fabián Cueva B.*[1]

**PALABRAS CLAVES:** Productividad, modelos de medición, eficiencia

**KEY WORDS:** Productivity, models of measure, efficiency

## RESUMEN

La productividad es un concepto que tiene diferentes definiciones; en todos ellos el eje central ha sido la forma de utilizar los recursos de producción con relación a la cantidad y/o calidad de producción. A partir de dichas definiciones, diversos investigadores han desarrollado diferentes modelos para medir la productividad en las Organizaciones. Estos modelos difieren entre sí por el enfoque que manejan. En algunos casos la cuestión medular gira en torno a los índices financieros, su cálculo e interpretación, mientras que en otros el énfasis está dado por el análisis de las operaciones de las Organizaciones. El objetivo de este estudio es describir seis modelos que serán analizados y descompuestos de forma que se puedan entender y sobre todo aplicar en diferentes empresas. Se ha realizado también un desglose de las variables que integran cada modelo y la interpretación que se pueden dar a los resultados obtenidos de cada uno, así como también una comparación de los modelos y las condiciones en las cuales se puede aplicar cada uno.

## ABSTRACT

The productivity is a concept that has many definitions, in all of them the central point is the way that the resources are used in relation with the quality and quantity of production.

[1] Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Ciencias Administrativas y Contables, Quito, Ecuador. (fcueva@puce.edu.ec; efcuevab@puce.edu.ec)

Many investigators have developed different models to measure the productivity in the organizations. In some cases the models have its focus on the financial indices, its calculation and interpretation, in other cases the models analyze the operation of the organizations. The objective of this paper is to describe six models of measure the productivity, this models will be analyzed and decomposed in a way that they can be understood and applied in different organizations. It was done, also, a description of the variables that each model has, the interpretation of the results obtained and a comparison of the conditions in which each model is applicable.

# I. INTRODUCCIÓN

El manejo ineficiente de los recursos de producción los ha tornado escasos, caros y de difícil obtención. Según del tipo de producción, las materias primas son extraídas de fuentes no renovables, lo cual encarece aún más su valor, sin contar el impacto ambiental que genera. Como consecuencia, las Organizaciones necesitan mejorar sus sistemas de producción para utilizar más eficientemente los insumos y eliminar el desperdicio de recursos.

Identificar la productividad de los sistemas de producción se torna indispensable para el correcto aprovechamiento de insumos, materia prima y mano de obra. El uso de sistemas más eficientes generará ahorro en la estructura de costos de la empresa, sin transferir el costo de ineficiencias al cliente final.

Sobre la situación expuesta, el objetivo de esta investigación es identificar varios modelos de medición de la productividad y desarrollarlos. Con este desarrollo teórico, queda entonces abierta la posibilidad para que se apliquen estos modelos en industrias y observar los resultados.

El estudio está estructurado de la siguiente forma: la primera sección, presenta el marco teórico y describe las más importantes definiciones de productividad. En la segunda sección se analizan seis modelos de productividad, sus supuestos, variables e interpretaciones. En la tercera sección se realiza una comparación de los modelos en cuanto a las variables necesarias para su aplicación y las condiciones en las cuales su aplicación es factible y en la parte final son presentadas las conclusiones y futuras investigaciones.

# II. MARCO TEÓRICO

## 1. Definiciones de la productividad

Para Rincón de Parra (2005), una definición sencilla de la productividad es "la relación directa entre la producción obtenida (bienes o servicios de calidad) y los recursos o insumos utilizados para generar dicha producción (recurso humano, materias primas, servicios y otros gastos)."

Según la Asociación Europea de Centros Nacionales de Productividad, EANPC (1959), "productividad es una actitud de la mente, que busca el mejoramiento continuo de todo cuanto existe. Es una convicción que las cosas se pueden hacer mejor hoy que ayer y mejor mañana que hoy. Adicionalmente, significa un esfuerzo continuo para adaptar las actividades económicas y sociales al cambio permanente de las situaciones, con la aplicación de nuevas teorías y nuevos métodos."

Para Lefcovich (2005), "la productividad es la relación entre cierta producción y ciertos insumos. La productividad no es una medida de la producción ni de la cantidad que se ha fabricado. Es una medida de lo bien que se han combinado y utilizado los recursos para lograr determinados niveles de producción."

A continuación se describirán, analizarán e interpretarán seis modelos de productividad que servirán de base para futuras aplicaciones.

## 2. Modelos de productividad

### 2.1 Modelo Data envelopment analysis (DEA)

*El Data Envelopment Analysis* (DEA) es un método no paramétrico de la investigación de operaciones y de la economía para la estimación de las fronteras de producción. Este método se utiliza para medir empíricamente la eficiencia productiva de las unidades de toma de decisiones, conocidas como DMUs *(Decision Making Units)*. Los enfoques no paramétricos tienen la ventaja de no asumir una forma de función particular de la frontera; sin embargo, no proporcionan una relación general (ecuación) entre las entradas y salidas. También hay métodos paramétricos que se utilizan para la estimación de fronteras de producción (Lovell y Schmidt 1988). Estos últimos requieren que la forma de la función de la frontera se asuma de antemano, mediante la especificación de una función particular que relacione las salidas con las entradas. También se puede combinar los aspectos fuertes de cada uno de estos enfoques en un método híbrido (Tofallis, 2001), en donde las unidades de la frontera se identifican en primer lugar por el DEA y luego, esta se ajusta a una superficie suavizada.

Este modelo se adaptó a partir de funciones de producción de múltiples entradas y múltiples salidas y ha sido aplicado en muchas industrias. El DEA desarrolla una función cuya forma está determinada por los productores más eficientes. Este método difiere de la técnica estadística de los Mínimos Cuadrados que se basa en comparaciones relativas con un productor promedio. El DEA, al igual que el Análisis de Frontera Estocástica, identifica una "frontera" en la cual el rendimiento relativo de todas las utilidades en el modelo pueden ser comparadas. El DEA compara a las empresas solo con los mejores productores. Esto puede ser caracterizado como un método de puntos extremos que asume que una empresa puede producir cierto nivel de salidas mediante la utilización de niveles específicos de entradas, otra empresa de la misma escala debe ser capaz de hacer lo mismo. Los productores más eficientes pueden formar un "productor compuesto", lo cual permite el cálculo de una solución eficiente para cada nivel, los niveles de entrada o salida. Si no existe una empresa real para realizar la comparación, se pueden establecer, "productores virtuales" para efectuar las comparaciones" (Berg, 2010). La definición de eficiencia de esta metodología considera la siguiente relación:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Salidas}}{\text{Entradas}}$$

La relación anterior es útil cuando existe un producto o salida y un insumo o entrada; sin embargo, en la práctica existe más de un recurso y más de un producto, por lo cual es necesario crear un modelo más complejo que permita un análisis que incorpore a todos los elementos que intervienen.

Este método permite realizar un análisis con una o varias entradas y una o varias salidas. Si se tiene más de una entrada o salida, es necesario utilizar ponderaciones de estas al momento de poder determinar la eficiencia total. La selección de los factores de ponderación es muy importante, debido a que estos afectarán a los valores de eficiencia, ya sea favoreciéndola o perjudicándola, por lo cual, los criterios para la determinación de dichas ponderaciones deben ser adecuados y consistentes a lo largo del análisis.

Una vez seleccionados los factores de ponderación, se construye un modelo de programación lineal, con el cual, a través de iteracciones sucesivas, se calcule el valor de la eficiencia óptima de cada unidad productora. Para representar el modelo se utiliza la siguiente simbología:

**xi: Entradas**
**yi: Salidas**
**vi: Factor de ponderación de las entradas**
**ui: Factor de ponderación de las salidas**

En esencia, el modelo que se debe plantear es el de programación no lineal, el cual se plantea de la siguiente manera:

Función Objetivo:

$$\text{Max Eficiencia} = \frac{y_i u_i}{x_i v_i}$$

Restricciones:

$$\frac{y_i u_i}{x_i v_i} \leq 1$$

No negatividad:

$$u_i, v_i \geq 0$$

El modelo anterior se suele transformar en uno de programación lineal si se supone que el numerador o el denominador se mantienen constantes. Si se mantiene constante el numerador, que representa a las salidas, el objetivo del modelo sería determinar la cantidad mínima de entradas requeridas, esto se conoce como un modelo orientado a la entrada. Por el contrario, si se mantiene constante el denominador, el objetivo del modelo sería determinar la cantidad máxima de salidas generadas, lo cual se conoce como un modelo orientado a la salida. A continuación se plantea un modelo orientado a la salida que es el más comúnmente utilizado:

Función Objetivo:

$$\text{Max Eficiencia} = \sum_{i=1}^{i=n} y_i u_i$$

Restricciones:

$$\sum_{i=1}^{i=n} x_i v_i = 1$$

$$\sum_{i=1}^{i=n} y_i u_i - \sum_{i=1}^{i=n} x_i v_i \leq 0$$

No negatividad:

$$u_i, v_i \geq 0$$

## 2.2 Modelo de productividad del trabajo

La productividad del trabajo se calcula con la relación entre las unidades producidas y las horas de trabajo, pero esta relación puede verse distorsionada debido a que no todos los productos requieren de la misma cantidad de tiempo por unidad producida. En este sentido, es preferible expresar las unidades producidas no como unidades físicas, sino como unidades de trabajo expresadas en tiempo, de esta manera se analizaría la cantidad de trabajo que en cada hora por cada trabajador, como lo hacen los métodos basados en el tiempo.

Analizar la productividad, si se considera como insumo únicamente al trabajo, oculta la incidencia que pueden tener sobre ella otros factores de la producción y las buenas o malas decisiones que tomen sobre la gestión de los mismos. Un ejemplo de esto es

que cuando se mide la productividad nacional deben considerarse las horas potencialmente laborables, no solo las horas remuneradas, ya que utilizar estas últimas ocultaría la ineficiencia causada por el desempleo.

En el sector industrial cobra mucha importancia la mano de obra indirecta, por lo cual medir la productividad de esta se vuelve necesario. Este trabajo indirecto está dado por las personas encargadas de tareas como: mantenimiento, movilización de materiales, supervisión y otros que no pueden considerarse como mano de obra directa. La productividad en estos casos se mediría de la siguiente manera:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Horas de trabajo indirecto al servicio del trabajo directo}}{\text{Horas del trabajo directo}}$$

En el sector de servicios, la medición de productividad es más compleja debido a la dificultad de estandarizar los diferentes tipos de productos en uno solo. Una manera práctica de medir la productividad es comparando las ventas de servicios en relación con los costos de los factores de producción, lo cual implica un enfoque financiero.

Si se desea utilizar un enfoque basado en el trabajo realizado, se debería determinar en primer lugar una medida del trabajo que se realiza, para lo cual se estiman los tiempos estándar del trabajo en oficina; para el efecto, se utiliza el método de observación a través de filmaciones y mediciones con cronómetro con la finalidad de poder determinar el tiempo que toma una determinada actividad repetitiva, mediante la aplicación de técnicas estadísticas.

Un modelo destacado para medir la productividad del trabajo es el utilizado por la Organización Internacional del Trabajo (OIT, 1999), que emplea el Indicador Clave del Mercado de Trabajo (ICMT-18), el mismo que contiene los siguientes componentes:

PLA - Productividad Laboral Anual (Valor añadido por hora trabajada).

$$\frac{\text{Producción Total}}{\text{Total horas hombre de los trabajadores}}$$

PLA - Productividad Laboral Anual (Valor añadido por persona empleada)

$$\frac{\text{Producción Total}}{\text{Total trabajadores}}$$

IPLA - Índice de Productividad Laboral Anual

$$\frac{\text{Productividad Laboral Anual}}{\text{Productividad Laboral Anual Máxima}}$$

Índice de Productividad Laboral Anual Ajustado

$$\text{IPLA - IPLA del Año Anterior}$$

Índice de Productividad Laboral Acumulado

$$\text{IPLA (año base)} + \sum \text{IPLA Ajustados}$$

Índice de Productividad Laboral Anual Promedio Ajustado

$$\frac{\sum \text{IPLA Ajustados}}{\text{Número de períodos anuales}}$$

## 2.3 Modelo de Alan Lawlor

Este modelo de productividad tiene dentro de su análisis dos niveles: primario y secundario. En el nivel primario se mide la productividad de los ingresos totales, es decir, mide si los ingresos generados por la Organización alcanzan a cubrir los "costos de conversión" que incluyen las remuneraciones totales, los bienes y servicios comprados totales y la depreciación (Lawlor apud Prokopenko, 1991). Como se puede advertir esta forma de medir la productividad es un índice financiero.

Sin embargo, el modelo sí profundiza en otros aspectos relacionados con los procesos de transformación y esto lo hace en el nivel secundario. Este nivel según Prokopenko (1991) se ocupa de medir la relación entre los recursos utilizados con respecto al costo total de todos los recursos disponibles. Los costos totales de conversión incluyen dos divisiones principales:

- Los costos realizados, cuando los recursos se utilizan productivamente (Cd). Estos costos pueden subdividirse en costos de trabajo productivo (Ce) y costos de trabajo subordinado (Ca).

- Los costos de los recursos no utilizados u ociosos (Ci), cuando el personal y el equipo están totalmente ociosos.

Los costos de transformación se generan cuando los recursos están en actividad, sin importar si estas actividades son agregadoras de valor o no. Los costos del trabajo subordinado son los que se generan en las actividades que no añaden valor directo a los materiales, lo cual complica un poco el modelo, ya que se tendrían que definir criterios para considerar cuando un proceso o una actividad está realmente añadiendo valor, además, para el caso de las operaciones de servicios, cuando no se utilizan materiales la metodología debería ser diferente, cuando no sea posible calcular los costos subordinados. (Tabla 1)

**Tabla 1. Lineamientos para un Código Andino de Gobierno Corporativo**

| COSTOS DEL TRABAJO PRODUCTIVO | COSTOS DEL TRABAJO SUBORDINADO | COSTOS DE LOS RECURSOS OCIOSOS |
|---|---|---|
| Costos de transformación | | |
| Costos totales de conversión | | |

**Fuente:** Prokopenko Joseph, 1991

Dada la dificultad en calcular los costos de una manera desagregada, estos pueden ser transformados en unidades de tiempo. Entonces, para medir la productividad secundaria, Lawlor (1985) se enfoca en dos conceptos que se repiten en el modelo de productividad basado en el tiempo: la utilización y la eficiencia. A la primera se la calcula de la siguiente manera:

$$\frac{\text{Tiempos o costos de transformación (cd)}}{\text{Tiempos o costos totales de conversión (Co)}}$$

La eficiencia en este modelo se denomina indicador básico de productividad secundaria y tiene una diferencia con el modelo de productividad basado en el tiempo y es que tiene como denominador el tiempo o costos totales, en lugar de los tiempos o costos de transformación, por lo tanto se calcula de la siguiente manera:

$$\frac{\text{Tiempos o costos del trabajo productivo (Ce)}}{\text{Tiempos o costos totales de conversión (Co)}}$$

Para finalizar el modelo, Lawlor (1985) toma en cuenta dos indicadores adicionales:

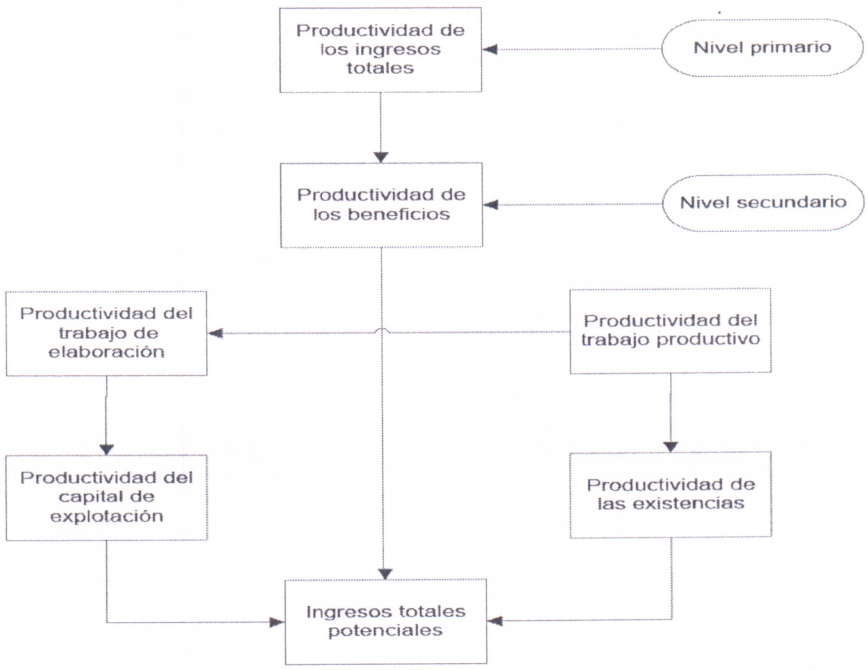
• La productividad del inventario, que es el cálculo de la rotación del inventario:

$$\frac{Ventas}{Inventario\ promedio}$$

• El potencial de la productividad, que se refiere a la capacidad de la Organización de generar ingresos si es que no existiera capacidad ociosa o tiempos muertos en los procesos:

$$\frac{Ingresos\ totales\ x\ Co}{Cd}$$

**Figura 1. Jerarquía de los índices de productividad según Alan Lawlor**




**Fuente:** Lawlor apud Prokopenko 1991

Como se describe en la Figura 1, tienen que ver con cinco elementos, cuya combinación termina por abarcar varias dimensiones de la Organización; estos elementos son:

• Objetivos: se pueden alcanzar cuando los fondos son suficientes para pagar las demandas de la Organización

• Eficiencia: es una relación de los insumos utilizados y la producción obtenida

• Eficacia: es la medida del alcance de los objetivos presupuestados

• Comparabilidad: la productividad es también una medida que necesita compararse con otros períodos o con otras Organizaciones

• Tendencias progresivas: tiene que ver con la comparabilidad y el análisis de cómo los rendimientos de productividad se mueven y el sentido en el cual lo hacen a través del tiempo.

## 2.4 Modelo de Bela Gold

Según Prokopenko (1991), la medida de productividad de Gold se centra en la tasa de rendimiento de las inversiones (indicador financiero), cuyo resultado se entiende por la interacción de cinco variables:

• Precios de los productos
• Costos unitarios
• Utilización de las instalaciones
• Productividad de las instalaciones
• Distribución de los recursos de capital entre fijo y de explotación (capital de trabajo)

Los elementos descritos arriba se conjugan las ecuaciones mostradas en la tabla 2:

**Tabla 2. Relación entre los costos de producción**

| VARIABLES | FÓRMULA | INTERPRETACIÓN |
|---|---|---|
| Precios de los productos | $\frac{\text{Ingreso de los productos}}{\text{productos}}$ | Muestra los ingresos obtenidos por cada unidad de producto vendido |
| Costos unitarios | $\frac{\text{Costos totales}}{\text{productos}}$ | Muestra los costos unitarios de cada producto |
| Utilización de las instalaciones | $\frac{\text{Productos}}{\text{Capacidad}}$ | Muestra el porcentaje de utilización de la capacidad instalada |
| Productividad de las instalaciones | $\frac{\text{Capacidad}}{\text{Inversiones Fijas}}$ | Muestra como los activos dedicados a la producción son capaces de llegar a cierto nivel de producción |
| Distribución de los recursos de capital entre fijo y de explotación | $\frac{\text{Inversiones Fijas}}{\text{Inversiones Totales}}$ | Muestra la proporción de las inversiones totales que se dedican al proceso de producción. |

**Fuente:** Prokopenko Joseph, 1991

En resumen, este modelo describe las proporciones y tendencias a corto y largo plazo en la rentabilidad y en el aprovechamiento de la capacidad instalada y los activos fijos.

### 2.5 Modelo Financiero

Según Amat (2000), dentro de los índices que se utilizan para realizar el análisis económico financiero de una empresa, existen algunos que pueden ser utilizados para medir la productividad. Estos índices comparan los resultados obtenidos (beneficio, ventas, unidades producidas o vendidas, clientes, etc.) con los gastos (o recursos) empleados. Lo óptimo es que estos índices sean lo más elevado posible, si se tiene en cuenta que siempre debe existir un referente con el cual la empresa se pueda comparar.

Así, se tiene que los índices de productividad pueden ser comparados con los obtenidos históricamente por la empresa, con los esperados en el futuro, con los del sector, con la competencia o con una empresa a la cual se considera como un referente al cual se espera llegar, para lograr que la empresa conozca su situación frente a la competencia y pueda formular las estrategias más adecuadas a tomar.

Los índices utilizados en este modelo son: los que comparan los resultados, las ventas, la cantidad producida, los clientes atendidos, todos ellos relacionados con los gastos. El cálculo de estos índices se apoya en los estados financieros de una empresa y en particular en el estado de resultados que contiene todos los ingresos y gastos reconocidos en un mismo período. Se recomienda que los gastos sean clasificados de acuerdo con su función, es decir a través del método del "Costo de Ventas", de esta manera, la empresa revelará su costo de ventas de forma separada de otros gastos. El modelo financiero transforma los recursos obtenidos y los utilizados en términos monetarios, es decir, transforma la producción en ingresos y los recursos en gastos.

Las definiciones de ingresos y gastos ordinarios y extraordinarios son los establecidos por las Niifs (2002). El análisis de este índice de productividad se concentra en los resultados ordinarios, ya que los extraordinarios por ser atípicos, no suelen ser representativos de la gestión empresarial. Por lo tanto, si se considera únicamente el giro del negocio y lo relacionado con la producción y su comercialización, en el numerador se colocarán las ventas, mientras que en el denominador se tendrán los gastos relacionados con las actividades ordinarias.

$$\text{Índice de Productividad} = \frac{\text{Ingresos}}{\text{Gastos}}$$

El estado de resultados sirve para obtener los índices de productividad de una empresa. Estos índices deberían ser comparados con ejercicios anteriores y estudiar su evolución o tendencia, lo cual permite que el análisis del índice de productividad sea dinámico.

Debido a que los Estados de Resultados se encuentran en valores nominales (precios corrientes) es necesario realizar algunos ajustes para que los índices de cada período sean comparables. Los ajustes se realizan al definir un año base cero, al cual se moverán las respectivas ventas y gastos de cada período analizado una vez que han sido transformados a valores reales (precios constantes). Por lo tanto, la inflación es eliminada tanto de las ventas como de los gastos y cualquier variación de los ingresos y los gastos responde a una variación en las cantidades o en los precios relativos de los bienes.

Es importante tener presente que los gastos que se incluyen en el denominador del índice de productividad pueden ser de diferente tipo, por lo cual es factible colocar todos juntos (sumados) o en su defecto irlos agrupando y tener como base la conformación del estado de resultados y el cálculo de la utilidad antes de intereses e impuestos.

En relación con los gastos, el primer grupo se denomina "Gastos o Costos Directos de Ventas", que según De Jaime y Eslava (2010), son todos los gastos y costos que se presentan y que están relacionados directamente con las ventas obtenidas en el mismo período. Entre los conceptos más importantes tenemos el consumo de materia prima, la mano de obra directa y los costos indirectos de fabricación.

Otro grupo de gastos se denomina "Gastos o Costos Indirectos de Ventas" y está compuesto por todos aquellos conceptos que aunque no tienen relación directa con las ventas, es importante su imputación al costo de ventas a través de un criterio de reparto como puede ser el volumen o la cifra de ventas, los metros cuadrados de superficie, el número de empleados, etc.

También se tienen los "Gastos o Costos Estructurales" conocidos como costos fijos. Aquí se incluyen todos los gastos que son necesarios para el giro del negocio y que son independientes de las ventas realizadas y que no son fácilmente imputables a los productos o líneas de negocio. Entre los principales gastos tenemos los gastos generales, los gastos de administración y los gastos de ventas.

Finalmente, se deben considerar las depreciaciones y las amortizaciones que a pesar de no representar movimientos de efectivo forman parte de los gastos y costos en el Estado de Resultados. En lo que se refiere a la depreciación se debe tener en cuenta

que en el Ecuador, al momento, se la carga de acuerdo con lo indicado en la Ley de Régimen Tributario Interno y que por lo tanto, se utiliza el método de línea recta, que no necesariamente refleja el real deterioro del activo al cual se está aplicando dicha depreciación, por lo cual, de considerarse oportuno la misma puede ser ajustada.

La tabla 3, presenta la estructura de costos y gastos cuyos valores acumulados pueden ser utilizados para calcular diferentes índices de productividad de acuerdo con los objetivos planteados por la empresa.

**Tabla 3. Estructura de gastos y costos**

| ESTRUCTURA DE GASTOS Y COSTOS | |
|---|---|
| (+) | Ingresos por Ventas |
| | Gastos o Costos Directos |
| (=) | Margen Bruto de Operación |
| | Gastos o Costos Indirectos |
| (=) | Margen Neto de Operación |
| | Gastos Estructurales o Costos Fijos |
| (=) | Resultado Bruto de Operación (EBITDA) |
| | Depreciación y Amortización |
| (=) | Resultado Neto de Operación (EBIT) |

**Fuente:** De Jaime y Eslava (2010)

De acuerdo con este esquema, se pueden obtener diferentes índices de productividad al relacionar los resultados obtenidos (ingresos por ventas) con los diferentes gastos (por ejemplo: solo los gastos y costos directos, los gastos y costos directos e indirectos, los gastos y costos directos e indirectos y los costos fijos y todos los gastos incluida la depreciación y la amortización).

## 2.6 Modelo de productividad total

El concepto de Productividad Total relaciona la producción tangible con los recursos tangibles, la cual se descompone en productividades parciales para cada uno de los siguientes insumos: Insumos Humanos, de Capital, de Materiales, de Energía y de Otros Gastos (Sumanth, 1979).

Se parte de tres modelos de medición de la productividad: la productividad parcial, la productividad total y la productividad de valor agregado. El primero divide la producción obtenida por el costo de uno de los factores de la producción, el segundo divide el valor de la producción obtenida por la sumatoria de los costos de los factores de la producción y el tercero divide el valor agregado obtenido por la sumatoria de los costos de los factores de la producción (Sumanth, 1979).

En todas estas definiciones, tanto la producción como los insumos se expresan en términos reales, al convertirlos en dólares constantes de un período de referencia denominado "período base". Esto se realiza si se dividen los valores de la producción y de los insumos por índices de inflación o deflación, según la variación de los precios. Para eliminar su efecto en las razones de productividad.

La ecuación a través de la cual se determina la Productividad Total es la siguiente (los componentes se encuentran en dólares constantes):

$$PT = \frac{\text{Producción Total}}{\text{Insumos (Humanos + Materiales + Capital + Energía + Otros Gastos)}}$$

Para el modelo de productividad total es necesario considerar cinco elementos dentro de la producción (Figura 2). Los valores de la producción que generalmente tienen mayor relevancia son las unidades terminadas producidas y las unidades parciales producidas; los otros tres son los dividendos de valores, intereses de bonos y otros ingresos.

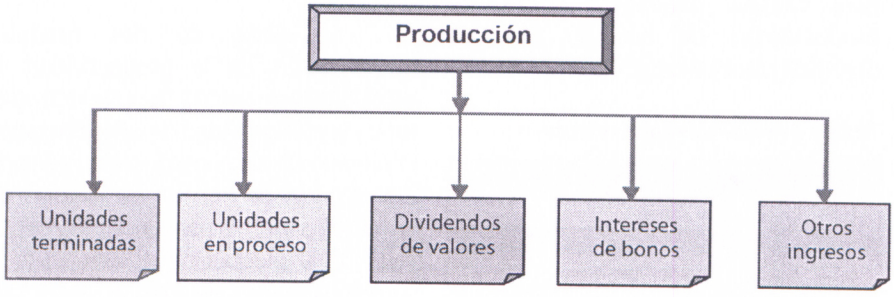



**Figura 2. Elementos de la producción**
**Fuente:** Sumanth (1979)

Las unidades deben ser expresadas en términos monetarios, en dólares, por lo tanto, el valor de las unidades terminadas de un producto en un período establecido, se obtiene al multiplicar el número de unidades terminadas de este producto en el período establecido por el precio de venta unitario del período base. Se deben considerar las unidades producidas y no las vendidas.

***Valor Unidades Terminadas = Número Unidades Terminadas x Precio Venta Unitario Año Base***

El número de unidades terminadas corresponden a las producidas dentro de cada período analizado, pero para el precio de venta unitario se utiliza el que estaba vigente en el año base con la finalidad de eliminar el efecto de la variación de los precios.

Las unidades parciales producidas se obtienen de la misma manera que las unidades terminadas producidas, pero al multiplicar el resultado por el porcentaje de terminación del inventario de productos en proceso. Para las unidades y el precio unitario se utiliza el mismo criterio que se mencionó en las unidades terminadas.

***Valor Unidades Producidas = Nº Und en Proceso x % de Terminación x P.V.U. Año Base***

Los dividendos de valores, los intereses de bonos y otros ingresos deben ser incluidos como producción ya que se consumen uno o más insumos para obtener y/o mantener otros ingresos. Estos elementos también se deben expresar en términos del año base, para lo cual es necesario deflactarlos de acuerdo con la inflación que se haya generado entre el año base y el año analizado.

Para Sumanth (1979), la producción total se obtiene al sumar el resultado de los cinco elementos considerados, obtenidos en función del año base. Si no se consideran los dividendos de valores, los intereses de bonos y otros ingresos dentro de la producción tangible se obtiene un modelo de productividad reducido que se denomina Modelo de productividad total operativo. Este modelo es útil en el caso que se desea hacer énfasis en el aspecto operativo de la empresa, bajo el supuesto que el impacto de estos tres elementos de producción financiera no tiene un efecto significativo sobre el consumo de los recursos.

Como se presenta en la Figura 3, los insumos tangibles tienen cinco componentes: los insumos humanos, los insumos materiales, el capital, la energía y otros gastos

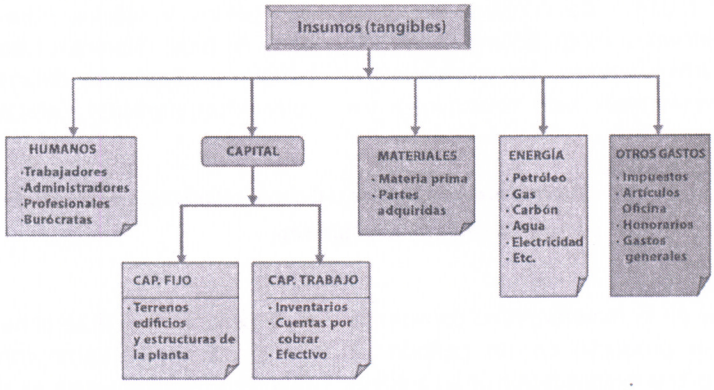



**Figura 3. Insumos Intangibles**
**Fuente:** Sumannth (1979)

Los insumos humanos incluyen a todos los trabajadores de una Organización, sin importar si tienen funciones relacionadas con la coordinación o si están directamente en la producción. Según Becker y Gorda (1966) existen cuatro categorías de trabajadores, las mismas que se presentan en la tabla 4.

**Tabla 4. Insumos Humanos**

| | Discreción | No Discreción |
|---|---|---|
| Coordinadores | Administradores | Burócratas |
| Productores | Profesionistas | Trabajadores |

**Fuente:** Sumannth (1979)

Para la determinación de este insumo es necesario calcular el total de horas–hombre y la tasa promedio de sueldos y salarios por hora-hombre de los cuatro tipos de empleado para cada producto en un período determinado. Se debe considerar que los administradores se dedican principalmente a la coordinación, los burócratas participan en el proceso de coordinación, pero sus funciones están determinadas por los administradores, los profesionistas son productores pero determinan sus propias actividades y los trabajadores son productores cuyas actividades son decididas por otras personas.

De ser posible el total de horas hombre debería ser desagregado, por ejemplo, en tiempo productivo, tiempo ocioso, vacaciones y enfermedades. En lo que se refiere a la tasa promedio de sueldos y salarios hora-hombre, a pesar de tener diferentes rubros en cada período analizado, se deberá utilizar el valor correspondiente al año base.

***Insumos Humanos***
***= (Horas Productivas + Horas Ociosas + Horas vacaciones y Enfermedades)***
***x Tasa Promedio por Hora Año Base***

El valor de la materia prima consumida para un producto en un período se obtiene de la multiplicación de la cantidad de material utilizado para este producto con el precio de compra de los materiales en el período base. Si se tiene en cuenta que el valor de las partes compradas se obtiene de la misma manera, se concluye que el valor del insumo de material para un producto es igual a la suma del valor

de la materia utilizada para este producto con el valor del total de partes compradas utilizadas en este producto durante el período en cuestión.

***Valor Materia Prima Consumida***
***= Cantidad de Material Utilizado x Precio de Compra Unitario Año Base***

***Valor Partes Compradas = Cantidad Partes Compradas x Precio Unitario Año Base***

Por lo tanto, el valor del insumo de material se obtiene de la suma de estos dos componentes, de acuerdo con lo que se indica a continuación:

***Valor Insumo Material = Valor Materia Utilizada + Valor Total Partes Compradas***

En el modelo de productividad total, el capital considera tanto el capital fijo como el capital de trabajo. El capital fijo incluye las inversiones de largo plazo como son terrenos, construcciones, maquinarias, equipos, etc., y los costos amortizados de investigación y desarrollo. El capital de trabajo incluye la inversión que se tiene en inventarios, en las cuentas por cobrar y en el efectivo.

Para determinar los insumos de capital es necesario en primera instancia calcular el costo de capital promedio ponderado de las fuentes de financiamiento que tienen costo. En términos generales estas fuentes se pueden dividir en: pasivos con costo (obligaciones financieras) y recursos propios (acciones ordinarias, acciones preferentes y utilidades retenidas). También se deben considerar la participación a trabajadores y el impuesto a la renta en el caso de las fuentes de financiamiento cuya remuneración es deducible de impuestos.

$$CCPP = \frac{Pasivos\ con\ Costos}{Total\ Recursos\ con\ Costos} \times Costos\ del\ Pasivo \times (1 - Impuestos)$$

$$+ \frac{Recursos\ Propios}{Total\ Recursos\ con\ Costos} \times Rentabilidad\ Requerida\ Accionistas$$

Si no se cuenta con información financiera en detalle, se puede obtener este dato al dividir la suma del gasto financiero y los dividendos pagados para el total de los recursos con costo, en caso que la empresa no reparta dividendos es necesario hacer un supuesto sobre cuáles serían los dividendos que repartiría a sus accionistas.

$$Costos\ Recursos = \frac{Gastos\ Financiero + Dividendos\ Pagados}{Total\ Recursos\ con\ Costo}$$

El valor del insumo de capital fijo para la empresa se obtiene al sumar los valores anuales de cada activo, el calcular su costo en el año base y su vida productiva. Para esto, se debe tener en cuenta que el costo en el dicho año de un activo se obtiene del precio de compra del activo más costos capitalizados en los cuales se incurre para el uso del activo. La vida productiva de un activo es el período estimado en que se puede esperar que el activo sea útil antes de su deterioro físico completo o de su obsolescencia económica. Este valor tiene que ser deflactado para obtener el valor correspondiente en el año base.

$$Insumo\ Capital\ Fijo = Costo\ Histórico \times Porcentaje\ de\ Depreciación\ Anual$$

En lo que se refiere a los insumos de capital de trabajo, estos se obtienen con la suma del producto del valor de un activo líquido en términos del costo de capital para la empresa en el año base, en donde el valor de un activo líquido en términos de dicho años se obtiene mediante la deflación de su valor en el período actual. El costo de capital tiene que ser el de dicho período.

$$Insumo\ Capital\ de\ Trabajo = Inversión\ en\ Capital\ de\ Trabajo \times CCPP$$

Este valor tiene que ser deflactado para obtener el valor correspondiente en el año base. El valor total de los insumos de capital se obtiene de la suma de estos dos elementos.

El insumo de energía es el costo de la energía en que se incurre al utilizar uno o más recursos de combustible. Los otros gastos incluyen gastos de viaje, impuestos, honorarios profesionales, gastos de comercialización, gastos de procesamiento de información, materiales de oficina, etc.

$$Insumo\ Energía = Cantidad\ Energía \times Precio\ Unitario\ en\ el\ año\ base$$

$$Insumo\ Otros\ Gastos = Cantidad\ Otros\ Gastos \times Precio\ Unitario\ en\ el\ año\ base$$

Por lo tanto, el total de los insumos (denominador) se obtiene de la suma de estos cinco elementos en los cuales se han dividido los insumos tangibles.

## 3. Comparación de los modelos

Los modelos de productividad analizados tienen dos enfoques: operativo y financiero; a partir de este hecho es necesario identificar el modelo adecuado para cada tipo de Organización y para el momento en el cual se realiza la medición. En la tabla 5, se observan las variables más importantes de cada modelo, el enfoque que tiene y las condiciones necesarias para que hacer factible su aplicación.

**Tabla 5. Comparación de modelos**

| MODELO | ENFOQUE | VARIABLES | CONDICIONES |
|---|---|---|---|
| DEA | Operativo | Entradas y salidas del proceso productivo | Se pueden aplicar en empresas en las cuales se identifiquen claramente las cantidades de entradas y salidas del proceso productivo. Además es necesaria la información de varias Organizaciones y de varios procesos productivos para que se puedan comparar. |
| Productividad del Trabajo | Operativo | Tiempos estándar, horas de trabajo, unidades producidas | Es ideal para Organizaciones en las cuales el componente de mano de obra represente una parte significativa de las operaciones y de los costos |
| Lawlor | Mixto | Tiempos de producción, tiempo ocioso, costos de producción, costos del tiempo ocioso | Se necesitan identificar claramente los datos acerca de los tiempos: de conversión, subordinados, de transformación, ociosos, para lo cual se necesita realizar un estudio detallado de las operaciones. |
| Gold | Financiero | Ingresos, costos, capacidad de producción, inversiones fijas y de capital | Es un modelo bastante general, las variables suelen estar disponibles, por lo cual se puede aplicar a cualquier Organización |
| Financiero | Financiero | Estados Financieros | Realiza un análisis financiero de la situación de las Organizaciones por lo cual también es bastante general, aunque sus resultados no siempre atacan la raíz del problema de productividad |
| Productividad Total | Financiero | Cantidad de materia prima, horas trabajadas, costos de insumos indirectos, gastos e inversiones | Es un modelo completo ya que considera todos los insumos requeridos para obtener la producción. Además se pueden obtener mediciones de productividad totales o parciales (productividad de cada insumo) |

**Elaborado por:** Fabián Cueva.

## III. CONCLUSIONES

Se describieron seis modelos de productividad y se identificaron sus componentes, variables, supuestos, condiciones e interpretación de resultados, lo que ayudará para su aplicación en diferentes tipos de Organizaciones.

Para la aplicación de los modelos, es necesario que las empresas tengan información histórica, organizada y desagregada en cuanto a entradas, salidas, recursos, ingresos, costos y etapas del proceso productivo, para que se puedan generar datos para las variables.

Los modelos de productividad son complementarios ya que abordan la problemática desde varios ángulos. Esto demuestra que la aplicación de un solo modelo limitaría el análisis de productividad, lo ideal es combinar los resultados de varios de ellos para obtener un resultado más completo.

En los modelos en los cuales se valoran los insumos en términos monetarios es importante considerar el valor del dinero en el tiempo, ya que de lo contrario se distorsionaría la interpretación de los resultados.

Este estudio pretende sentar las bases para que en el futuro las investigaciones se puedan enfocar en la aplicación de los modelos para medir la productividad en varios tipos de organizaciones, hacer comparaciones históricas y de la industria y proponer mejoras con el fin de obtener mejores resultados en las operaciones, lo cual hará que la rentabilidad mejore.

## LITERATURA CITADA

Amat, O. (2005). *Análisis Económico Financiero.* España: Ediciones Gestión 2000.

Domínguez, M., y José, A. (1995). *Dirección de Operaciones*, Madrid, España: McGraw-Hill.

Eslava J. y Eslava, J. (2010). *Las claves del análisis económico financiero de la empresa.* (2a. ed.). España: ESIC Editorial.

Gaither, N. y Frazier, G. (2000). *Administración de producción y operaciones.* (4a. ed.). México: Thomson Editores.

Lefcovich, M. (2005). *Gestión total de la productividad.* [s.n].

López J., Fernández S., y Morales M. (2007). Aplicación De La Técnica DEA (Data Envelopment Analysis) en la determinación de eficiencia de Centros de costos de producción, *Scientia et Technica* Año XIII, No 37. Universidad Tecnológica de Pereira.

Medina, J. (2007). *Modelo Integral de Productividad.* Bogotá: [s.n].

NIC 1 – *Presentación de Estados Financieros.*

NIIF para las Pymes.

Organización Internacional del Trabajo OIT. ICMT 17. *Productividad Laboral y Costo Unitario de la Mano de Obra.*

Polania, B. (1999). *Una aplicación de Data Envelopment Analysis: Análisis comparativo de eficiencia entre hospitales en Colombia.* Santa Fe de Bogotá D.C: [s.n].

Prokopenko, J. (1989). *La Gestión de la Productividad. Primera edición, Organización Internacional del Trabajo,* Ginebra: [s.n].

Rincón de Parra, H. (2005). *Calidad, productividad y costos:* análisis de relaciones entre estos tres conceptos. Venezuela: Red Actualidad Contable Faces.

Sumanth, D. *Ingeniería y Administración de la Productividad.* Editorial Mc-GRAW-HILL.

Sumanth, D. (1999). *Administración para la Productividad Total.* CECSA.