



**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
INGENIERÍA DE LA PRODUCTIVIDAD**

MEDICIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD EN LAS ORGANIZACIONES

Amys Roa
Anick Muñoz
Carlos Ruiz
Daynubis Campos

PUERTO ORDAZ, JUNIO DE 2009

Ventajas de la Medición de la Producción en las Organizaciones

- Se puede evaluar la eficiencia de la conversión de los recursos
- Se puede simplificar la planeación de los recursos
- Los objetivos económicos y no económicos de la organización pueden reorganizarse por prioridades.
- Se pueden modificar en forma realista las metas de los niveles de productividad
- Es posible determinar las estrategias para mejorar la productividad
- Puede ayudar a la comparación de los niveles de productividad entre las empresas de una categoría específica.
- Los valores de productividad generados después de una medida pueden ser útiles en la planeación de los niveles de utilidades en una empresa
- La medición crea una acción competitiva.

NÚMERO DE ÍNDICES

Es una herramienta matemática que permite entre otros aspectos evaluar la productividad.

Son relaciones o cocientes que permiten medir cambios, tanto de precios como de cantidades, producidos en insumos y productos de un sistema, ya sea de un periodo a otro, con la finalidad de analizar su comportamiento o evaluarlos comparativamente con otras entidades similares.

NÚMERO DE ÍNDICES

La finalidad de medir dichos cambios es precisamente evaluar la productividad del sistema bajo estudio.

Es fundamental para la evaluación de la productividad la caracterización de entradas o recursos, y de las salidas o productos que esta teniendo el sistema productivo en estudio.

NÚMERO DE ÍNDICES

A continuación se plantea un ejemplo de la agrupación que puede tenerse en las entradas y salidas:

Entradas

- ✓ **Mano de obra**
- ✓ **Capital o infraestructura**
- ✓ **Materiales y suministros**
- ✓ **Energía**
- ✓ **Otros insumos o insumos intermedios**

NÚMERO DE ÍNDICES

Salidas:

- ✓ Productos: carros, tornillos, zapatos, entre otros.
- ✓ Servicios: de telecomunicaciones, salud, entre otros.

El modelo de número de índices se aboca a la determinación de índices de cantidad, tanto de entradas como de salidas, mencionadas en la definición de productividad.

NÚMERO DE ÍNDICES

Algunos ejemplos de números índices comúnmente utilizados por los economistas y hombres de negocio para analizar cuantitativamente las situaciones económicas son:

- Índice nacional de precios al consumidor
- Índice de precios relativos
- Índice de volumen de producción nacional

NÚMERO DE ÍNDICES

1_El índice nacional de precio al consumidor mide el cambio promedio con respecto a un periodo base.

2_El índice de precios relativos es el cociente del índice de precios de un bien dado, con respecto al índice nacional de precios al consumidor general. Se utiliza para comparar el ritmo de cambio respecto del promedio general.

NÚMERO DE ÍNDICES

3_El índice de volumen de producción **nacional** se construye con la información de la encuesta industrial mensual y mide el ritmo del volumen de la producción manufacturera a partir de los reportes de varias empresas manufactureras

NÚMERO DE ÍNDICES

Una de las principales razones por la que se utilizan los números índices es que estos permiten crear una serie de datos discretos en el tiempo; tales datos pueden servir para:

- a) Medir los cambios de dichos índices en un periodo discreto de tiempo respecto al otro.
- b) Relacionarlos con la función de producción agregada que los ajusta

NÚMERO DE ÍNDICES

- c) Medir la máxima cantidad de salida agregada que puede producirse con los insumos actuales.
- d) Medir la mínima cantidad de entrada agregada que se requiere para producir la salida actual
- e) Evaluar la productividad
- f) Monitorear tendencias de los tres puntos anteriores.

NÚMERO DE ÍNDICES

En particular para un sistema productivo, sea esta un consorcio, empresa o departamento, el modelo de números índices en su aplicación a la evaluación de la productividad, arroja los siguientes indicadores:

- ✓ *Índice de cantidad de la entrada i*
- ✓ *Índice de los precios de la entrada i*
- ✓ *Índice de la cantidad de entradas agregadas*
- ✓ *Índice de precios de entradas agregadas*
- ✓ *Índice de cantidad de salida i*
- ✓ *Índice de precios de la salida i*
- ✓ *Índice de cantidad de las salidas agregadas*
- ✓ *Índice de precios de las salidas agregadas*
- ✓ *Índice de productividad*

Mano de Obra

La variable *cantidad de mano de obra* cuantificaría cuanto personal hay de cada nivel en cada período analizado, como el mostrado a continuación:

Nivel	Enero	Febrero	Marzo	Abril
Jefe de Taller	1	1	1	1
Coordinador	4	4	4	4
Auxiliar de contabilidad	2	2	2	2
Secretaria	1	1	1	1
Técnico especialista	15	15	16	16

Mano de Obra

CANTIDAD

Bajo esta variable se engloba el número de personal que labora en cada nivel, categoría o puesto de la organización bajo estudio en cada período que desea ser analizado, incluyendo el período que ha sido seleccionado como base (si este es el caso).

Por ejemplo, si se desea analizar la productividad de un taller cuya estructura está conformada como lo muestra la figura:



Los puestos o niveles salariales corresponden en orden descendiente a:

- ✓ Jefe de Taller.
- ✓ Coordinadores.
- ✓ Auxiliares de contabilidad.
- ✓ Secretarias.
- ✓ Técnicos especialistas.

Mano de Obra

PRECIO UNITARIO

En este concepto se agrupa el costo unitario dado por cada nivel de la estructura orgánica. Se recomienda que este sea el salario integrado, esto es el sueldo base más el prorrateo correspondiente a vacaciones, aguinaldo, fondo de ahorro, etc., lo anterior con la finalidad de que por ejemplo el mes de diciembre, en donde normalmente se erogan aguinaldo y fondo de ahorro, no aparezcan como un mes con un gasto excesivo en mano de obra.

Cuando existen prestaciones adicionales como vales, prestamos para vehículos, bonos etc., éstas deben ser incluidas en el período en que se otorguen como parte del precio unitario de la mano de obra.

Siguiendo con el ejemplo del taller mecánico (jefe de taller), el cálculo del precio unitario de la mano de obra, dados los datos mostrados en la tabla anterior y la forma como se calcula el salario integrado cuando se tienen estas prestaciones son:

Nivel		Sueldo base/día (\$)	Vacaciones	Aguinaldo	Salario mensual integrado (\$)
Jefe de Taller	de	42	30 días	35 días	1.487,5

$$\text{Salario integrado} = 30 + \left(\frac{\text{Días de vacaciones}}{12} + \frac{\text{Días de aguinaldo}}{12} \right) \times \text{Salario base diario}$$

Capital

CANTIDAD

En este concepto se identifica la cantidad de equipos, edificios, etc., con que cuenta la empresa, esto es, toda aquella infraestructura que contablemente se deprecia, o en otras palabras que forma el activo fijo de la compañía o empresa. Es la que se considera como insumo de capital en los modelos de productividad. En este rubro se tipifican las unidades físicas existentes de cada tipo de equipo, edificios, etc.

De esta forma, siguiendo el ejemplo del taller mecánico, la cantidad de capital estaría dada de la siguiente manera:

Grupo	Cantidad
Torno	1
Gato Hidráulico	2
Computadora para medición de gases contaminantes	1
Multímetros	5
Edificio	1

Capital

PRECIO UNITARIO

- Se conjuntan las cantidades deducidas por concepto de depreciación unitaria para cada tipo o grupo en que ha sido clasificado el capital, en el período que se está analizando.
- Se estima que la depreciación en un período es la parte proporcional del costo de un equipo o maquinaria que se usa o se “gasta” en el período analizado y que, por tanto, forma parte de los costos de producción de ese período.

En virtud de lo anterior, en el ejemplo del taller mecánico, el cálculo de capital sería la obtención de datos de costo inicial unitario del equipo, el tiempo estimado de vida útil y la depreciación anual (o mensual) unitaria. Donde:

1

- El **costo inicial unitario** es el precio pagado por el bien o equipo.

2

- El **tiempo estimado de vida útil** es el período que los especialistas del equipo o los fabricantes recomiendan como el lapso al final del cual el equipo debe ser reemplazado.

Capital

DEPRECIACIÓN

Normalmente los equipos se deprecian en línea recta, esto es, se divide el costo inicial unitario entre el tiempo estimado de vida útil; de tal manera que en cada período se deprecia una cantidad igual:

Grupo	Costo inicial unitario (\$)	Tiempo estimado de vida útil	Depreciación anual (unitaria)(\$)
Torno	20.000	10 años	2.000,00
Gato Hidráulico	5.000	3 años	1.666,66
Computadora para medición de gases contaminantes	50.000	8 años	625,00
Multímetros	800	8 años	400,00
Edificio	200.000	30 años	6.666,66

Dependiendo del tipo de equipo o bien, algunos autores de libros contables sugieren otro tipo de depreciación tal como la exponencial, la cual asume una mayor depreciación al inicio del período de vida útil y disminuir ésta conforme se acerca al final de la vida útil. De esta forma, el precio del capital está dado por la depreciación unitaria correspondiente para el período analizado.

Materiales y Suministros

CANTIDAD

Bajo este concepto se cuantifica la cantidad de todo aquel material o suministro que interviene directamente en la generación de un bien o servicio. En esta variable se plasma la cantidad de cada tipo de material, tal como las bujías, cables, etc., y de suministros, como: agua, energía, combustibles, etc., que intervienen de manera directa al proceso productivo.

Con respecto al material, se debe saber cómo cuantificar cada tipo de material dependiendo del tipo de empresa, para ello se recomienda clasificar el material en grupos homogéneos o bien trabajar en presupuestos a partidas presupuestales. Una vez hecho esto, la cantidad de cada grupo y dividiendo el gasto total por grupo, entre el precio unitario de dicho artículo para cada período analizado.

En lo que respecta a los suministros, cuando no pueden ser cuantificados los que intervienen directamente en el proceso productivo, éstos se ubican casi siempre como insumos intermedios u otros insumos. Sin embargo, cuando sí pueden cuantificarse la cantidad se establece de manera similar que la que se lleva a cabo para los materiales.

Materiales y Suministros

Siguiendo el ejemplo planteado del taller mecánico, la cantidad de materiales y suministros podría estar dada según se muestra en la siguiente tabla:

Grupo	Artículo representativo	Cantidad	Precio unitario(\$)
Tornillos	Tronillo cabeza redonda 2"	130	2.5
Cables	1m de cable aislado de 3 líneas	58	58.20
Filtros	Filtro de gasolina	37	149.70
Refracciones	Bujías	63	26.70

PRECIO UNITARIO

Bajo este rubro se tipifican los precios unitarios de los artículos que conforman el concepto de materiales y suministros, ya sea que éstos se hayan considerado de manera individual o hayan sido clasificados en grupos homogéneos, en cuyo caso el precio unitario se toma como el precio del artículo mas el representativo, el cual se muestra en la última columna de la tabla anterior.

Insumos Intermedios

BAJO ESTE CONCEPTO SE ENGLOBAN

Todos aquellos productos o servicios que son proporcionados por terceras personas o empresas y que participan en el proceso productivo tanto directa como indirectamente. Ejemplos de este tipo de insumo son los servicios subarrendados, de mantenimiento agua, luz, teléfono, energía, horarios pagados por asesorías o contratos de trabajo, etc.

CANTIDAD

Agrupar el número de tipos de productos o servicios que componen este insumo. Al igual que en materiales y suministros, cuando los diversos tipos de insumos intermedios son muchos, entonces éstos se agrupan en clases homogéneas y se procede de manera semejante al caso de materiales y suministros.

Insumos Intermedios

PRECIO UNITARIO

Aquí se especifica el precio por unidad de cada artículo o servicio que componen los tipos de insumos intermedios, o bien si se hizo una estratificación del artículo o servicio representativo de cada clase.

Siguiendo el ejemplo del taller mecánico, la cantidad y el precio unitario de insumos intermedios estaría dada según esta tabla:

Grupo	Artículo representativo	Precio unitario(\$)	Cantidad
Servicio de mantenimiento	Servicio de mantenimiento para medición de gases anticontaminantes	1.000	2
Teléfono	1 llamada diurna México-Monterrey de 3 minutos	20,00	25
Honorarios	Pago mensual del contador contratado para llevar la parte contable del taller.	3.000	4

TEORÍA DE INDICES

Tabla de fórmulas de los índices más comunes

Fórmula	Nombre	Función de producción o de costos para la cual son exactos
$\frac{p^j \cdot x^0}{p^0 \cdot x^0}$	Índice precios de Laspeyres	
$\frac{x^j \cdot p^0}{x^0 \cdot p^0}$	Índice cantidad de Laspeyres	
$\frac{p^j \cdot x^j}{p^0 \cdot x^j}$	Índice precios de Paasche	
$\frac{x^j \cdot p^j}{x^0 \cdot p^j}$	Índice cantidad de Paasche	
$\left(\frac{(p^j \cdot x^0)(p^j \cdot x^j)}{(p^0 \cdot x^0)(p^0 \cdot x^j)} \right)^{1/2}$	Índice de precios ideal de Fisher	
$\left(\frac{(p^j \cdot x^j)(p^0 \cdot x^j)}{(p^j \cdot x^0)(p^0 \cdot x^0)} \right)^{1/2}$	Índice cantidad ideal de Fisher	
$\prod_{n=1}^M \left(\frac{x_n^j}{x_n^0} \right)^{1/2(S_n^0 + S_n^j)}$ $S_n^j = \frac{p_n^j \cdot x_n^j}{p^j \cdot x^j}$	Índice cantidad de Tornqvist (aproximación discreta al Índice Divisa)	$\ln f(x) = \alpha_0 + \sum_{n=1}^M \alpha_n \ln x_n$ $+ \frac{1}{2} \sum_{j=1}^M \sum_{k=1}^M \gamma_{jk} \ln x_j \ln x_k$
$\prod_{n=1}^M \left(\frac{p_n^j}{p_n^0} \right)^{1/2(S_n^0 + S_n^j)}$ $S_n^j = \frac{p_n^j \cdot x_n^j}{p^j \cdot x^j}$	Índice de precios de Tornqvist	$\ln c(p) = \alpha_0^* + \sum_{n=1}^M \alpha_n^* \ln p^n$ $+ \frac{1}{2} \sum_{j=1}^M \sum_{k=1}^M \gamma_{jk}^* \ln p_j \ln p_k$ Donde: $\sum_{n=1}^M \alpha_n^* = 1$ $\gamma_{jk}^* = \gamma_{kj}^*$ $\sum_{n=1}^M \gamma_{nn}^* = 0$

Fórmula	Nombre	Función de producción o de costos para la cual son exactos
$\left(\sum_{i=1}^M \left(\frac{x_i^j}{x_i^0} \right)^{1/2} \left(\frac{p_i^0 \cdot x_i^0}{p^0 \cdot x^0} \right)^{1/2} \right)^{2/r}$	Índice de cantidad de la media cuadrática de orden r	$f(x) = \left(\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^M a_{ij} x_i^{\frac{r}{2}} x_j^{\frac{r}{2}} \right)^{1/r}$
$\left(\sum_{i=1}^M \left(\frac{p_i^j}{p_i^0} \right)^{r/2} \left(\frac{p_i^0 \cdot x_i^0}{p^0 \cdot x^0} \right)^{1/r} \right)^{2/r}$	Índice de precios de la media cuadrática de orden r	$c(p) = \left(\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^M b_{ij} p_i^{\frac{r}{2}} p_j^{\frac{r}{2}} \right)^{1/r}$ $b_{ij} = b_{ji}$

TEORÍA DE INDICES

EJEMPLO: Taller Mecánico

	Precio			
	Enero	Febrero	Marzo	Abril
Mano de obra	3,987.50	3,987.50	4,785.99	4,785.99
	3,000.00	3,000.00	3,600.00	3,600.00
	1,030.00	1,030.00	1,236.00	1,236.00
	945.00	945.00	1,134.00	1,134.00
	1,833.00	1,833.00	2,199.60	2,199.60
	166.00	166.00	166.00	166.00
Capital	138.88	138.88	138.88	138.88
	520.00	520.00	520.00	520.00
	33.33	33.33	33.33	33.33
	555.55	555.55	555.55	555.55
Mater. y sum.	2.50	2.50	3.80	3.80
	58.20	58.20	62.30	62.30
	149.70	149.70	149.70	153.20
	26.70	26.70	29.30	29.30
Insum. interm.	1,000.00	1,000.00	1,100.00	1,100.00
	20.00	20.00	25.00	25.00
	3,000.00	3,000.00	3,200.00	3,200.00

	Cantidad			
	Enero	Febrero	Marzo	Abril
Mano de obra	1	1	1	1
	4	4	4	4
	2	2	2	1
	1	1	1	2
	15	15	16	16
	1	1	1	1
Capital	2	2	2	2
	1	1	1	1
	5	5	5	5
	1	1	1	1
	58	52	32	48
Mats. y suminists.	37	39	53	45
	63	50	70	62
	2	3	2	2
Insumos interms.	25	15	30	28
	4	5	4	5

TEORÍA DE INDICES

Cálculos y Resultados para el índice de precios y cantidades de Laspeyres:

Índice de cantidad					
		$X^0 p^0$	$X^1 p^0$	$X^2 p^0$	$X^3 p^0$
		3987.5	3987.5	3987.5	3987.5
Mano de obra		12000	12000	12000	12000
		6000	2060	2060	1030
		945	945	945	1890
		27495	27495	29328	29328
	Suma	46487.5	46487.5	48320.5	48235.5
	Ind. can.	100	100	103.943	103.76
		$X^0 p^0$	$X^1 p^0$	$X^2 p^0$	$X^3 p^0$
		166	166	166	166
Capital		277.76	277.76	277.76	277.76
		520	520	520	520
		166.65	166.65	166.65	166.65
		555.55	555.55	555.55	555.55
	Suma	1685.96	1685.96	1685.96	1685.96
	Ind. can.	100	100	100	100
		$X^0 p^0$	$X^1 p^0$	$X^2 p^0$	$X^3 p^0$
		325	372.5	302.5	337.5
Materiales y suministros		3375.6	3026.4	1862.4	2793.6
		5538.9	5838.3	7934.1	6736.5
		1682.1	1335	1869	1655.4
	Suma	10921.6	10572.2	11968	11523
	Ind. can.	100	96.8008	109.581	105.507
		$X^0 p^0$	$X^1 p^0$	$X^2 p^0$	$X^3 p^0$
		2000	3000	2000	2000
Insums. interm.		500	300	600	560
		12000	15000	12000	15000
	Suma	14500	18300	14600	17560
	Ind. can.	100	126.207	100.69	121.103

Índice de precios					
		$X^0 p^0$	$X^0 p^1$	$X^0 p^2$	$X^0 p^3$
		3 987.50	3 987.50	4 785.00	4 785.00
Mano de obra		12 000.00	12 000.00	14 400.00	14 400.00
		2 060.00	2 060.00	2 472.00	2 472.00
		945.00	945.00	1 134.00	1 134.00
		27495	27495	32994	32994
	Suma	46487.5	46487.5	55785	55785
	Ind. de precios	100	100	120	120
		$X^0 p^0$	$X^0 p^1$	$X^0 p^2$	$X^0 p^3$
		166	166	166	166
Capital		277.75	277.76	277.76	277.76
		520	520	520	520
		166.65	166.65	166.65	166.65
		55.55	555.55	555.55	555.55
	Suma	1685.96	1685.96	1685.96	1685.96
	Ind. de precios	100	100	100	100
		$X^0 p^0$	$X^0 p^1$	$X^0 p^2$	$X^0 p^3$
		325	325	494	494
Materiales y suministros		3375.6	3375.6	3613.4	3613.4
		5538.9	5538.9	5538.9	5668.4
		1682.1	1682.1	1845.9	1845.9
	Suma	10921.6	10921.6	11492.2	11621.7
	Ind. de precios	100	100	105.22	106.41
		$X^0 p^0$	$X^0 p^1$	$X^0 p^2$	$X^0 p^3$
		2000	2000	2200	2200
Insumos intermedios		500	500	625	625
		12000	12000	12800	12800
	Suma	14500	14500	15625	15625
	Ind. de precios	100	100	107.76	107.76

TEORÍA DE INDICES

El índice CANTIDAD se calcula según la fórmula de Laspeyres, dividiendo la suma X^0P^1 entre la suma de X^0P^0 , por ejemplo:

	Enero	Febrero	Marzo	Abril
Índice de cantidad Laspeyres de mano de obra	$\frac{46487.5}{46487.5} \times 100$ = 100	$\frac{46487.5}{46487.5} \times 100$ = 100	$\frac{48320.5}{46487.5} \times 100$ = 103.943	$\frac{48235.5}{46487.5} \times 100$ = 103.76

TEORÍA DE INDICES

Análisis de las salidas vía los números índices:

INDICE DE SALIDA

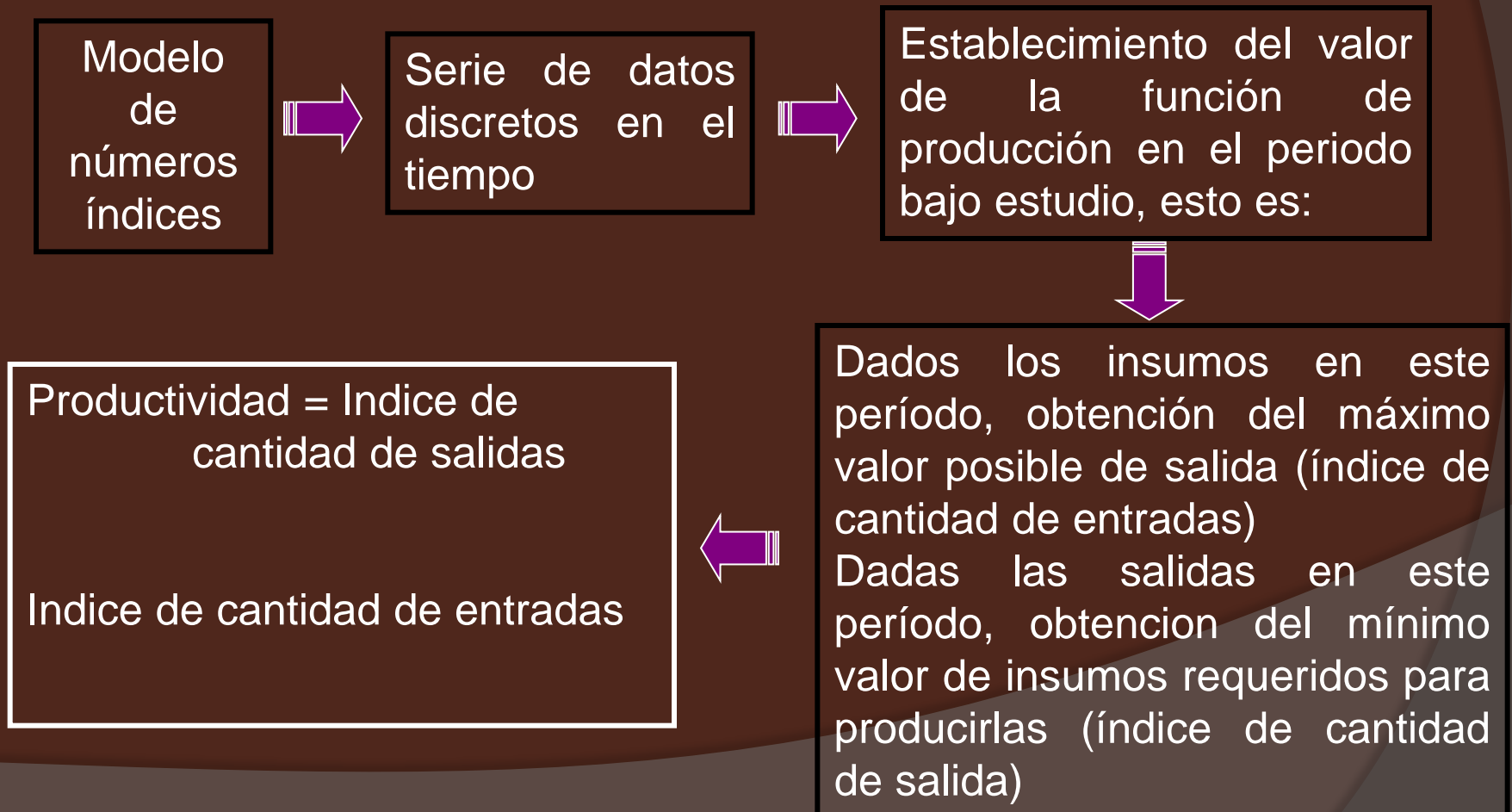
Es conocido en productividad como el enfoque de entradas, el cual asume una salida dada y minimiza las entradas requeridas para producir dicha salida.

Un número índice de precio y cantidad es una relación que nos permite medir los cambios producidos tanto en recursos (entradas) como en salidas, con respecto a un año base utilizado como referencia.

TEORÍA DE INDICES

INDICE DE PRODUCTIVIDAD

Diagrama de flujo de los pasos a seguir para evaluar la productividad en un periodo j utilizando el modelo de números índices:



TEORÍA DE INDICES

Ventajas

- Permite monitorear cambios en precios y cantidades tanto de insumos como de salidas.
- Evalúa la productividad como cambios en las cantidades de entradas.
- Evalúa valores discretos en el tiempo de la función de producción asumida para la empresa bajo estudio, sin tener que calcular los coeficientes de dicha función, solamente utilizando datos de precios y cantidades de insumo y productos.

TEORÍA DE INDICES

Desventajas

- Requiere tener desglosada la información de insumos y productos en precios y cantidades.

Conclusión

La medición de la productividad permite comparar bajo una misma medición el desarrollo de compañías, industrias y naciones.

Las organizaciones utilizan una gran variedad de orientaciones para mejorar la productiviad, dirigidas al área:

- Tecnológica
- Administrativa