

Esquema de los Métodos Estadísticos

POR EL INGENIERO
EMILIO ALANIS PATIÑO

III. NUMEROS INDICES

LAS obras de ingeniería se hacen en períodos que pueden variar desde unos cuantos días, hasta varios siglos, según su magnitud y su naturaleza. Una casa modesta o un puente pequeño pueden construirse en algunas semanas, mientras que las obras del Valle de México se han realizado en el curso de 400 años y aún no están terminadas. La construcción de la presa, los canales y los drenes del Distrito de Riego Núm. 4 Don Martín, N. L., se hizo de 1926 a 1937. La Presa de La Angostura principió a construirse a mediados de 1937 y se terminó a fines de 1941. Estos cuantos ejemplos bastan para recordar que las obras necesarias para regar tierras en una extensión considerable, se construyen durante un tiempo relativamente largo, aun cuando se apliquen los mejores procedimientos de construcción y de administración.

En el período que dura la construcción de las grandes obras de ingeniería, pueden ocurrir cambios importantes que afecten al desarrollo de las obras. Las transformaciones políticas, legales o económicas de carácter nacional, suelen repercutir en el proceso constructivo de las obras, como se confirma con la historia de numerosas obras públicas, palacios y catedrales en todo el mundo. A la influencia de las transformaciones nacionales puede agregarse la de cambios particulares o locales, bien de carácter físico o bien de naturaleza social. Estas influencias se manifiestan principalmente en los costos de construcción, de modo que en general la inversión que requiere una obra es diversa de la presupuestada originalmente.

Suponiendo que una obra de importancia se construyera completamente de acuerdo con los diseños aprobados en un principio, todavía así su costo final sería tal vez diverso del señalado en el presupuesto inicial, pues probablemente durante su ejecución variarían las cuotas correspondientes

a remuneraciones por trabajo (honorarios y sueldos de personal técnico, salarios de obreros, prestaciones sociales), los precios de los materiales y servicios empleados (cemento, fierro, madera, gasolina... transportes, etc.), y las cuotas de amortización para equipos (tránsitos, niveles... camionetas, camiones... perforadoras, dragas, revolvedoras, etc.). Estas variaciones de los costos están ligadas estrechamente con los cambios que sufre la moneda en su poder adquisitivo, en las alternativas de auge y depresión, que son propias del régimen económico predominante en el mundo, cuyo carácter se ha acentuado más en los últimos años.

El valor es un atributo común a gran número de bienes y servicios económicos, así como la dimensión lineal se halla en numerosos cuerpos, sólo que para medir esta última se emplean las unidades de longitud correspondientes a patrones fijos y bien definidos, mientras que para medir el valor se hace uso de las unidades monetarias, inciertas y de magnitudes casi constantemente variables. El valor en sí es algo relativo, pero se hace mucho más inconstante porque se mide con unidades diversas en el curso del tiempo. Esta circunstancia hace que cuando se cita alguna cantidad de dinero, forzosamente debe mencionarse la época respectiva como referencia a determinada medida del valor.

La población general sufre las consecuencias de la inestabilidad monetaria, particularmente cuando los negocios se deprimen mucho en épocas de gran auge. La depresión significa desempleo, precios y salarios bajos, moneda de poder adquisitivo relativamente elevado, etc. La prosperidad en los negocios corresponde a precios y salarios nominalmente altos, bajo poder adquisitivo de la moneda, etc. Las variaciones en el costo de la vida son motivo suficiente para que todo mundo se entere de que la moneda está cambiando siempre

de magnitud. Pero no todo el mundo recuerda que otras unidades de medida cambian también, aunque dentro de límites reducidos. Una cinta métrica de metal, por ejemplo, mide la misma longitud sólo cuando se usa en determinadas condiciones de tensión, temperatura, etc. Para eliminar estos errores de observación, la base de una triangulación se mide repetidas veces, con precauciones especiales que permiten corregir la catenaria y la dilatación o contracción, debido a las temperaturas obteniendo finalmente una media que se acepta como el valor más probable de la base medida. ¿Por qué no intentar también una corrección análoga de los errores que resultan al medir el valor con unidades monetarias que sólo el nombre tienen constante? La Estadística proporciona los medios de lograr este intento, cuando menos parcialmente, a la manera como la Física da los procedimientos para corregir la medición de una magnitud lineal. Así la Estadística presta un servicio a la Economía y a la Ciencia de las Finanzas, como la Física lo ha dado muy valiosamente a la Geodesia y a la Topografía.

Las correcciones que se hacen sobre cantidades de dinero para tener valores expresados en moneda del mismo poder adquisitivo, se emplean con fecundos resultados en la Economía Aplicada, tanto o más que en las especulaciones de la Teoría Económica. Los costos unitarios de cierta clase de trabajo realizado y pagado en períodos de rápida elevación o de brusco descenso de precios, son incomparables entre sí, cuando se expresan en moneda corriente que circuló en las distintas épocas de la construcción, pero son perfectamente comparables cuando se dan en unidades monetarias de igual poder adquisitivo. Los salarios nominalmente pueden aumentar mucho, pero este movimiento producirá una verdadera mejoría de los trabajadores, sólo cuando el costo de la vida no haya crecido en mayor proporción; estadísticamente los salarios nominales pueden convertirse en salarios reales, cuyas variaciones sí señalan los cambios que asume el poder de compra de los trabajadores, o sea su bienestar material; en las cifras de los salarios reales, se hallará eliminado el error de medir las remuneraciones al trabajo con unidades disímiles. El estudio de las relaciones entre oferta y demanda de mercancías, el análisis de los costos decrecientes y otras muchas cuestiones económicas, necesariamente implican correcciones como las citadas antes para los costos unitarios y los salarios nominales.

La conversión de moneda corriente en unidades monetarias de poder adquisitivo constante, o siempre igual con referencia a determinada época, resulta fácil cuando se sabe en qué medida ha variado el poder de compra de la moneda corriente, respecto a la época básica. Pero este poder de compra varía en razón inversa de los precios, de modo que si se logra saber en qué sentido y en cuál proporción ha variado el nivel general de los precios, se podrá medir la capacidad adquisitiva de la moneda. Por ejemplo, en 1940 la C. N. I. gastó digamos \$ 31 500 000.00, dinero que tuvo poder para comprar menos equipos, materiales y servicios que la misma cantidad en moneda de 1929, pues en 1940 los precios en general fueron 24% mayores que en 1929. El poder adquisitivo del peso bajó 20%, o sea que \$ 1.00 de 1940 compraba en general artículos que en 1929 se adquirirían con \$ 0.80. Por lo tanto, el dinero que gastó la C. N. I. en 1940 tuvo un valor equivalente a \$ 25 200 000.00, de la moneda que circuló en 1929, suponiendo que los precios de artículos y los salarios pagados por la C. N. I. hubieran aumentado en la proporción de las mercancías en general, o sea 24% de 1929 a 1940. Parece razonable que los costos unitarios de 1940 aparezcan mayores que los de 1929, y que el presupuesto de una obra, formulado con precios y salarios de 1929, haya quedado abajo de lo real si dicha obra se ejecutó en 1940.

Cuando hablamos del poder adquisitivo de la moneda, nos referimos a la cantidad de mercancías que con ella puede adquirirse. Con \$ 100.00 se podía comprar a los agricultores 2 toneladas de maíz en 1933, pero sólo 1 tonelada en 1939, de modo que en 6 años el peso perdió la mitad de su poder adquisitivo respecto al maíz. Por otra parte, con \$ 240.00 se adquirirían en el campo 4 toneladas de frijol en 1933 y sólo 1 tonelada en 1940 y con respecto a este artículo, el peso perdió las tres cuartas partes de su poder adquisitivo. En centenares de mercancías y de servicios diversos, el peso muestra en el mismo período, diferentes proporciones en la baja de su poder adquisitivo, y aun en casos raros puede hallarse un aumento de la capacidad de compra. La media que dan estas proporciones de aumento y de disminución, se admite como medida de las variaciones que sufre el poder adquisitivo de la moneda. Correctamente la media debe calcularse con los datos de todas las mercancías, servicios y valores que se compran con mo-

neda, resultando así un índice general, referido con frecuencia a los precios de mayoreo. Para usos específicos se calculan índices de precios a que venden los productores, de precios de menudeo y del costo de la vida, así como índices de precios de exportación y de precios de importación, pues el poder adquisitivo de la moneda puede variar de un modo en el interior y de otra manera en el exterior del país.

Llamamos precio relativo al cociente que resulta de dividir el precio corriente de una fecha o época dada, entre el precio de la misma mercancía en el período básico; generalmente el precio relativo se multiplica por 100. Si el precio del cemento

fué de \$43.00 por tonelada en 1941, y de \$ 44.00 en 1929, el precio relativo para 1941, con base en 1929, será de 93; es claro que el precio del cemento bajó 7% en los 10 años citados. Para no discutir en detalle las condiciones de un período de tiempo que sirva satisfactoriamente como base para comparar las variaciones del poder adquisitivo, sólo diremos que conviene tomar por lo menos un año, aunque es preferible un trienio o un quinquenio que se conceptúe relativamente normal, o anterior a una época de fuertes conmociones económicas, políticas o militares. En México hay varios índices basados en los datos de 1929, y a este período básico se refieren las cifras siguientes:

PRECIOS RELATIVOS. Base 1929 = 100

PRODUCTO	Venta de productores en los EE. UU. MM.		Ventas de mayoreo en México, D. F.		Ventas de menudeo en México, D. F.	
	1931	1939	1931	1939	1931	1939
Frijol (1)	93	175	138	175	165	171
Garbanzo (2)	63	153	116	132	92	113
Papa (3)	81	149	129	143	108	123
Tomate (rojo)	78	138	105	138
Ajonjolí (4)	84	237	117	160	113	144
Café (5)	64	85	77	99	80	97
Arroz (6)	70	98	93	160	115	140
Chile seco (7)	113	145	109	141	105	144
Maíz (8)	64	133	95	149	100	133
Trigo (9)	60	156	79	139

NOTAS: (1) Frijol bayo para mayoreo y menudeo. (2) Garbanzo de segunda para mayoreo y menudeo. (3) Papa blanca para mayoreo y menudeo. (4) Aceite de ajonjolí para mayoreo y menudeo. (5) Café planchuela de segunda para mayoreo y menudeo. (6) Arroz de segunda para mayoreo y menudeo. (7) Chile pasilla para mayoreo y menudeo. (8) Maíz tierra fría para mayoreo. (9) Trigo del país para mayoreo.

Las grandes diversidades que muestra el cuadro anterior, confirma cómo es compleja la dinámica de los precios, cómo el poder adquisitivo de la moneda es un concepto relativo más que una magnitud absoluta y cómo es indispensable su estudio mediante procedimientos simplificados de carácter estadístico. Disponiendo de precios relativos para decenas y aun centenas de artículos, es necesario calcular promedios de dichos precios para tener idea de las variaciones que sufre el nivel medio de los precios. Así se llega a saber que en 1931 los precios rurales de 19 productos agrícolas fueron

32% inferiores al nivel que tuvieron 2 años antes, mientras que los precios de mayoreo de 2 artículos de primera necesidad bajaron sólo el 11% en el mismo bienio y los precios de menudeo tuvieron un descenso todavía menor. En cambio los precios de 1939, comparados con sus correspondientes de 1929, en promedio fueron superiores en 33% para los productos agrícolas, vendidos en el campo, 24% para los artículos de primera necesidad vendidos al mayoreo en la ciudad de México y como 15% en los precios de menudeo de la misma ciudad. (Léase la nota final.)

Discusiones amplias, obras de alto valor y artículos muy numerosos han tenido por objeto el desarrollo de los numerosos índices de precios, y de esta variadísima literatura hemos hecho una selección que damos al último. Aquí no tratamos de exponer los procedimientos técnicos propuestos para la construcción de dichos índices, y sólo diremos que lógica y matemáticamente, es preferible

la fórmula siguiente propuesta por el profesor Irving Fisher:

$$\sqrt{\frac{\sum p_1 q_0}{\sum p_0 q_0} \times \frac{\sum p_1 q_1}{\sum p_0 q_1}}$$

en la que p_0 , p_1 son los precios en las épocas de o y 1 y q_0 , q_1 son las cantidades en las épocas o y 1 . El denominador de la primera fracción es la suma de los valores (precios por cantidades) correspondientes a la época o (período básico) para todos los artículos que se consideren. El numerador de la segunda fracción análogamente es el valor total de las mercancías consideradas correspondientes a la época 1 (año de 1939, por ejemplo). El numerador de la primera fracción es un valor total hipotético, que se hubiera obtenido si las cantidades de la época o se hubieran vendido a los precios de la época 1 . El denominador de la segunda fracción es el valor imaginario que se hubiera obtenido en total, si las cantidades de la época 1 se hubieran vendido a los precios de la época o . El índice en conjunto, es la media geométrica de los dos índices correspondientes a las dos fracciones.

El índice ideal de Fisher requiere dos precios (p_0 , p_1) y dos cantidades (q_0 , q_1) para cada artículo, pero en muchos casos se ignoran las cantidades (q_1) correspondientes a las épocas sucesivas para las que el índice se calcula (por ejemplo, años de 1939, 1940, etc.). Por este motivo y por

sencillez de cálculo, frecuentemente se emplea la fórmula.

$$\frac{\sum p_1 q_0}{\sum p_0 q_0}$$

o bien la media aritmética de los precios relativos, ponderados con pesos que se eligen convenientemente. Las cantidades del período básico (q_0) pueden ser las cantidades producidas, las vendidas, las compradas, las consumidas aparente o efectivamente, etc., y su intervención en el cálculo de los índices obedece al propósito de dar a las variaciones de cada precio, un peso proporcional a la importancia del artículo correspondiente. Así se tiene en los precios rurales, por ejemplo, que los relativos de 1939 para el maíz (133), el trigo (156) y el frijol (175), deben pesar más que los del arroz (93) y el café (85), puesto que las cosechas de estos dos últimos son menos importantes que las de los tres primeros.

Es muy interesante calcular índices con los precios de los artículos importados del extranjero y con los precios de los productos que se exportan a otros países. El siguiente cuadro da las cifras de algunos artículos, cuyas calidades son relativamente constantes en el curso del tiempo. Los relativos se calcularon sobre los valores declarados ante las autoridades aduanales, y no incluyen impuestos de importación, de exportación o aforos, en caso de causarlos las mercancías.

PRECIOS RELATIVOS. Base 1929 = 100

PRODUCTO	Importación		PRODUCTO	Exportación	
	1931	1939		1931	1939
Jamón	103	208	Ganado vacuno	100	187
Manteca de cerdo.....	85	122	Henequén	57	107
Lana cardada peinada en mechas	72	135	Ixtle (de lechuguilla) ..	74	56
Cebada en grano.....	91	222	Café en grano sin cáscara	70	100
Cebada preparada para la fabricación de cer- veza (malta)	100	256	Garbanzo	100	145
Lúpulo.	56	209			
Hoja de lata en láminas sin pintar	180	275			
Sosa cáustica	115	185			

Obsérvese que hay notables diferencias entre los datos de este cuadro y los del anterior, revelándose que el poder adquisitivo del peso en el exte-

rior cayó mucho más que en el interior. Basándose en el tipo de cambio y no en el índice de precios, se tiene que en junio de 1939, el peso había per-

dido el 46% del poder de compra que tenía en los Estados Unidos el año de 1929). El peso equivalía a las siguientes cantidades de oro, por el valor comercial de éste: 0.172 gramos en 1939; 0.725 gramos en 1929; 1.346 gramos en 1879; 1.567 gramos en 1829. Estas cantidades dan clara idea de la tendencia secular que la moneda de México, como la de otros países, sigue en su devaluación, y de la urgencia que hay en deflacionar las series de datos expresados en unidades monetarias, o sea la necesidad de convertirlas a una moneda estable, adoptada convencionalmente sólo para fines de comparación.

La C. N. I. es una institución duradera, destinada a invertir muchos millones de pesos, a comprar equipos de valor considerable y a realizar planes de largo alcance, y no puede prescindir de emplear los numerosos índices de precios como instrumento rectificador de los datos monetarios, claro que sin omitir las cantidades de moneda corriente. Sólo que para las necesidades de la C. N. I., es preciso construir índices adecuados, sobre precios de los materiales, los equipos y los servicios que emplea, dándoles a sus variaciones una mayor o menor importancia, según las cantidades consumidas (o compradas para ciertos casos) en las obras de la propia C. N. I. El Departamento de Estadística que funciona en dicha Dependencia pronto calculará algunos índices que sucesivamente irá mejorando, y que podrán prestar algún auxilio a los funcionarios dirigentes, a los ingenieros proyectistas, a los contratistas de obras y a quienes deseen estudiar los aspectos económicos de la política de irrigación.

* * *

Algunas veces se tiene interés en comparar no los precios de una época con otra, sino los de ciudades o regiones distintas. En este caso pueden emplearse las fórmulas de los índices considerando una ciudad como base de referencia, incluyendo los datos que a ella corresponden en vez de los símbolos p_0 y q_0 . El índice de la ciudad I para la época que se tienen los datos p_0 y q_0 , serán los valores p_1 y q_1 , obteniéndose así, con dicho índice, la relación de los niveles de precios entre las ciudades 0 y I . Índices geográficos de esta naturaleza pueden emplearse cuando se trata de comparar, por ejemplo, cifras de costos de cierta clase de trabajo, obtenidos en condiciones de precios y salarios muy diversos, y también cuando se desea establecer una

relación entre el costo de la vida de una ciudad y el de otra.

En las fórmulas de índices dados atrás, puede permutarse cada p con su correspondiente q ; entonces se obtienen índices de las cantidades ponderadas con los precios, que pueden emplearse, por ejemplo, si se desea conocer los cambios que experimentan los volúmenes físicos de los variados productos obtenidos en la industria de transformación. Tomando el año de 1929 como período básico, se encuentra que en 1940 las principales industrias de transformación produjeron 54% más artículos que 6 años antes. En cambio en el mismo período la energía eléctrica generada sólo aumentó 30% y la industria minerometalúrgica disminuyó 25%. Estas cifras muestran cómo datos muy diversos y en cierto modo heterogéneos, pueden sintetizarse y hacerse comparables.

Los índices del volumen físico de la producción tal vez pueden aplicarse para los datos de trabajo realizado por la C. N. I. en sus diferentes obras, pues las excavaciones, los terraplenes, los concretos y otros trabajos similares, pueden considerarse como diferentes valores de q , y sus costos respectivos se pueden admitir como bases de ponderación o valores de p . Un índice de esta clase tendería a eliminar la influencia del diverso poder adquisitivo de las cantidades del dinero que eroga la C. N. I., y aún de la diversidad de trabajos que realiza en proporciones distintas a través del tiempo. Los valores del índice serían una medida de la actividad de la C. N. I. y aun serían un instrumento que ayudaría a juzgar acerca de la eficiencia de los procedimientos de trabajo.

Conviene citar, por último, los índices compuestos que se calculan, integrados a su vez por una serie de índices sintéticos correspondientes a productos o actividades de muy diversa índole. Estos índices compuestos se emplean en ocasiones como medida de la actividad general en los negocios. En México la Revista de Economía calcula un índice de esta clase, que incluye 4 índices relativos a la producción, 6 índices sobre actividades comerciales, 12 índices sobre precios y 6 índices contruidos con datos financieros y bancarios. Este total de 28 índices se integran en uno sólo, dando a cada uno de ellos un peso adecuado, resultando cifras que tratan de señalar la marcha general de los negocios. La base de este índice es el período 1934-1936, se calcula mensualmente y ha señalado en los últimos años un aumento apre-

ciable, que a mediados de 1942 llegó a ser 62% superior al período básico.

* * *

En conclusión, se puede señalar que la extrema variabilidad que las divisas monetarias de todos los países han mostrado, principalmente durante los últimos decenios, hace necesario un procedimiento capaz de eliminar en cierto modo los inconvenientes que resultan al emplear datos de cantidades de dinero, referentes a períodos en que el poder adquisitivo de la moneda ha variado de manera apreciable. Tales procedimientos han sido estudiados por estadísticos y economistas, considerándose la formación de los números índices, como uno de los recursos aplicables para el objeto.

La C. N. I. es una institución de tal modo duradera, que realiza actividades en tal forma diversas y complejas, que puede considerarse como un campo en que los números índices pueden prestar buenos servicios, empleándolos en forma adecuada.

El Departamento de Estadística de la C. N. I. estudia la formación mejor de dichos números índices, teniendo en cuenta las aplicaciones que podrían hacerse de ellos para el mejor aprovechamiento de los valiosos informes sobre costos unitarios ya disponibles ahora, sobre inversiones de dinero y tal vez aun sobre datos de trabajos realizados.

NOTA: Obsérvese como los precios rurales de productos agrícolas tienen oscilaciones más fuertes que los de mayoreo, y como éstos a su vez varían más que los de menudeo. Este diverso comportamiento de los precios se conserva aun para algunos artículos en particular, y los economistas lo expresan diciendo que los precios de los productores son más elásticos que los de los mayoristas, los que a su vez venden con mayor elasticidad que los comerciantes de menudeo. Sobre estas relaciones de precios y otras similares, existe una amplia teoría en la que se han esclarecido y ampliado muchos conceptos, frecuentemente con la ayuda de los números índices. En el texto del artículo no creemos conveniente extendernos más sobre el particular, puesto que no es su finalidad investigar las relaciones ni la dinámica de los precios.

BIBLIOGRAFIA

Casi todos los tratados generales de Estadística incluyen uno o más capítulos sobre índices. Como ejemplos de las numerosas obras sobre el mismo tema, damos los siguientes:

FISHER IRVING.—The making of Index-Numbers.—Houghton Mifflin. Boston, Mass. 1922.

FREDLYN RAMSEY.—Economic Theory of Index-Numbers.—Chicago, 1930.

DIVISIA F.—Les Problems de L'Indice Generaux des Prix.—1927.

OLIVER MAURICE.—Les Nombres Indices de la Variation des Prix.—Marcel Giard. París, 1927.

LEJEUNE JULES.—Les Methodes de Construction des Index Numbers.—Lieja, 1935.

HILLARD COX T.—A Comparison of Methods used in Constructing Business Activity Indexes from Regional Data.—Iowa, 1934.

PERSONS WARREN M.—The Construction of Index-Numbers.—Houghton Mifflin. Boston, 1928.

NIXON J. W.—Index-Numbers of Wages: A survey.—Con resumen en francés. En Rev. de l'Institut International de Statistique. Tomo I.—1933.

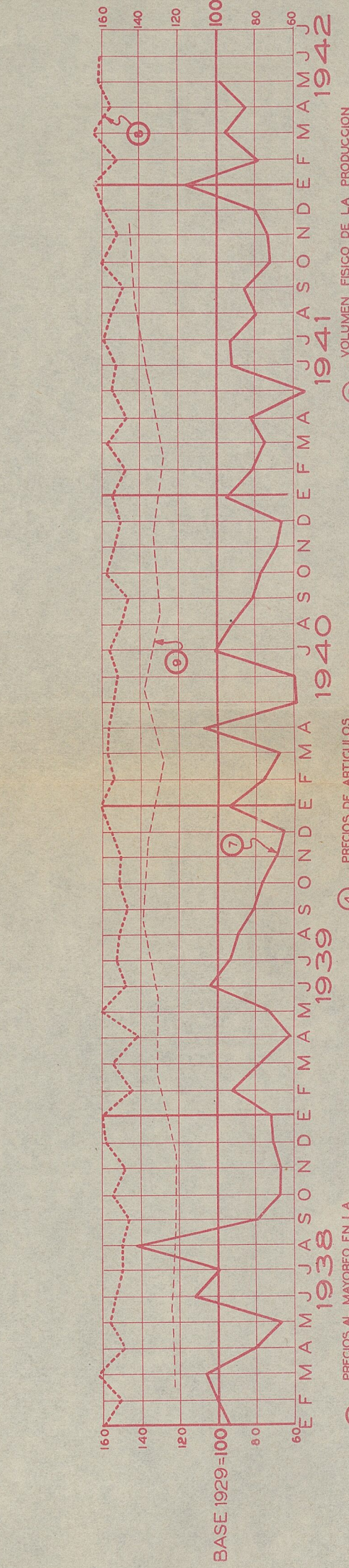
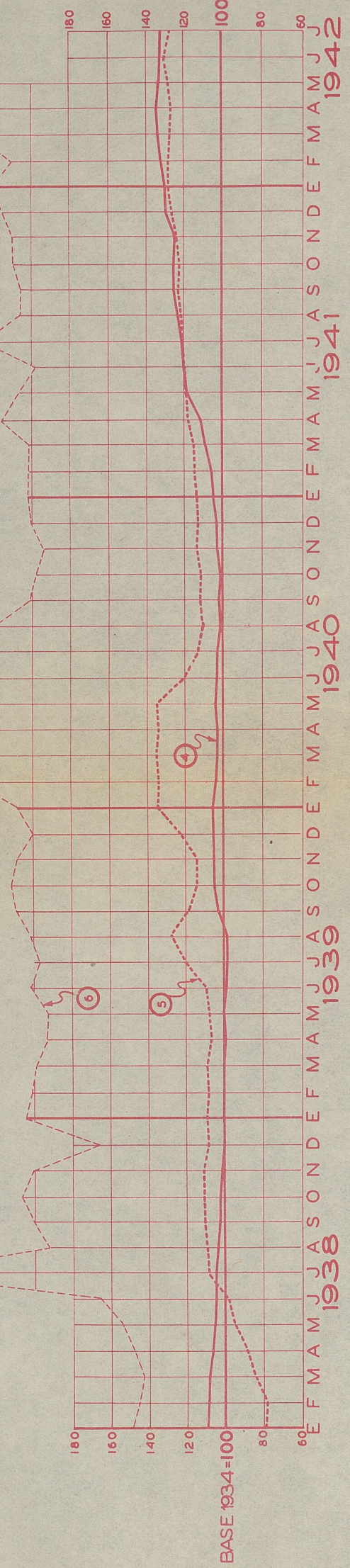
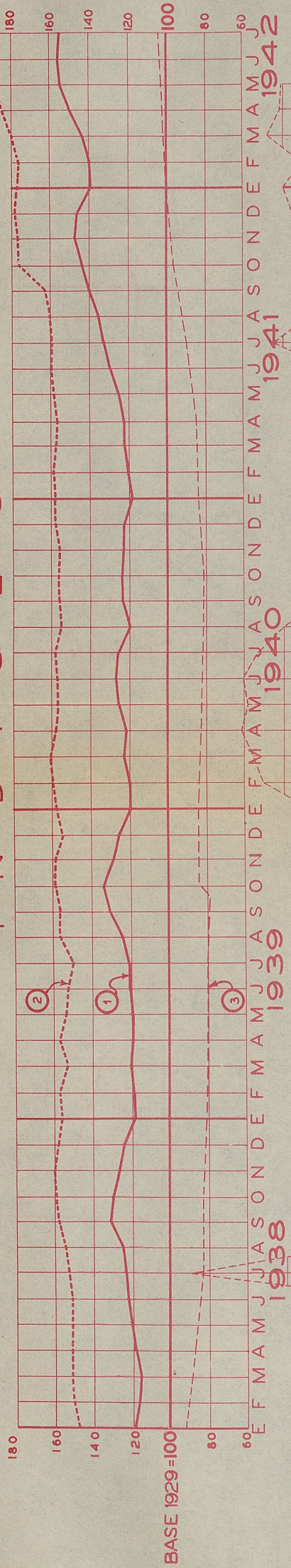
PEABODY WALTER R.—An Index of Foreign Trade.—Nueva York, 1936.

STEVENS JAMES M.—Index Numbers of Physical Volume of Production.—Columbia, 1932.

HUBBARD J. B.—The Aberthaw Index of Building Costs.—Rev. Econ. Stat.—Octubre, 1921.

INTERNATIONAL CONFERENCE OF LABOR STATISCIANS (Second).—Methods of Compiling Cost-Living Index-Numbers.—International Labor Office.—Ginebre, 1925.

I N D I C E S



- ① — PRECIOS AL MAYOREO EN LA CIUDAD DE MEXICO.
- ② — INDICE DEL COSTO DE LA VIDA EN LA CIUDAD DE MEXICO.
- ③ — PRECIOS AL MAYOREO EN LOS ESTADOS UNIDOS.

- ④ — PRECIOS DE ARTICULOS IMPORTADOS A MEXICO.
- ⑤ — PRECIOS DE ARTICULOS EXPORTADOS DE MEXICO.
- ⑥ — PRECIOS DE PRODUCTOS MINEROMETALURGICOS.

- ⑦ — VOLUMEN FISICO DE LA PRODUCCION MINEROMETALURGICA EN MEXICO.
- ⑧ — ENERGIA ELECTRICA GENERADA EN MEXICO.
- ⑨ — VOLUMEN DE LA PRODUCCION DE INDUSTRIAS DE TRANSFORMACION EN MEXICO.