

# Aproximación metodológica alternativa para la determinación del valor razonable de bienes que no cuentan con mercado primario caso: maquinaria usada en construcción

*Alternative methodological approach for determining the fair value of goods that do not have a primary market. Case: machinery used in construction*

*Abordagem metodológica alternativa para determinar o valor justo de bens que não possuem mercado primário. Caso: máquinas usadas na construção*

Jairo Serna Restrepo<sup>1</sup> 

Ricardo Alfredo Rojas Medina<sup>2</sup> 

## Resumen

El presente trabajo plantea una metodología para realizar estudios tendientes a determinar el valor razonable de las propiedades planta y equipo que no cuentan con un mercado primario, y que, al tenor de la NIIF 13 (Valor razonable), solamente pueden contar con datos de entrada de nivel 3. La metodología propuesta parte del costo histórico de los bienes que conforman las propiedades planta y equipo, este valor es re expresado a valores actuales con el empleo del índice de precios al consumidor; luego, con el uso del modelo de probabilidad exponencial se establece la vida probable que le queda al bien, cifra que es multiplicada por el valor re expresado obteniendo así el valor actual. Este proceso es simulado un millón de

---

Recibido 30 de octubre de 2016; aceptado 30 de noviembre de 2016

### Para citar este artículo:

Jairo Serna Restrepo y Ricardo Alfredo Rojas Medina: Serna, J. & Rojas, R. A. (2016). Aproximación metodológica alternativa para la determinación del valor razonable de bienes que no cuentan con mercado primario caso: maquinaria usada en construcción. *Lúmina*, (17): 8 - 28.

- 1 Facultad de Ciencias Contables, Económicas y Administrativas, Escuela de Contaduría Pública, Universidad de Manizales, Carrera 9 # 19 – 03  
jaser@umanizales.edu.co - Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0967-8761>
- 2 Facultad de administración, Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales, Carrera 27 # 64-69  
rarojasm@unal.edu.co - Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9135-2065>

veces y los valores obtenidos son resumidos y presentados en una distribución en la que se ubica el valor y el porcentaje de observaciones que supera, dando así origen a los valores máximos para una probabilidad dada.

**Palabras clave:** Valor razonable; avalúo; desgaste.

## **Abstract**

This work presents a methodology for conducting studies to determine the fair value of real estate, factories and equipment that do not have a primary market, and, in accordance with IFRS 13 (fair value) can only have input data level 3. The proposed methodology start with the historical cost of the assets that conform the real estate, factories and equipment, this price is reexpressed at current values with the use of the consumer price index; then, employing the exponential probability model is established the remaining life of the asset, the result is multiplied by the reexpressed value obtaining the current value. This process is simulated a million times and the values obtained are condensed and presented in a distribution in which the value and the percentage of observations exceeded, giving origin to the maximum values for a given probability.

**Keywords:** Fair value; valuation; wear.

## **Resumo**

O presente trabalho apresenta uma metodologia para a realização de estudos para determinar o valor justo das propriedades da planta e do equipamento que não possuem um mercado primário e que só pode contar com os dados de nível 3 de entrada. A metodologia proposta parte do custo histórico dos bens que compõem as propriedades da planta e do equipamento, este valor é re expressado aos valores atuais com o uso do índice de preços ao consumidor; então, com o uso do modelo de probabilidade exponencial, a vida provável que é deixada para o bem é estabelecida, uma figura que é multiplicada pelo valor re expressado, obtendo assim o valor presente. Este processo é simulado um milhão de vezes e os valores obtidos são resumidos e apresentados em uma distribuição em que o valor e a porcentagem de observações são superados, dando assim origem aos valores máximos para uma dada probabilidade.

**Palavras chave:** Valor justo, avaliação, usar.

JEL: M4.

## **1. Marco teórico**

### **Proceso de convergencia a normas internacionales en Colombia**

La ley 1314 de 2009 regula los principios y normas de contabilidad e información financiera y de aseguramiento de información aceptados en

Colombia, aclara que su objetivo es conformar un sistema único y homogéneo de alta calidad, que brinde información comprensible, transparente, comparable, pertinente y confiable, útil para la toma de decisiones. Manifiesta que la acción del Estado se debe encaminar hacia el proceso de convergencia de estas normas y aclara que la intervención establecida en esta ley no abarca las cuentas nacionales, la contabilidad presupuestaria, la contabilidad financiera gubernamental y la contabilidad de costos (Ley 1314, Art 1)

Manifiesta que las regulaciones en materia contable están a cargo de la de la Contaduría General de la Nación, el Ministerio de Hacienda y Crédito Público y el de Comercio, Industria y Turismo, los cuales obrando en conjunto, expedirán normas de carácter contable, con fundamento en las propuestas que realice Consejo Técnico de la Contaduría Pública (CTCP) (Ley 1314, Art 6). El CTCP indicó que los estándares internacionales de aceptación mundial, con las mejores prácticas y con la rápida evolución de los negocios como lo establece la ley 1314 de 2009, se encuentra en las NIIF que ha emitido el IASB y las que están en proceso de emisión por lo que recomendó su adopción (Consejo Técnico De La Contaduría Pública, 2012, p. 39). Este organismo atendiendo sugerencias y recomendaciones, consideró que las normas de contabilidad e información financiera y de aseguramiento de la información debían aplicarse de manera diferencial a tres grupos de usuarios denominados grupo 1, grupo 2 y grupo 3 (Consejo Técnico De La Contaduría Pública, 2012, p. 48) y aclara que las normas correspondientes al grupo 3 serán desarrolladas por el CTCP (Consejo Técnico De La Contaduría Pública, 2012, p. 41).

## Valor Razonable

La NIIF 13 aclara lo que se entiende por valor razonable, establece el marco para su medición e indica la información que se debe revelar para su medición (NIIF 13, 2011, núm. 1). Define valor razonable como: “el precio que sería recibido por vender un activo o pagado por transferir un pasivo en una transacción ordenada entre participantes del mercado en la fecha de la medición” (NIIF 13, 2011, núm. 9). Por lo anterior, el valor razonable es una medida que aplica tanto a los activos como a los pasivos y para medirlo se deben considerar las características, que los participantes del mercado deben tener en cuenta al establecer su precio, el cual puede ser fijado de forma independiente o para un grupo de activos. Dentro de las características a tener en cuenta en la fijación del precio están: condición, localización, restricciones sobre la venta o uso si las tiene (NIIF 13, 2011, núm. 11 A 13).

La medición a valor razonable supone que el activo o pasivo se intercambia en una transacción ordenada entre los participantes en los que se vende el activo o transfiere el pasivo (NIIF 13, 2011, núm. 15). Se supone

que la medición del valor razonable tiene lugar en un mercado principal o en ausencia de este en el mercado más ventajoso, pero tendrá en cuenta toda la información que esté razonablemente disponible. El mercado es aquel en el que se realiza normalmente la transacción y se presume que es el mercado principal y en ausencia de este, el mercado más ventajoso (NIIF 13, 2011, núm. 16 a 17).

La empresa establece el valor razonable del activo o pasivo empleando el supuesto de que los participantes utilizan para la fijación del precio el mejor interés económico (NIIF 13, 2011, núm. 22). El valor razonable no se debe ajustar por los costos de la transacción ya que estos no son una característica de un activo o pasivo (NIIF 13, 2011, núm. 25). La medición a valor razonable de un activo no financiero tiene en cuenta la capacidad para generar beneficios económicos con el uso del activo en su máximo y mejor empleo. Para esto se debe tener presente lo siguiente: Las características físicas del activo; el uso que legalmente le es permisible considerando las restricciones legales; el uso que financieramente le es factible según el flujo de efectivo con el que se produce una rentabilidad de la inversión (NIIF 13, 2011, núm. 28). El máximo y mejor uso se establece a partir de la perspectiva de los participantes así se pretenda dar un uso distinto (NIIF 13, 2011, núm. 29).

## **Técnicas de valoración**

El objetivo de la técnica de valoración es estimar el precio que se obtendría al realizar una transacción en la que se vende un activo o se transfiriera un pasivo en la fecha de medición y con las condiciones de mercado presentes (NIIF 13, 2011, núm. 62). Existen tres técnicas de valoración que son:

### ***Enfoque del mercado***

Se caracteriza por emplear los precios y otra información obtenida en transacciones de mercado que involucren activos, pasivos o grupo de activos y pasivos que sean idénticos o similares (NIIF 13, 2011, núm. B5).

### ***Enfoque del costo***

Este costo refleja el valor que se requiere para reponer un activo, es decir, es el costo con el cual se adquiere un activo de utilidad comparable al que se sustituye ajustado por la obsolescencia. Esta obsolescencia está integrada por el deterioro físico; deterioro tecnológico y la obsolescencia externa (NIIF 13, 2011, núm. B8 a B9).

### ***Enfoque del ingreso***

Con este enfoque se están midiendo las expectativas del mercado en la fecha de medición sobre ingresos futuros, ya que la técnica lo que hace es

traer a valor de hoy importes futuros que pueden venir dados en forma de ingresos, flujos de caja, los cuales son descontados a una tasa, con lo cual se da origen a la técnica del valor presente (NIIF 13, 2011, núm. B10 a B9).

## Información a utilizar para las técnicas de valoración

Las técnicas de valoración empleadas para determinar el valor razonable procurarán el uso de datos de entrada observables y minimizará el empleo de datos no observables (NIIF 13, 2011, núm. 67). Los datos de entrada que se tomen deben ser congruentes con las características del activo o pasivo que los participantes tendrían en cuenta en una transacción (NIIF 13, 2011, núm. 67). Los datos utilizados y que sirvieron para el establecimiento del valor razonable son clasificados en tres categorías denominadas datos de entrada nivel 1, 2 y 3. Esto con el fin de incrementar la coherencia y comparabilidad de las mediciones del valor razonable y dar una jerarquía del valor razonable (NIIF 13, 2011, núm. 72).

*Datos de entrada de nivel 1:* Son los valores obtenidos en los mercados activos para activos o pasivos idénticos a los que la entidad tuvo acceso en la fecha de medición. Estos se caracterizan por proporcionar información más fiable y estar disponible para muchos activos y pasivos financieros (NIIF 13, 2011, núm. 76 a 78).

*Datos de entrada de nivel 2:* El nivel está conformado por los valores que son observables de manera directa o indirecta y que son distintos a los incorporados en el nivel 1 (NIIF 13, 2011, núm. 81). Estos incluyen los siguientes elementos:

- Valores cotizados para activos o pasivos similares en mercados activos
- Valores cotizados para activos o pasivos idénticos o similares en mercados no activos
- Valores distintos de los precios cotizados que son observables para el activo o pasivo (NIIF 13, 2011, núm. 82).

Los ajustes a los datos de entrada de nivel 2 varían de acuerdo a los siguientes factores: Localización y condición del activo, volumen y nivel de actividad (NIIF 13, 2011, núm. 83).

*Datos de entrada de nivel 3:* Son datos que no son observables para el activo o el pasivo (NIIF 13, 2011, núm. 86). Se emplean cuando la actividad del mercado para el activo o pasivo en la fecha de medición es poca o nula. Por lo tanto, los datos reflejarán los supuestos que los participantes emplearían al fijar el precio del activo o pasivo (NIIF 13, 2011, núm. 87). Se pueden desarrollar datos de entrada no observables empleando la mejor información disponible la cual puede incluir datos propios de la entidad, pero

debe ajustarlos si la información disponible indica que otros participantes del mercado utilizan datos diferentes o la entidad cuenta con información no disponible para otros participantes.

La entidad debe suministrar la información que permita a los usuarios determinar los activos y pasivos que se midan a valor razonable, la técnica de valuación y los datos de entrada utilizados. Si se utilizan datos de entrada de nivel 3 el efecto que tienen las cifras sobre el estado de resultados del período (NIIF 13, 2011, núm. 91).

## **Propiedades, planta y equipo**

Las propiedades, planta y equipo son los bienes tangibles que posee la entidad y que se utilizan para la producción o el suministro de bienes y servicios, para arrendarlos a terceros o con fines administrativos y que se espera utilizar en un periodo mayor a un año. (NIIF 16. 6). Estos bienes son reconocidos como activos cuando sea probable que la entidad obtenga de ellos beneficios económicos futuros y su costo pueda ser establecido con fiabilidad (NIC 16, 2003, núm. 10).

El costo de las propiedades planta y equipo comprende no solamente los incurridos en la adquisición o construcción sino que comprende también los generados posteriormente para añadir, sustituir, o mantener (NIC 16, 2003, núm. 10). El costo de los elementos que conforman las propiedades planta y equipo comprende el precio de adquisición, aranceles e impuestos que no sean descontables después de haberle deducido cualquier descuento o rebaja; los generados en la ubicación del activo y los incurridos para que pueda operar normalmente, también los costos de retiro; la rehabilitación del lugar y la obligación adquirida como consecuencia de haber empleado el bien con fines distintos (NIC 16, 2003, núm. 16).

## **Unidad Generadora de Efectivo**

Unidad generadora de efectivo es el grupo identificable de activos más pequeño, que genera entradas de efectivo a favor de la entidad que son, en buena medida, independientes de los flujos de efectivo derivados de otros activos o grupos de activo (NIC 36, 2013, núm. 6).

El importe recuperable de un activo o de una unidad generadora de efectivo se define como el mayor entre su valor razonable menos los costos de disposición y su valor en uso (NIC 36, 2013, núm. 18).

En ocasiones no es posible medir el valor razonable del activo menos sus costos de disposición por la inexistencia de bases para una estimación fiable del precio posible a obtener en una transacción de venta; caso en cual la entidad podría utilizar el valor de uso del activo como su importe recuperable (NIC 36, 2013, núm. 20).

Para este caso en particular, referido a maquinaria pesada para la construcción, donde las empresas de ingeniería generalmente las adquieren en mercados del usado (incluso subastas) para atender temporalmente obras civiles, se hace incierto el concepto de unidad generadora de efectivo en los momentos que ha cesado la obra para la cual fue adquirida la máquina respectiva.

Por ello, en el momento de determinar el valor razonable menos costos de disposición, o el valor en uso, frente a un conjunto de bienes con estas características y que, permanecen en el grupo de propiedades planta y equipo sin perspectiva de generación de ingresos en un futuro inmediato, se hace necesario abordar estimaciones u otros procedimientos que permitan una aproximación razonable a su valor en una fecha determinada (NIC 36, 2013, núm. 23).

## 1.2 Números índice

### 1.2.1. Definición y conceptos básicos

En el campo económico- administrativo se requiere estudiar el comportamiento de una o varias variables en el tiempo y se observa en ellas las variaciones que han tenido. Para lograr esto se establecen y cuantifican los cambios presentados en forma relativa por lo que en realidad se está calculando un número índice.

Existen varias definiciones de lo qué se entiende por número índice Mason & Lind (1992) lo definen como una relación porcentual con la cual se trata de medir el cambio de valor, precio o algún otro elemento de interés en un tiempo con respecto a otro. Por otra parte Berenson & Levine (1992) afirman que los números índices miden la magnitud o tamaño en forma porcentual de algún objeto en el tiempo con relación a una base del pasado. Afirman que la importancia está en el hecho de que estos abarquen un grupo de artículos tomados en conjunto que afecten la calidad de vida de un grupo de consumidores. Lo anterior clarifica que los números índices son calculados para un bien o grupo de bienes y pueden ser de varios tipos que Mason & Lind (1992) los clasifican como: índice de precios; índice de cantidad o volumen de producción; índice de valores e índices especiales.

En el cálculo de un indicador se consideran dos unidades de tiempo a saber: El periodo que se toma como referencia para calcular la serie del indicador, que se denomina base y el período que se está estudiando y del cual se desea establecer la variación respecto a la base y que se denomina periodo de estudio (Rojas, 2000). Esta situación ha motivado diversas formas para trabajar la base, las cuales se identifican de la siguiente manera: cuando toda la serie del indicador está expresada con un mismo periodo de referencia se tiene un índice de base fija; cuando la serie del indicador se calculó tomando como referencia siempre el periodo anterior se tiene un índice en base variable (Rojas, 2000).

Hay situaciones en las cuales se tiene una serie de un indicador expresada en base fija y se desea establecer la variación del indicador con respecto a un año diferente al que se tiene como base, la expresión que permite hacer estos cambios viene dada por:

$$\text{Índice en la nueva base} = \frac{\text{Valor del indicador en el período de estudio}}{\text{Valor del indicador respecto al período tomado como base}} \quad (1)$$

Fuente: Rojas (2010, p. 55).

## 1.2.2. Índice de Precios al Consumidor (IPC)

El Índice de Precios al Consumidor (IPC) es el resultado de una investigación estadística con la que se mide la variación porcentual promedio de los precios de un conjunto de bienes y servicios demandados por los consumidores. La información proporcionada por el indicador es útil para: efectuar análisis de situaciones económicas, soporta la toma de decisiones de entidades privadas y gubernamentales, se emplea como factor para ajustar salarios; estados financieros y valores en demandas laborales y fiscales. También es útil para calcular la pérdida de poder adquisitivo de la moneda, permite obtener equilibrios en partidas de las cuentas nacionales y sirve como factor de análisis del comportamiento de la economía (DANE, 2009).

Es corriente encontrar la información referente al IPC de diversas maneras, es así como este puede venir expresado en forma de variaciones mensuales, variaciones anuales o variaciones año corrido, las cuales el DANE define y calcula de la siguiente manera: “Variación mensual: es la relación del índice en el mes de referencia ( $I_{i,t}$ ) con el índice del mes anterior ( $I_{i-1,t}$ ), menos 1 por 100.

$$VM = \left( \frac{\text{Índice mes de referencia}}{\text{Índice mes anterior}} \right) * 100 \quad (2)$$

Variación año corrido: es la relación del índice en el mes de referencia ( $I_{i,t}$ ) con el índice del mes de diciembre del año anterior ( $I_{d,t-1}$ ), menos 1 por 100.

$$VAC = \left( \frac{\text{Índice mes de referencia}}{\text{Índice mes diciembre año anterior}} \right) * 100 \quad (3)$$

Variación doce meses: es la relación del índice en el mes de referencia ( $I_{i,t}$ ) con el índice del mismo mes del año anterior ( $I_{i,t-1}$ ), menos 1 por 100.

$$V12M = \left( \frac{\text{Índice mes de referencia}}{\text{Índice mismo mes año anterior}} \right) * 100 \quad (4)$$

Fuente: DANE (2009, p. 36).

En el tabla 1 se muestra la serie del Índice de Precios al Consumidor para el periodo 2003- 2016, la cual tiene como base diciembre de 2002.

**Tabla 1**  
**Índice de precios al consumidor (IPC) diciembre de 2002 = 100%**

<b>MES</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>
Enero	101,17	107,45	113,29	118,45	124,05	131,49	140,92	143,86	148,73	154,00	157,06	160,37	166,46	178,88
Febrero	102,29	108,74	114,44	119,23	125,50	133,47	142,11	145,05	149,62	154,94	157,75	161,38	168,38	181,17
Marzo	103,37	109,81	115,32	120,07	127,02	134,55	142,82	145,42	150,02	155,12	158,08	162,01	169,37	182,87
Abril	104,56	110,31	115,83	120,61	128,16	135,51	143,27	146,08	150,20	155,34	158,47	162,75	170,29	183,78
Mayo	105,07	110,73	116,31	121,01	128,55	136,77	143,29	146,23	150,62	155,81	158,92	163,53	170,73	184,72
Junio	105,02	111,39	116,77	121,37	128,70	137,95	143,20	146,39	151,11	155,93	159,28	163,68	170,90	185,61
Julio	104,87	111,36	116,83	121,87	128,92	138,61	143,14	146,33	151,32	155,90	159,35	163,92	171,22	186,57
Agosto	105,19	111,39	116,83	122,34	128,75	138,87	143,20	146,49	151,27	155,96	159,47	164,25	172,05	185,97
Septiembre	105,43	111,73	117,33	122,70	128,86	138,61	143,04	146,29	151,74	156,41	159,94	164,48	173,28	-
Octubre	105,49	111,72	117,60	122,52	128,87	139,09	142,86	146,16	152,03	156,66	159,52	164,75	174,46	-
Noviembre	105,86	112,03	117,73	122,82	129,47	139,48	142,76	146,43	152,24	156,45	159,17	164,96	175,51	-
Diciembre	106,50	112,37	117,81	123,10	130,11	140,10	142,87	147,39	152,88	156,59	159,58	165,40	176,60	-

Fuente: Elaboración propia.

### 1.2.3. Variables aleatorias y función de probabilidad.

*“Una variable aleatoria X es una función definida sobre el espacio muestral S, que asigna a cada suceso elemental s de S un único número real X(s). Una variable aleatoria pone etiquetas numéricas a los distintos sucesos elementales bajo los que puede materializarse un fenómeno estadístico” (Novales, 1997, p. 162).*

Los valores que puede tomar la variable aleatoria pueden estar definidos en un rango, por ejemplo, sea X: la duración de una bombilla, es claro que la variable está definida para cualquier valor mayor o igual a cero, caso en el cual se tiene una variable aleatoria continua, por lo que se tiene entonces lo siguiente:

Cuando una variable aleatoria continua tiene una función f(x) que satisface las siguientes condiciones:

- 1  $f(x) \geq 0$  para todo x real
- 2  $\int_{-\infty}^{\infty} f(x)dx = 1.0$
- 3  $P[a \leq X \leq b] = \int_a^b f(x)dx$  donde a y b son números reales.

Fuente: Scheaffer & Mc Clave (1993, p. 126).

Se dice entonces que X es una variable aleatoria que tiene función de densidad o de probabilidad f(x).

Si X es una variable aleatoria con función de densidad f(x) dada por  $f(x) = \lambda e^{-\lambda x}$  Para todo  $x \geq 0$ , con  $\lambda \geq 0$ . Entonces se dice que X sigue una función de densidad exponencial con parámetro  $\lambda$ , lo que se denota así:  $f(x, \lambda)$  (Devore, 2006).

Si se tiene una variable aleatoria continua X con función de densidad f(x). Se define la función acumulativa o función de distribución denotada por F(x) de la siguiente manera:

$$F(b) = P(X \leq b) = \int_{-\infty}^b f(x)dx \quad (5)$$

Fuente: (Scheaffer & McClave, 1993, p.127)

Si X es una variable aleatoria con función de densidad Exponencial  $f(x, \lambda)$ , la función acumulativa o función de distribución viene dada por:

$$F(x; \lambda) = \begin{cases} 0 & x < 0 \\ 1 - e^{-\lambda x} & x \geq 0 \end{cases} \quad (6)$$

Fuente: Milton & Arnold (2004, p. 102).

Cuando se tiene una variable aleatoria continua con función de densidad  $f(x)$ , es posible determinar la media o valor esperado y la fórmula de cálculo viene dada por:

$$E(X) = \int_{-\infty}^{\infty} Xf(x)dx \quad (7)$$

Fuente: Devore (2006, p. 157)

Si  $X$  es una variable aleatoria con función de densidad exponencial ( $f(x, \lambda)$ ), el valor esperado  $E(X)$  está dado por  $1/\lambda$ . (Devore, 2006).

## 2. Planteamiento de la propuesta

La NIIF 13 considera los enfoques de mercado, costo e ingreso para valorar los activos y clasifica la información que determina el valor razonable en tres categorías que denomina así: datos de entrada de nivel 1, 2 y 3. Aclara que los de nivel 3 son empleados en las situaciones en las que la actividad del mercado para el activo o pasivo en la fecha de medición es poca o nula y permite desarrollar datos de entrada empleando la mejor información disponible.

La anterior situación permite establecer la valuación de las propiedades planta y equipo en las que la actividad de mercado sea casi nula, partiendo del supuesto adicional aplicado a maquinaria pesada que permanece en el inventario de propiedad planta y equipo sin una perspectiva inmediata de generación de flujos de efectivo para la entidad. Para esto, se propone obtener los datos de entrada que se relacionan a continuación y desarrollar con ellos el proceso metodológico que se describe.

### 2.1. Obtención de datos de entrada

El desarrollo de la propuesta parte de la utilización de un indicador oficial que mida la variación de precios de un bien que haga parte integrante de las propiedades planta y equipo en la fecha de avalúo respecto a la fecha en que este fue adquirido; la cifra obtenida es multiplicada por su costo histórico para obtener lo que se denomina el *costo ajustado*, que no es

más que el valor del costo histórico pero expresado a pesos de la fecha de avalúo. Bajo esta situación los datos requeridos serán los siguientes:

- Descripción de los activos que van a ser sujetos de valuación
- Establecimiento del costo histórico de los bienes y fecha en la que fue incorporado a la contabilidad
- Determinación de la vida útil del bien. Está debe ser dada por las especificaciones técnicas y por el mantenimiento preventivo y correctivo que se está dando a los bienes según las fichas técnicas de los mismos.
- Establecimiento para cada uno de los bienes a valorar, del índice de precios al consumidor en la fecha de avalúo y en la fecha en que fueron incorporados cada uno de los bienes a la contabilidad. Debe cerciorarse que los índices vengán expresados en la misma base, en caso de no estarlo, se deben realizar los procedimientos estadísticos para dejarlos en la misma base o emplear la información suministrada en el cuadro No. 1, en la cual todos los indicadores tienen como base diciembre de 2002.

## **2.2. Cálculo del costo ajustado**

El indicador que se emplea para calcular la variación de precios es el IPC, las razones por las cuales se decidió tomarlo está dada en los siguientes hechos:

- Con él es posible medir la pérdida del poder adquisitivo de la moneda.
- Se emplea como factor de ajuste de salarios y valores en demandas laborales y fiscales.
- Permite obtener equilibrios en partidas de las cuentas nacionales.
- Útil como factor de análisis del comportamiento económico.
- Soporta la toma de decisiones de entidades privadas y gubernamentales.
- Es producido por una entidad estatal (DANE, 2009).
- Se empleaba como indicador para ajustar las partidas no monetarias al hacer los estados financieros ajustados por inflación.

Teniendo el indicador definido, se realiza el ajuste integral, que no es más que expresar el costo histórico de los bienes a pesos en la fecha de avalúo. Para esto se establece la variación que tuvo el indicador desde la fecha de avalúo hasta la fecha de adquisición, la cifra obtenida es multiplicada por el costo histórico. En la siguiente expresión se ofrece la fórmula que permite su cálculo:

$$\text{Costo Ajustado} = \left( \frac{\text{IPC}_{\text{fecha avalúo}}}{\text{IPC}_{\text{fecha adquisición}}} \right) * \text{Costo histórico del bien} \quad (8)$$

De esta manera cada uno de los ítems que conforman las propiedades planta y equipo son reexpresados a pesos en la fecha de avalúo, obteniendo lo que se denomina costo ajustado.

### 2.3. Calculo del desgaste

Para calcular el desgaste se toman como base los conceptos de variable aleatoria, función de densidad, función de distribución y vida útil esperada. El tratamiento que se les debe dar para obtenerlo es el siguiente:

Se define una variable aleatoria  $X$  que sigue una distribución exponencial con parámetro  $\lambda$ , esta es una variable aleatoria continua y su utilidad radica en el hecho de que por seguir un modelo exponencial, es posible modelar tiempos de operación, bajo esta situación se tiene lo siguiente:

$$f(x) = \lambda e^{-\lambda x} \quad \text{Para todo} \quad x \geq 0, \lambda \geq 0 \quad (9)$$

La forma de la función de probabilidad viene dada como se muestra en la figura No 1, en el eje horizontal se encuentra el recorrido de la variable aleatoria, que como puede observarse está definido en el intervalo  $[0, +\infty]$ . En las abscisas se ubica un valor  $A$  que representa el tiempo de uso que lleva el bien y que demarca en cada uno de sus costados una zona. El área comprendida a la derecha del punto y que se encuentra ubicada entre el gráfico y el eje de las abscisas muestra la vida probable del bien. La zona a la izquierda y que se encuentra comprendida entre el gráfico y el eje de las abscisas muestra el desgaste probable.

El cálculo del desgaste puede ser obtenido al desarrollar la siguiente integral:

$$P(X \leq A) = F(A) = \int_0^A \lambda e^{-\lambda x} dx \quad (10)$$

El complemento del desgaste determina la vida probable que le queda al bien y que se calcula de la siguiente manera:

$$P(X \geq A) = 1 - P(X \leq A) = 1 - \int_0^A \lambda e^{-\lambda x} dx \quad (11)$$

### Función Exponencial

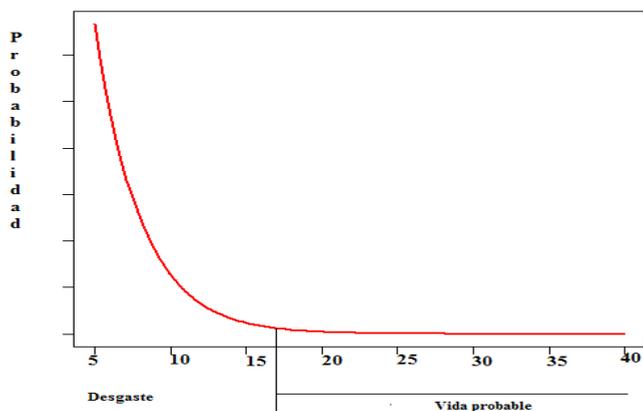


Figura 1. Función Exponencial para la Vida Útil de un Bien

Teniendo claro esto, solo falta establecer el parámetro  $\lambda$  de la función exponencial, para poder calcular las probabilidades.

Es sabido que si una variable aleatoria  $X$ , tiene función de densidad exponencial ( $f(x, \lambda)$ ), el valor esperado  $E(X)$  está dado por  $\frac{1}{\lambda}$  y la varianza será  $\frac{1}{\lambda^2}$ .

La importancia de este hecho está en que los proveedores además de ofrecer las especificaciones técnicas del bien, también suministran la vida útil esperada y algunas otras indicaciones de importancia, tales como cuidados que se deben tener en cuenta al hacer el mantenimiento, periodicidad del mantenimiento. Con base en esta información, se hace sencillo obtener el valor del parámetro y así definir totalmente el modelo de probabilidad, por lo tanto se tiene lo siguiente:

$E(X) = \frac{1}{\lambda}$ , por lo tanto  $\lambda = \frac{1}{E(X)}$ . La función de densidad en función de la vida útil esperada vendría dada por:

$$f(x, 1/E(X)) = \frac{1}{E(X)} e^{-\frac{1}{E(X)}x} \quad x > 0, \text{ y } E(X) > 0 \quad (12)$$

Como puede verse, se tiene un modelo completamente definido, por lo tanto es posible en este momento evaluar el desgaste probable para un bien dado, como también establecer la vida útil probable que le resta. Para hacer los cálculos no se hace necesario efectuar la integral sino trabajar con

la función acumulativa, que en términos de la vida útil esperada, tomaría la siguiente forma:

$$F\left(x; \frac{1}{E(X)}\right) = \begin{cases} 0 & x < 0 \\ 1 - e^{-\frac{1}{E(X)}x} & x \geq 0 \end{cases} \quad (13)$$

Por lo tanto, solamente se requiere remplazar el valor  $x$  que aparece en la expresión, por el tiempo en años que lleva el activo en uso, el cual viene dado por los años transcurridos desde la fecha en que se incorporó el bien a la contabilidad hasta la fecha del avalúo.

Con base en lo anterior y resumiendo, el avalúo del bien puede ser establecido con la siguiente expresión:

$$\text{Valor avalúo} = (\text{Costo ajustado})(1 - \text{desgaste probable}) \quad (14)$$

$$\text{Valor avalúo} = \text{Costo histórico} * \left(\frac{\text{IPC}_{\text{fecha del avalúo}}}{\text{IPC}_{\text{fecha de adquisición}}}\right) \left(1 - \left(1 - e^{-\frac{1}{E(X)}x}\right)\right) \quad (15)$$

$E(X)$  = Vida útil esperada en años

$X$ : Tiempo de uso en años que lleva el bien.

## 2.4 Proceso de simulación

Cuando se emplean datos de nivel 3 se debe realizar un análisis de sensibilidad para determinar el efecto que tiene el valor razonable a cambios en las variables de entrada (NIIF 13.93a). Para medir esta sensibilidad se debe realizar un proceso de simulación por lo que es recomendable el empleo de un software.

Teniendo en cuenta lo anterior se utilizará el programa R Project, ya que este es un lenguaje de programación que permite efectuar análisis estadísticos y tiene aplicaciones en diferentes áreas del conocimiento como son: Investigación de operaciones, finanzas y por ser programable es posible utilizarlo como programa de simulación. Una de las grandes ventajas que presenta el programa además de su versatilidad, es que es un software libre que puede ser descargado de la siguiente dirección: <http://www.r-project.org/> (Rojas & Suárez, 2013).

Teniendo en cuenta lo anterior, se emplea el programa R-Project en su versión 3.3.1 y se indica el script que no solamente permite determinar el valor del avalúo del bien, si no obtener los resultados de la simulación junto con otros datos que enriquecen los resultados del avalúo. El script<sup>3</sup> que se proporciona enseguida esta dado en forma general y es aplicable para

3 Conjunto de instrucciones realizadas en el programa R con las cuales se obtiene un resultado

cualquier bien que se desea valorar y del cual solamente se requiere la información de los datos de entrada anteriormente indicados en el numeral 2.1.

Para realizar la simulación es necesario modelar la vida útil esperada ya que esta es la única variable determinística del modelo propuesto, para esto se parte de la vida útil esperada del bien y se establecen para ella valores mínimos y máximos, los cuales dependerán del uso y del mantenimiento correctivo y preventivo. Para esto es conveniente sostener charlas con el personal técnico de la empresa, quienes conocen muy bien el bien y de acuerdo a la ficha técnica se puede obtener información muy valiosa para la asignación de los valores. Con esta información se hace la simulación asignando una distribución uniforme, en la que los parámetros serán los valores máximos y mínimos. Otra distribución asignable es la distribución triangular, la cual cuenta con tres parámetros a saber: valor mínimo, valor máximo y valor más probable. El valor mínimo es establecido por la vida útil del bien en el peor de los casos, el máximo será la vida útil en el mejor escenario y la más probable es la vida útil que se considera tendrá el bien en las actuales circunstancias y con una mayor probabilidad.

La cantidad de simulaciones que se deben realizar son establecidas por la persona encargada del estudio, y se puede tomar el valor de un millón, aunque este es un número considerable mejora los resultados y no afecta la rapidez de los cálculos y la obtención de los mismos.

El script en R Project que permite establecer valores de avalúos o medir razonabilidad de los mismos con sujeción a las normas internacionales de información financiera para bienes que no cuentan con mercado primario es el siguiente:

Descripción e identificación del bien  
Definición de variables y de datos de entrada  
FAD : Fecha de adquisición del bien  
FAV : Fecha de avalúo  
CH : Costo histórico  
VU : Vida útil técnica esperada del bien  
TU : Tiempo de uso  
IFAV : Valor del IPC en la fecha de avalúo  
IFAD : Valor del IPC en la fecha de adquisición del bien  
TUSO : Tiempo en años que lleva el bien en uso  
FA : Factor de ajuste  
CA : Costo ajustado  
SIM : Número de simulaciones  
DES : Desgaste

Valor : Valor del avalúo

Disavaluo: Suministra la distribución de los resultados de la simulación

Acceso de los datos de entrada

FAD <- Coloque la fecha de adquisición del bien

FAV <- Coloque la fecha de avalúo

CH <- Coloque el costo histórico del bien

VU <- Coloque la vida útil técnica esperada del bien

TU <- Coloque el tiempo de uso en años, establecida como (FAV - FAD)

IFAV <- Coloque el valor del IPC en la fecha de avalúo

IFAD <- Coloque el valor del IPC en la fecha de adquisición

Se establece el avalúo y se realiza el proceso de simulación

Cálculo del factor de ajuste

FA <- IFAV/IFAD

Calculo del costo ajustado

CA <- CH \* FA

Cálculo del Desgaste”

Sim <- 1000000

VU<- runif(Sim, Valor mínimo, Valor máximo)

Des <- 1- exp(-(1/Vidaesperada)\*TU)

Cálculo del Avalúo

Valor <- (1- Des)\*CA

Como se efectuaron un millón de simulaciones hay un millón de resultados para el avalúo los cuales son mostrados en una distribución para su análisis

Disavaluo <- cbind(c(quantile (Valor , probs = seq (0, 1, 0.01))))

Disavaluo

### 3. Caso de aplicación

Para una mejor ilustración de la metodología propuesta y de su aplicación, a continuación se realiza el avalúo de una retroexcavadora y la información obtenida para realizar el estudio junto con el script correspondiente se suministra a continuación.

“Retro Excavadora marca CASE

Definición de variables y de datos de entrada

FAD : Fecha de adquisición del bien

FAV : Fecha de avalúo

CH : Costo histórico

VU : Vida útil técnica esperada del bien  
TU : Tiempo de uso  
IFAV : Valor del IPC en la fecha de avalúo  
IFAD : Valor del IPC en la fecha de adquisición del bien  
TUSO : Tiempo en años que lleva el bien en uso  
FA : Factor de ajuste  
CA : Costo ajustado  
SIM : Número de simulaciones  
DES : Desgaste  
Valor : Valor del avalúo  
Disavaluo: Suministra la distribución de los resultados de la simulación  
Acceso de los datos de entrada  
FAD <- Enero 2009  
FAV <- Julio de 2016”  
CH <- 95000000  
VU <- 10  
TU <- 7.5 # Años  
IFAV <- 185.61 # Fuente cuadro No 1  
IFAD <- 140.92 # Fuente cuadro No 1  
“Se establece el avalúo y se realiza el proceso de simulación  
Cálculo el factor de ajuste”  
FA <- IFAV/IFAD  
“Cálculo del costo ajustado”  
CA <- CH \* FA  
“Cálculo del Desgaste”  
Sim <- 1000000  
VU<- runif(Sim, 8,15)  
Des <- 1- exp(-(1/VU)\*TU)  
“Cálculo y distribución de resultados para el Avalúo”  
Valor <- (1- Des)\*CA  
Disavaluo <- cbind(c(quantile (Valor , probs = seq (0, 1, 0.01))))  
Disavaluo

Corrido el script y solicitados los resultados, se obtiene la información que se suministra en la tabla 2.

**Tabla 2**  
**Resultado simulación. Retro excavadora Case a junio 30 de 2016**

Porcentaje	Valor	Porcentaje	Valor	Porcentaje	Valor	Porcentaje	Valor
1%	49.399.528	26%	58.306.724	51%	65.437.887	76%	71.264.236
2%	49.791.288	27%	58.622.427	52%	65.694.903	77%	71.474.297
3%	50.184.849	28%	58.935.777	53%	65.946.896	78%	71.684.049
4%	50.573.877	29%	59.242.225	54%	66.197.829	79%	71.890.873
5%	50.963.535	30%	59.549.168	55%	66.447.966	80%	72.094.640
6%	51.344.583	31%	59.850.264	56%	66.694.818	81%	72.298.583
7%	51.726.339	32%	60.155.152	57%	66.940.615	82%	72.499.387
8%	52.100.695	33%	60.461.124	58%	67.184.134	83%	72.700.678
9%	52.473.014	34%	60.759.466	59%	67.424.893	84%	72.899.710
10%	52.846.902	35%	61.054.067	60%	67.665.212	85%	73.093.968
11%	53.214.328	36%	61.347.301	61%	67.903.331	86%	73.290.573
12%	53.582.297	37%	61.638.736	62%	68.139.311	87%	73.485.621
13%	53.935.871	38%	61.924.499	63%	68.374.074	88%	73.678.093
14%	54.291.439	39%	62.205.108	64%	68.607.959	89%	73.870.270
15%	54.641.402	40%	62.487.482	65%	68.838.458	90%	74.061.937
16%	54.992.376	41%	62.773.304	66%	69.071.421	91%	74.248.595
17%	55.339.095	42%	63.047.428	67%	69.299.264	92%	74.438.477
18%	55.681.531	43%	63.324.413	68%	69.525.146	93%	74.622.883
19%	56.027.323	44%	63.594.183	69%	69.749.338	94%	74.807.170
20%	56.361.913	45%	63.860.558	70%	69.974.529	95%	74.991.427
21%	56.689.489	46%	64.127.112	71%	70.196.189	96%	75.173.985
22%	57.017.640	47%	64.396.434	72%	70.411.713	97%	75.355.825
23%	57.344.379	48%	64.661.249	73%	70.626.054	98%	75.536.789
24%	57.667.521	49%	64.921.385	74%	70.839.342	99%	75.715.806
25%	57.991.700	50%	65.178.561	75%	71.052.902	100%	75.893.559

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados ofrecidos suministran los valores del avalúo para distintos porcentajes de observaciones, los cuales por la definición frecuencial de probabilidad y como consecuencia del proceso de simulación se van a convertir en valores probabilísticos. Es así como estadísticamente el valor para el 80% de observaciones significa: la probabilidad de que la retroexcavadora Case supere los \$72.094.640 es del 20%, otra forma de decirlo es la siguiente: El valor máximo de la retro excavadora con una probabilidad del 80% es de \$72.094.640. Con esto solo basta fijar dentro de las políticas de la empresa los valores probabilísticos con que se va a trabajar y de allí tomar el valor del avalúo.

Una consecuencia importante del proceso desarrollado está en el hecho de que con él es posible medir razonabilidad en cifras de avalúo, para esto se sigue el proceso indicado y se fija un nivel de confianza, digamos el 80% que comprende toda la información de la distribución que se encuentra en la parte central, por lo tanto hay un 10% que co-

responde a valores inferiores y otro 10% para los mayores valores, con esto los valores que comprenden el 80% de valores se localizan donde se encuentran el 10% y el 90% de observaciones. Para el caso de interés, con un 80% de confianza el valor razonable de la retro excavadora se encuentra entre \$52.846.902 y \$ 74.061.937. Se toma el valor dado por el perito en el avalúo y se verifica que este se encuentre ubicado dentro del intervalo. Si esto no ocurre, se solicita que aumente las razones que soportan las cifras dadas en el estudio y dependiendo de los argumentos esgrimidos se decide si se toma o no la cifra dada por valuator en el estudio realizado para hacer la incorporación en los estados financieros.

## 4. Conclusiones

Las normas internacionales de información financiera clasifican el valor razonable en diferentes categorías dependiendo de los datos utilizados para su establecimiento y dentro de los cuales la mejor alternativa es contar con un mercado el cual no siempre existe, ya que muchas empresas cuentan con maquinaria única en el país y otras con bienes realizados y construidos por ellas mismas. Ante esta situación, la alternativa que ofrece la propuesta permite con valores de probabilidad el establecimiento de este valor, teniendo especial importancia el cálculo del desgaste que tiene como base procedimientos técnicos que permiten su establecimiento, dejando de lado la subjetividad que en muchos casos es común encontrar en este tipo de estudios.

La metodología tiene como base el establecimiento de la vida útil esperada que en principio es establecida por los fabricantes del bien y más tarde por información del personal especializado, esto permite una mayor rigurosidad en el desarrollo del estudio, que acompañada por la simulación mejora en gran manera los resultados proporcionados.

Con el proceso planteado las empresas pueden contar con un mecanismo útil y versátil que no solamente le permite la realización de estudios a un bajo costo, sino que es posible establecer **razonabilidad** de avalúos, aspecto importante cuando se trata de aceptar estudios que afectan la información financiera de la empresa. También es útil para auditores externos o revisores fiscales al establecer dictámenes sobre las cifras consignadas en el estado de la situación financiera.

## Referencias

Berenson, M., & Levien, D. (1992). *Estadística Básica en Administración* (Cuarta Edición). Prentice Hall.

Consejo Técnico De La Contaduría Pública. (2012). *Direccionamiento estratégico del proceso de convergencia de las normas de contabilidad e información financiera y de aseguramiento de la información, con estándares internacionales*. Bogotá: Ministerio de Comercio, Industria y Turismo.

Congreso de Colombia (Julio 13 de 2009) Por el cual se regulan los principios y normas de contabilidad e información financiera y de aseguramiento de la información aceptados en Colombia [Ley 1314 de 2009] Diario Oficial 47.409.

DANE. (2009). Metodología Índice de Precios al Consumidor.

Devore, J. (2006). *Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Ciencias* (Sexta Edición). Editorial Thomson.

Mason, R., & Lind, D. (1992). *Estadística Para Administración y Economía*. México: Alfa Omega.

Milton, S., & Arnold, J. (2004). *Probabilidad y estadística con aplicaciones para ingeniería y ciencias computacionales*. México: McGraw-Hill.

NIC 16. Norma Internacional de Contabilidad 16: Propiedades Planta y Equipo (2003). IFRS Foundation

NIC 36. Norma Internacional de Contabilidad 36: Deterioro del valor de los activos (2013). IFRS Foundation

NIIF 13. Norma Internacional de Información Financiera 13: Medición del Valor Razonable (2011). IFRS Foundation

Novalés, A. (1997). *Estadística y econometría*. McGraw-Hill.

Rojas, R. (2000). *Fundamentos estadísticos en las finanzas*. Manizales: Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales.

Rojas, R. (2010). *Desarrollo de una metodología objetiva y reproducible para establecer o medir razonabilidad de valores en avalúos de propiedad planta y equipo sin incluir terrenos y construcciones*. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira.

Rojas, R., & Suárez, J. (2013). *Fundamentos básicos para Manejo de R en estadística descriptiva*. Manizales: Universidad Nacional de Colombia.

Scheaffer, R., & Mc Clave, J. (1993). *Probabilidad y estadística para ingeniería*. Editorial Iberoamérica.