



# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

## **Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción**

*“Guía metodológica para la valoración de tanques atmosféricos de  
almacenamiento de combustible basada en ingeniería de tasación”*

### **TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN**

Previo a la obtención del Título de:

#### **INGENIERO MECÁNICO**

Presentado por:

Arnaldo Antonio Andrade Urquiza

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2015

## **AGRADECIMIENTO**

Primero a Dios, luego a mis padres especialmente a mi madre quien han sido mi guía y mi soporte para llegar hasta este momento, a mis hermanos, a mi esposa quien ha estado a mi lado alentándome en cada paso, y a las personas que de una u otro manera han aportado a mi formación y a este trabajo final de graduación.

# DEDICATORIA

A MI ESPOSA E HIJA

A MIS PADRES

A MIS HERMANOS

A MIS AMIGOS

# TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

---

Dr. Jorge Hurel Ezeta

---

Ing. Gustavo Guerrero M.

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

“La responsabilidad del contenido desarrollado en la presente propuesta de examen complejo me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).

---

Arnaldo Antonio Andrade Urquiza

## RESUMEN

Considerando la importancia que tiene la valoración dentro del sistema financiero ecuatoriano se propone una guía metodológica que proporcione las herramientas necesarias para la determinación del valor económico más probable de tanques atmosféricos para almacenamiento de combustible líquido.

Al tratarse de tanques atmosféricos para almacenamiento de combustible fue preciso considerar la norma UL142, ya que contiene los lineamientos necesarios para el diseño de dichos tanques. En cuanto a la valoración existen diferentes tipos de metodologías que pudieron ser aplicadas, sin embargo este trabajo se enfocó en uno de ellos en particular.

- Metodología basada en el enfoque de costos

El proceso se inició con la inspección del bien, donde se relevó información característica del mismo, este proceso se detalló en un formato apropiado. Luego se procedió a realizar una matriz de costos para determinar el valor de reposición y se seleccionaron las constantes de ponderación necesarias que junto con sus factores asociados hicieron posible determinar el valor actual estimado.

De acuerdo a los resultados que fueron obtenidos se verificó la veracidad y aplicabilidad del método seleccionado, lo que permitió concluir que se trata de un método idóneo para este tipo de bienes y que ofrece mayores ventajas que los demás.

# ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	VI
ÍNDICE GENERAL.....	VIII
ABREVIATURAS.....	XI
SIMBOLOGÍA.....	XIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIV
ÍNDICE DE TABLAS.....	XV
INTRODUCCIÓN.....	1
<b>CAPÍTULO 1</b>	
1. MARCO TEÓRICO.....	3
1.1. CONCEPTOS GENERALES.....	3
1.1.1. Tasación.....	3
1.1.2. Tasador.....	4
1.1.3. Vida útil.....	5



1.1.4. Edad o antigüedad del bien.....	5
1.1.5. Valor de reposición.....	5
1.1.6. Valor residual.....	6
1.1.7. Valor comercial o de mercado.....	6
1.1.8. Valor comercial ajustado o de realización.....	7
1.1.9. Tendencia del mercado.....	7
1.1.10. Depreciación.....	7
1.1.11. Obsolescencia.....	8
1.1.12. Factor de obsolescencia mínima.....	9
1.1.13. Factor de mantenimiento o estado.....	10
1.2. METODOLOGÍA DE LA TASACIÓN.....	10
1.2.1. Método basado en el enfoque del mercado.....	11
1.2.2. Método basado en el enfoque del ingreso.....	11
1.2.3. Método basado en el enfoque de costos.....	11
1.3. TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE.....	12
1.3.1. Tanques atmosféricos.....	12

1.3.2. Dimensionamiento de tanques usando la norma UL142.	14
---	----

## **CAPÍTULO 2**

2. DETERMINACIÓN DEL VALOR DE REPOSICIÓN.....	15
2.1. Relevamiento de datos.....	15
2.2. Método comparativo.....	16
2.3. Método de índices.....	17
2.4. Método de construcción.....	18

## **CAPÍTULO 3**

3. DETERMINACIÓN DEL VALOR ACTUAL ESTIMADO.....	21
3.1. Determinación del factor de mantenimiento.....	22
3.1.1. Intervalos de ponderación.....	22
3.1.2. Tipificación de las características del bien.....	23
3.2. Constantes de ponderación.....	24
3.3. Cálculo del valor actual estimado de un tanque atmosférico horizontal de 1000 gal .....	25

## **CAPÍTULO 4**

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	30
---------------------------------	----

## **CAPÍTULO 5**

5. CONCLUSIONES.....	31
----------------------	----

## **BIBLIOGRAFÍA**

## **ABREVIATURAS**

SBS: Superintendencia de Bancos y Seguros

SC: Superintendencia de Compañías

CJ: Consejo de la Judicatura

VU: Vida Útil

E: Edad

VR: Valor de Reposición

VRsiva: Valor de Reposición sin iva

VAR: Valor residual

VAE: Valor actual estimado

FD: Factor de depreciación

FO: Factor de obsolescencia

F0m: Factor de obsolescencia mínimo

FM: Factor de mantenimiento

A, B, C: Constantes de ponderación

CIP: Costo individual de las planchas

CTP: Costo total de las planchas

CS: Costo de soldadura

CP: Costo del plasma (corte)

ST1: Subtotal 1

CI: Costos indirectos

T: Tiempo de instalación

I: Instalación

ST2: Subtotal 2

IVA: Impuesto al valor agregado

## SIMBOLOGÍA

$m$	Metro
$mm$	Milímetro
$M$	Masa
$h$	Altura
$V$	Volumen
$V_g$	Volumen en galones
$t$	Espesor
$A_l$	Área lateral
$A_T$	Área de las tapas
$A_T$	Área total
$\#P$	Número de planchas
$C_R$	Costo total de rolado
$C_P$	Costo total de pintura
$M_O$	Mano de obra
$C_S$	Costo del soldador por día
$C_A$	Costo del ayudante por día

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1 Tanque atmosférico horizontal.....	13
Figura 1.2 Tanque atmosférico vertical.....	13
Figura 1.3 Espesor mínimo de tanques horizontales.....	14
Figura 1.4 Espesor mínimo de tanques verticales.....	14

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 2.1 Formato de relevamiento.....	16
Tabla 2.2 Factor de ajuste nacional (inflación).....	17
Tabla 3.1 Intervalo de ponderación.....	22
Tabla 3.2 Estados definidos.....	23
Tabla 3.3 Cálculo de estado.....	23
Tabla 3.4 Constantes de ponderación.....	24

## INTRODUCCIÓN

En el país existen muchas empresas dedicadas a la valoración de bienes, bienes muebles e inmuebles, para ello cuentan con profesionales capacitados como lo son arquitectos, ingenieros civiles, ingenieros mecánicos, ingenieros navales, etc., que combinan los conocimientos ingenieriles adquiridos durante su formación con los conocimientos de valoración.

Es por tal motivo que este trabajo quiere dar luces al profesional que no consta con la preparación en valoración, para poder entender muchos de los procesos que se realizan durante este procedimiento. Desde los conocimientos básicos sobre valoración, siguiendo con el relevamiento de la información, obtención de valores de reposición y posteriormente el valor actual estimado del bien.

Ya que si bien es cierto que el tasar o valorar se entiende como determinar un valor, ese valor hay que determinarlo mediante técnicas y procedimientos ágiles, precisos y que brinden resultados confiables.

Los resultados que se pretenden obtener de este trabajo pueden ser extrapolados a diferentes dimensiones o capacidades en el caso de los tanques de almacenamiento. Es más a través del método utilizado en este trabajo se podrá concluir que el valor de reposición de cualquier tipo de



tanque cilíndrico podrá ser determinado mediante este método siempre y cuando se hagan las consideraciones necesarias del material, de su funcionalidad (tanques presurizados, tanques para sistemas contra incendios, tanques de recepción de leche, etc.) y de la normativa que rige dicha funcionalidad.

# CAPÍTULO 1

## 1. MARCO TEÓRICO

A continuación se presentan los conceptos teóricos esenciales en los cuales se fundamenta el presente trabajo para lograr un integro conocimiento del mismo, los conceptos más utilizados dentro del campo de la tasación así como sus metodologías, también se detallan los conceptos necesarios y referentes a los tanques atmosféricos de almacenamiento de combustible.

### 1.1. CONCEPTOS GENERALES

La ingeniería de tasación es “una especialidad de la ingeniería que reúne un conjunto amplio de conocimientos en el área de la ingeniería y la arquitectura, así como de otras ciencias sociales, exactas y de la naturaleza, con el objetivo de determinar técnicamente el valor de un bien”.

#### 1.1.1. Tasación

De manera general se puede decir que se trata de medir el precio potencial de un bien, mientras que de forma más específica se considera como el criterio emitido por el

valuador o tasador acerca del valor de un bien, basado en un conjunto de cálculos y procedimientos técnicos referidos a una fecha y propósito determinado.

### **1.1.2. Tasador**

“Persona habilitada para tasar o graduar el precio de un bien”. (RAE, 2001)

El proceso de tasación o valoración requiere que el tasador haga juicios imparciales, es por esta razón que para ser un perito tasador se debe cumplir con los requisitos exigidos por el Consejo de la Judicatura, la Superintendencia de Bancos y Seguros del Ecuador, por la Superintendencia de Compañías y Valores. Ya que estas tres instituciones son quienes regulan la actividad pericial en el país. El perito tasador no necesariamente debe estar certificado o calificado por las tres instituciones antes mencionadas, ejemplo: en el caso de que solo cumpla los requisitos de la Superintendencia de Bancos y Seguros del Ecuador entonces únicamente podrá emitir los informes de valoración a las entidades que se encuentren bajo la supervisión de la SBS.

### **1.1.3. Vida útil**

De manera general se podría decir que es el intervalo de tiempo en el que un bien llena las expectativas de sus funciones técnicas y económicas para las cuales fue diseñada. Lógicamente para que un bien cumpla su vida útil, deberá ser usado dentro de los límites establecidos por el fabricante, caso contrario la vida útil puede disminuir ya sea por uso anormal o abuso de las condiciones de trabajo. Por lo que las vidas útiles definidas en tablas deben ser tomadas solo como una guía.

### **1.1.4. Edad o antigüedad del bien**

Es el número de años transcurrido entre la fecha de adquisición o fabricación de un bien y la fecha de la tasación.

### **1.1.5. Valor de reposición**

Es el valor de un bien totalmente nuevo y que cumple con características similares a las del bien en estudio a la fecha en que se realizó en la tasación. Dicho valor incluye los costos ya sea de transporte, desaduanización en los casos

que amerite, instalación, puesta en marcha y demás gastos para que el bien pueda entrar en funcionamiento.

#### **1.1.6. Valor residual**

Es el monto neto que se obtendría vendiéndolo en el mercado, una vez finalizada su vida útil. Se lo pondera de forma porcentual y se estima entre 5 a 20 % del VR.

#### **1.1.7. Valor comercial o de mercado**

Es el valor que tiene un bien a la fecha en la que se realiza la tasación, considerando la depreciación correspondiente al bien ya sea por la edad, deterioro físico, obsolescencia tecnológica, régimen de trabajo, estado, etc.

Por lo tanto es el valor más probable en el que se puede llevar a cabo una transacción entre un comprador y un vendedor bien informados y sin estar ninguno de ellos obligados a vender o a comprar según corresponda. A este valor también suele denominárselo como valor actual estimado.

#### **1.1.8. Valor comercial ajustado o de realización**

Es el valor que se concede a un bien, en caso de que se necesitara realizar una venta rápida o en un plazo muy corto de tiempo. Dicho valor se obtiene al restar del valor comercial cierto porcentaje.

#### **1.1.9. Tendencia del mercado**

La norma IRAM 34851 la define como la previsible variación inmediata futura de un precio en el mercado. Dentro de un informe de tasación, la información de la tendencia del mercado es relevante ya que el valor que se obtiene durante la tasación es el valor más probable en que se puede comercializar el bien y por lo tanto no es exacto, este valor más probable es aceptado de forma general con una incertidumbre de +10% o -10%. Sin embargo la tendencia del mercado puede determinar un valor superior o inferior a este intervalo en un corto plazo.

#### **1.1.10. Depreciación**

Según la RAE es la disminución del valor o precio de una cosa. Esta disminución es asociada normalmente a tres factores: la edad, régimen de trabajo y obsolescencia.

Con el objetivo de cuantificar dicha característica se determinará un factor, al que llamaremos factor de depreciación.

Si  $E \geq VU$ , entonces:

$$FD = \frac{VAR}{100} \quad (1.1)$$

Si  $E < VU$ , entonces:

$$FD = \left( (VU - E) * \frac{1 - \frac{VAR}{100}}{VU} \right) + \frac{VAR}{100} \quad (1.2)$$

Siendo:

FD: Factor de depreciación.

E: Edad del bien. [años]

VAR: Valor residual. [%]

VU: Vida útil. [años]

#### 1.1.11. Obsolescencia

Se produce cuando un bien o equipo deja de ser usado por cualquiera de las condiciones que se mencionan a continuación, cuando el equipo no cumple con las funciones para las que fue diseñado, cuando respecto a un equipo nuevo de funciones similares la diferencia tecnológica es ampliamente superior (ejemplo: Equipos de

computación). Dicha obsolescencia incide en el valor de un bien por lo que debe ser cuantificada.

El factor de obsolescencia se calcula mediante la siguiente formula:

$$FO = \left( \left( 1 - \frac{FOM}{100} \right) * \left( \frac{FD}{1 - \left( \frac{VAR}{100} \right)} \right) \right) + \frac{\left( \frac{FOM}{100} \right) - \left( \frac{VAR}{100} \right)}{1 - \left( \frac{VAR}{100} \right)} \quad (1.3)$$

Siendo:

FO: Factor de obsolescencia.

FOM: Factor de obsolescencia mínima.

FD: Factor de depreciación.

VAR: Valor residual. [%]

#### 1.1.12. Factor de obsolescencia mínima

Es un factor de castigo que de forma general considera la continua actualización de bienes similares al que se está valorando, se lo denota como FOM y tendrá mayor o menor incidencia en la determinación del factor de obsolescencia dependiendo del tipo de bien y la tecnología que contiene. En el caso de los tanques de almacenamiento de combustible la innovación tecnológica es mínima por lo que no sería considerable su incidencia en el FO. Su valor oscila entre (80 – 50) usándose el 80 cuando la innovación



tecnológica es mínima y 50 cuando la innovación es considerable.

#### **1.1.13. Factor de mantenimiento o estado**

El estado como factor de depreciación, es un elemento que interviene en la determinación del valor de mercado, ya que no podemos igualar en valores dos bienes similares y de igual edad, cuando uno de ellos tiene un constante servicio de mantenimiento y el otro un absoluto estado de abandono. Tomando en consideración esto y conociendo que las características que determinan este factor son en su mayoría cualitativas y relevadas mediante la inspección visual, se torna necesario poder cuantificar dichas características. Para ello haremos uso de un neologismo “cuantificar” que se entenderá como la ponderación numérica asignada a los diferentes tipos de características relevantes de un bien.

### **1.2. METODOLOGÍA DE TASACIÓN**

La valoración de los bienes puede ser realizada por diferentes métodos, a continuación se detallan los más usados.

### **1.2.1. Método basado en el enfoque del mercado**

Este método considera las referencias (antecedentes) de bienes similares al que se está valorando. Estas referencias son proporcionadas por el mercado en base a la oferta y la demanda, transacciones de compraventa recientes, etc. Permitiéndole al tasador conocer un valor referencial de mercado, en el país no ha sido normalizada la cantidad de antecedentes con las que deben contar este método, por lo que se recomienda como mínimo el uso de tres referencias.

### **1.2.2. Método basado en el enfoque del ingreso**

Este método considera los beneficios futuros de un bien generado por medio de la tasa de capitalización adecuada, en relación al valor actual. Usualmente no se aplica este método a bienes independientes, ya que resulta bastante difícil identificar el ingreso generado en forma individual.

### **1.2.3. Método basado en el enfoque de costos**

Este método permite determinar el valor comercial de un bien a partir del valor de reposición de un bien nuevo y con funcionalidad semejante al que se está valorando. Dicho método considera desde el valor de reposición, la pérdida

de valor debido al deterioro físico, estado de conservación (factor de mantenimiento), debido a la edad (factor de depreciación) y debido a la obsolescencia (factor de obsolescencia) lo que generara el valor actual por costos.

### **1.3. TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE**

El almacenamiento de combustible es considerado una parte importante dentro del sector industrial, ya que normalmente abastece a equipos de servicios generales como son generadores, calderos, etc.

#### **1.3.1. Tanque atmosférico**

Se denomina así a los tanques de almacenamiento diseñados para su utilización dentro rangos aproximados a la presión atmosférica (más o menos centenares de pascales). Pueden estar abiertos a la atmósfera o cerrados. Se clasifican en:

- Cilíndricos horizontales
- Cilíndricos verticales de fondo plano

Los tanques cilíndricos horizontales, generalmente tienen capacidad para volúmenes relativamente pequeños, ya que presentan problemas debido a la flexión.



**FIGURA 1.1 TANQUE ATMOSFÉRICO HORIZONTAL**

Los tanques cilíndricos verticales de fondo plano permiten almacenar grandes cantidades volumétricas con un bajo costo. Con la limitante que solo se pueden usar a presión atmosférica o presiones internas relativamente pequeñas. Estos tipos de tanques pueden ser de techo fijo o techo flotante.



**FIGURA 1.2 TANQUE ATMOSFÉRICO VERTICAL**

### 1.3.2. Dimensionamiento de tanques usando la norma UL142

Esta información será usada como referencia, ya que en la mayoría de los casos cuando se valoran tanques de almacenamiento de combustible se desconoce el espesor del tanque por parte del cliente.

En el caso de los tanques horizontales se considerará lo siguiente:

Minimum steel thickness – horizontal tanks				
Actual capacity, U.S. gallons (kL)		Maximum diameter, inches (m)	Minimum steel thickness, inch (mm)	
			Carbon steel	Stainless steel
550 or less	(2.08)	48 (1.22)	0.093 (2.36)	0.071 (1.80)
551 – 1100	(2.14 – 4.16)	64 (1.63)	0.123 (3.12)	0.086 (2.18)
1101 – 9000	(4.17 – 34.07)	76 (1.93)	0.167 (4.24)	0.115 (2.92)
1101 – 35,000	(4.17 – 132.49)	144 (3.66)	0.240 (6.10)	0.158 (4.01)
35,001 – 50,000	(132.50 – 189.27)	144 (3.66)	0.365 (9.27)	0.240 (6.10)

**FIGURA 1.3 ESPESOR MÍNIMO DE TANQUES HORIZONTALES**

En el caso de los tanques verticales se considerará lo siguiente:

Minimum steel thickness – vertical tanks						
Actual capacity, U.S. gallons (kL)	Carbon steel sheet minimum thickness, inch (mm)			Stainless steel sheet thickness, inch (mm)		
	Shell	Bottom	Top <sup>a</sup>	Shell	Bottom	Top
1100 or less	0.093	0.093	0.093	0.086	0.086	0.086
(4.16 or less)	(2.36)	(2.36)	(2.36)	(2.18)	(2.18)	(2.18)
More than 1100	0.167	0.240	0.123	0.115	0.158	0.086
(more than 4.16)	(4.24) <sup>b</sup>	(6.10)	(3.12)	(2.92) <sup>b</sup>	(4.01)	(2.18)

<sup>a</sup> See 15.3.3.

<sup>b</sup> For a tank more than 25 feet (7.5 m) in height, all parts of the shell located more than 25 feet below the top edge of the shell shall not be less than 0.240 inch (6.1 mm) thick.

**FIGURA 1.4 ESPESOR MÍNIMO DE TANQUES VERTICALES**

# CAPÍTULO 2

## 2. DETERMINACIÓN DEL VALOR DE REPOSICIÓN

De acuerdo a lo planteado en el capítulo anterior, se ha escogido el método basado en el enfoque de costos para poder valorar los tanques atmosféricos de almacenamiento de combustible. Dicho esto para poder determinar el valor de reposición es necesario contar con la información del relevamiento de datos, una vez depurada esa información se procede a determinar el valor de reposición por cualquiera de los tres métodos que serán descritos en este capítulo.

### 2.1. RELEVAMIENTO DE DATOS

Dentro de los propósitos que conlleva esta etapa se encuentran los siguientes:

- Aptitud cualitativa del bien.- Surge de sus aspectos más importantes. Ejemplo: material, calidad constructiva.

- Aptitud cuantitativa del bien.- Debe surgir de sus aspectos más relevantes. Ejemplo: dimensiones, capacidad.
- Estado del bien.- Ejemplo: nuevo, necesita reparación sencilla, no necesita reparación, otros.

A continuación se muestra un formato guía para el relevamiento de datos.

**TABLA 2.1 FORMATO DE RELEVAMIENTO**

<b>DESCRIPCIÓN</b>		<b>MATERIAL</b>	
<b>MARCA</b>		<b>COLOR</b>	
<b>MODELO</b>		<b>POTENCIA/ CAPACIDAD</b>	
<b>SERIE</b>		<b>AÑO</b>	
<b>DIMENSIONES</b>			
<b>ESTADO / OBSERVACIONES</b>			

## 2.2. MÉTODO COMPARATIVO

Este proceso determina el valor de reposición a partir de información recopilada de cotizaciones de equipos de iguales o similares características.

### 2.3. MÉTODO DE ÍNDICES

Considera la obtención del valor de reposición a partir de facturas, datos contables o históricos de compra, los cuales son afectados por índices que consideran la variación de tasa de inflación del dinero a través del tiempo.

**TABLA 2.2 FACTOR DE AJUSTE NACIONAL (INFLACIÓN)**

Año	Promedio Anual	Índice Acumulado	Factor Multiplicador
2014	0,0359	0,0359	1,036
2013	0,0273	0,0631	1,063
2012	0,0511	0,1142	1,114
2011	0,0447	0,1589	1,159
2010	0,0356	0,1945	1,194
2009	0,0520	0,2465	1,246
2008	0,0898	0,3363	1,336
2007	-	-	-
2006	-	-	-
2005	-	-	-
2004	-	-	-
2003	-	-	-
2002	-	-	-
2001	-	-	-
2000	-	-	-

Ejemplo: El cliente proporciona la información del costo histórico de un tanque de 1000 gal. Adquirido en el 2013 por un costo \$2300 (según factura). Por lo tanto.

$$VR = 2300 * 1,063$$

$$VR = \$2445$$



## 2.4. MÉTODO DE CONSTRUCCIÓN

Permite determinar el valor partiendo de un análisis de los costos de fabricación.

El esquema que se presenta a continuación se refiere a un tanque horizontal atmosférico de almacenamiento de combustible, en el caso de un tanque vertical se deben realizar las correspondientes consideraciones constructivas de diseño.

	DATOS A INGRESAR	
	ITEM # 1	FORMULACIÓN
DIÁMETRO (m)		Relevado en sitio
LONGITUD O ALTURA (m)		Relevada en sitio
ESPESOR (mm)		Tomado por simple inspección de la tabla de espesores mínimos correspondiente.
VOLUMEN (l)		$V = \pi * \frac{D^2}{4} * h * 1000$ Se multiplica por mil, para obtener litros
VOLUMEN (gal)		$Vg = V * 0,2641721$ Se multiplica por el factor de conversión
COSTO INDIVIDUAL DE LA PLANCHA		Obtenido del mercado, mediante cotización.

COSTO SOLDADURA		$CS = 8 * 7,32 * \#P$ <p>Se tiene como referencia el valor de \$8 por metro lineal de cordón de soldadura, el que se multiplica por el 7,32 (perímetro de la plancha estándar).</p>
TIEMPO DE INSTALACIÓN (DÍAS)		Considerando dos ayudantes y un soldador, se tiene una aproximación de 3 días por cada 1000 gal.
COSTO SOLDADOR CALIFICADO/DÍA		$\frac{\$40}{\text{día}}$
COSTO AYUDANTE/DÍA		$\frac{\$18}{\text{día}}$ <p>Este valor corresponde a un ayudante.</p>
COSTO PLASMA (CORTE)		$CP = 2 * 7,32 * \#P$ <p>Se tiene como referencia el valor de \$2 por metro lineal de corte, el que se multiplica por el 7,32 (perímetro de la plancha estándar).</p>
COSTO PINTURA X m2		$\frac{\$7}{\text{m}^2}$
COSTO ROLADO X Kg		$\frac{\$0,5}{\text{kg}}$
AREA LATERAL (m2)		$A_1 = \pi * D * h$
AREA TAPAS (m2)		$A_2 = \pi * \frac{D^2}{2}$
AREA TOTAL (m2)		$A_T = A_1 + A_2$

# PLANCHAS	$\#P = \frac{(A_T * 1,10)}{2,9768}$ Considerando un 10% de perdida de material y el 2,9768 corresponde al área de una plancha de 1,22m X 2,44m
COSTO TOTAL EN PLANCHAS	$CTP = CIP * \#P$
MASA (kg)	$M = A_T * t * 7,85$
COSTO TOTAL DE ROLADO	$C_R = m * 0,5$
MANO DE OBRA	$M_O = T * (C_R + C_A)$
COSTO TOTAL DE PINTURA	$C_P = A_T * 7$
SUBTOTAL 1	Es la sumatoria total de los costos hasta este ítem $ST1 = CS + CP + CTP + C_R + M_O + C_B$
COSTOS INDIRECTOS 25%	$CI = ST1 * 25\%$
UTILIDAD 30%	$U = ST1 * 30\%$
INSTALACIÓN 20%	$I = ST1 * 20\%$
SUBTOTAL 2	$ST2 = ST1 + CI + U + I$
IVA 12%	$IVA = ST2 * 12\%$
TOTAL	$TOTAL = ST2 + IVA$

## CAPÍTULO 3

### 3. DETERMINACIÓN DEL VALOR ACTUAL ESTIMADO

Una vez determinado el valor de reposición se puede continuar con el proceso de valoración del bien, el cual se ha basado en la metodología del enfoque de costos. A través de la siguiente ecuación:

$$VAE = VRsiva * ((A * FD) + (B * FO) + (C * FM)) \quad (3.1)$$

Siendo:

VAE: Valor actual estimado

VRsiva: Valor de reposición sin IVA

FD: Factor de depreciación

FO: Factor de obsolescencia

FM: Factor de mantenimiento

A, B, C: Constantes de ponderación

Las constantes de ponderación generalmente son asignadas por el perito tasador en base a su experiencia.

### 3.1 DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE MANTENIMIENTO

Uno de los requerimientos que presenta la ecuación anterior es el FM, el cual hasta el momento no se ha cuantificado, a continuación se presenta un modelo que asocia las características cualitativas del bien y las cuantifica.

#### 3.1.1. Intervalos de ponderación

Es necesario tener un intervalo que le permita al tasador conocer que valores cuantitativos puede asignar en base a la apreciación que obtuvo durante el relevamiento de datos, en el cual se efectuó únicamente una inspección visual.

**TABLA 3.1 INTERVALO DE PONDERACIÓN**

<b>MUY BUENO</b>	1,000	0,900000
<b>BUEN ESTADO</b>	0,890000	0,600000
<b>REGULAR ESTADO</b>	0,590000	0,400000
<b>MAL ESTADO</b>	0,390000	0,300000
<b>INSERVIBLE</b>	0,290000	0,100000

Luego puede seleccionar un valor dentro de este intervalo el cual se aplicara a cada una de sus selecciones, se presentan a continuación los valores comúnmente asignados.

**TABLA 3.2 ESTADOS DEFINIDOS**

<b>MUY BUENO</b>	0,950
<b>BUEN ESTADO</b>	0,750
<b>REGULAR ESTADO</b>	0,500
<b>MAL ESTADO</b>	0,300
<b>INSERVIBLE</b>	0,100

**3.1.2. Tipificación de las características del bien**

Se ha procedido a tipificar las características más relevantes de los tanques atmosféricos de almacenamiento de combustible

**TABLA 3.3 CÁLCULO DE ESTADO**

<b>TIPIFICACIÓN</b>	<b>PESO PONDERADO</b>	<b>ESTADO</b>	<b>CALIFICACIÓN</b>	<b>VALOR CALCULADO</b>
<b>BITÁCORA Y DOCUMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO</b>	50%	Buen estado	0,75	0,375
<b>PINTURA</b>	25%	Buen estado	0,75	0,1875
<b>SISTEMAS DE PROTECCIÓN CONTRA CORROSIÓN</b>	10%	Buen estado	0,75	0,075
<b>SISTEMAS DE PROTECCIÓN ELÉCTRICA</b>	10%	Buen estado	0,75	0,075
<b>INFLUENCIA DEL MEDIO AMBIENTE</b>	5%	Buen estado	0,75	0,0375
<b>FACTOR DE ESTADO</b>	100%			<b>0,7500</b>
<b>ESTADO GENERAL</b>	<b>BUEN ESTADO</b>			

Recordando que el estado del bien se lo asocia directamente con el factor de mantenimiento, hemos obtenido FM.

### 3.2 CONSTANTES DE PONDERACIÓN

Ya conocemos que las constantes de ponderación A, B, C no pueden ser mayores o iguales a la unidad, pero la interrogante es como asignarlas, para esto se muestran valores o combinaciones de ponderación que son usadas a menudo.

**TABLA 3.4 CONSTANTES DE PONDERACIÓN**

CONSTANTES DE PONDERACIÓN	MUY COMERCIAL	M o M COMERCIAL	POCO COMERCIAL	ESCOJA
DEPRECIACIÓN (A)	0,1 - 0,2	0,2 - 0,3	0,3 - 0,4	0,25
OBSOLECENCIA (B)	0,1 - 0,2	0,2 - 0,3	0,3 - 0,4	0,25
MANTENIMIENTO (C)	0,8 - 0,6	0,6 - 0,4	0,4 - 0,2	0,50
<b>SUMA TOTAL DE LAS CONSTANTES</b>				1,00

Algo muy importantes es que al sumar las tres constantes de ponderación siempre debo obtener el valor de uno. En cualquier caso estos valores son una guía solamente y queda a criterio del tasador la forma de asignarlos.

### 3.3 CÁLCULO DEL VALOR ACTUAL ESTIMADO DE UN TANQUE ATMÓSFERICO HORIZONTAL DE 1000 GAL

Valoración de un tanque horizontal de 1000 gal.

<b>DESCRIPCIÓN</b>	Tanque horizontal	<b>MATERIAL</b>	Acero al carbono
<b>MARCA</b>	-----	<b>COLOR</b>	Blanco
<b>MODELO</b>	-----	<b>POTENCIA/ CAPACIDAD</b>	1000 gal
<b>SERIE</b>	-----	<b>AÑO</b>	2005
<b>DIMENSIONES</b>			
<b>ESTADO / OBSERVACIONES</b>	REGULAR ESTADO		
	Pintura desgastada. No presenta elementos de protección contra la corrosión		
	No cuenta con bitácora de mantenimiento		

En el caso mostrado:

Se procederá a determinar los factores, para luego determinar el VRsiva y posteriormente el VAE

- Vida útil: 20 años
- Valor residual: 10%
- Edad= Fecha actual – Fecha de manufactura del bien

$$E = 2015,17 - 2005$$

$$E = 10,17 \text{ años}$$

Al visualizar que se cumple con  $E < VU$ , entonces se utiliza (1.2)



$$FD = \left( (VU - E) * \frac{1 - \frac{VAR}{100}}{VV} \right) + \frac{VAR}{100}$$

$$FD = \left( (20 - 10,17) * \frac{1 - \frac{10}{100}}{20} \right) + \frac{10}{100}$$

$$FD = 0,54235$$

- FOm: 70 en el caso de los tanques de almacenamiento y usando (1.3)

$$FO = \left( \left( 1 - \frac{FOm}{100} \right) * \left( \frac{FD}{1 - \frac{VAR}{100}} \right) \right) + \frac{\frac{FOm}{100} - \frac{VAR}{100}}{1 - \frac{VAR}{100}}$$

$$FO = \left( \left( 1 - \frac{70}{100} \right) * \left( \frac{0,54235}{1 - \frac{10}{100}} \right) \right) + \frac{\frac{70}{100} - \frac{10}{100}}{1 - \frac{10}{100}}$$

$$FD = 0,84745$$

Para poder determinar el factor de mantenimiento o estado, usaremos:

<b>MUY BUENO</b>	0,950
<b>BUEN ESTADO</b>	0,750
<b>REGULAR ESTADO</b>	0,500
<b>MAL ESTADO</b>	0,300
<b>INSERVIBLE</b>	0,100

TIPIFICACIÓN	PESO PONDERADO	ESTADO	CALIFICACIÓN	VALOR CALCULADO
BITÁCORA Y DOCUMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO	50%	Regular estado	0,5	0,25
PINTURA	25%	Regular estado	0,5	0,125
SISTEMAS DE PROTECCIÓN CONTRA CORROSIÓN	10%	Regular estado	0,5	0,05
SISTEMAS DE PROTECCIÓN ELÉCTRICA	10%	Buen estado	0,75	0,075
INFLUENCIA DEL MEDIO AMBIENTE	5%	Buen estado	0,75	0,0375
FACTOR DE ESTADO	100%			<b>0,5375</b>
<b>ESTADO GENERAL</b>	<b>REGULAR ESTADO</b>			

$$FM = 0,5375$$

A continuación se presenta el detalle de obtención del valor de reposición:

	DATOS A INGRESAR	
	ITEM # 1	FORMULACIÓN
DIÁMETRO (m)	1,5	Relevado en sitio
LONGITUD O ALTURA (m)	2,2	Relevada en sitio
ESPESOR (mm)	4	Tomado por simple inspección de la tabla de espesores mínimos correspondiente.
VOLUMEN (l)	3887,72	$V = \pi * \frac{1,5^2}{4} * 2,2 * 1000$
VOLUMEN (gal)	1027,03	$Vg = V * 0,2641721$
COSTO INDIVIDUAL DE LA PLANCHA	71,61	Obtenido del mercado, mediante cotización

COSTO SOLDADURA	301	$CS = 8 * 7,52 * 5,14$
TIEMPO DE INSTALACIÓN (DÍAS)	3	Considerando dos ayudantes y un soldador, se tiene una aproximación de 3 días por cada 1000 gal.
COSTO SOLDADOR CALIFICADO/DÍA	40	$\frac{\$40}{\text{día}}$
COSTO AYUDANTE/DÍA	36	$\frac{\$18}{\text{día}}$ Este valor corresponde a un ayudante.
COSTO PLASMA (CORTE)	75,25	$CP = 2 * 7,52 * 5,14$
COSTO PINTURA X m2	7	$\frac{\$7}{\text{m}^2}$
COSTO ROLADO X Kg	0,5	$\frac{\$0,5}{\text{kg}}$
AREA LATERAL (m2)	10,37	$A_l = \pi * 1,5 * 2,2$
AREA TAPAS (m2)	3,53	$A_t = \pi * \frac{1,5^2}{2}$
AREA TOTAL (m2)	13,9	$A_T = 10,37 + 3,53$
# PLANCHAS	5,14	$\#P = \frac{(13,9 * 1,10)}{2,9768}$
COSTO TOTAL EN PLANCHAS	368,08	$CTP = 71,61 * 5,14$
MASA (kg)	436,46	$M = 13,9 * 4 * 7,85$

COSTO TOTAL DE ROLADO	218,23	$C_R = 436,46 * 0,5$
MANO DE OBRA	228	$M_O = 5 * (40 + 56)$
COSTO TOTAL DE PINTURA	97,3	$C_P = 15,9 * 7$
SUBTOTAL 1	1287,86	$ST1 = 301 + 72,25 + 368,08 + 218,23 + 228 + 97,3$
COSTOS INDIRECTOS 25%	322	$CI = 1287,86 * 25\%$
UTILIDAD 30%	386,4	$U = 1287,86 * 30\%$
INSTALACIÓN 20%	257,6	$I = 1287,86 * 20\%$
SUBTOTAL 2	2253,86	$ST2 = 1287,86 + 322 + 386,4 + 257,6$
IVA 12%	270,46	$IVA = 2253,86 * 12\%$
TOTAL	2524,32	$TOTAL = 2253,86 + 270,46$

Finalmente el VAE se determina a partir del valor de reposición sin IVA, es decir el subtotal 2.

$$VAE = VR_{\text{sin IVA}} * ((A * FD) + (B * FO) + (C * FM))$$

$$VAE = 2253,86 * ((0,4 * 0,54235) + (0,2 * 0,84745) + (0,4 * 0,5375))$$

**VAE = \$ 1355,54**

## CAPÍTULO 4

### 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En base a los resultados obtenidos, podemos decir que el método usado es aplicable para cualquier tipo de tanque independientemente de sus dimensiones o capacidad, que los valores detallados en el ejemplo del apéndice 2 se ajustan a la realidad del mercado nacional y de ello se puede extrapolar su validez aun cuando para otras capacidades o dimensiones no se tengan referencias o antecedentes.

El método que se ha utilizado puede ser desarrollado para cualquier otro tipo de tanques ya sean a presión, tanques para sistemas contra incendios, etc. Únicamente se debería considerar la norma respectiva para poder identificar el espesor mínimo requerido de los tanques ya que es la información que normalmente el cliente o la persona que solicita la inspección desconoce.

# CAPÍTULO 5

## 5. CONCLUSIONES

Una vez analizados los resultados obtenidos se puede concluir lo siguiente:

- El método seleccionado presenta mayores ventajas que el método de mercado o el método de ingreso.
- Las razones típicas por las que se solicita una valoración se enmarcan dentro del sistema financiero ecuatoriano (prenda comercial) y muy pocas veces en el deseo de conocer el valor real de un bien.
- El procedimiento más rápido y confiable con el que se puede obtener el valor de reposición es mediante el método de construcción, ya que en el caso del método comparativo las cotizaciones muchas veces demoran y en el caso del método de índices mientras más edad tenga el bien menos confiable se vuelve este método.
- Puede ser aplicado aun cuando no se tengan referencias de bienes similares, en cuanto a capacidad, dimensiones, material.

- Mediante la asignación de rangos de ponderación y tipificación de las características del bien se ha reducido la determinación al azar o “al ojo” del factor de mantenimiento.
- El valor presentado únicamente es el valor más probable, mas no el valor exacto, es la mejor estimación pero el verdadero valor del bien puede estar en cualquier punto del segmento de incertidumbre de +10% o -10%.

## BIBLIOGRAFÍA

Alves Dantas, Rubens. Ingeniería de tasaciones. Una Introducción a la metodología Científica, 2009.

Acurio & Asociados, Curso de Tasaciones Mecánicas, 2014

Normas IRAM-ISO de la serie 34850, Argentina, 1996

Normas IVS de la serie 220, Reino Unido, 2013

Norma UL142, Steel Aboveground Tanks for Flammable and Combustible Liquids

Vargas Zuñiga, Angel. Organización del Mantenimiento Industrial, Ecuador

**Web:**

[http:// www.ing.una.py/pdf/1er-congreso-nacional-ingcivil\\_83cs83](http://www.ing.una.py/pdf/1er-congreso-nacional-ingcivil_83cs83)