

**MSc.**

**Carmen Cecilia Ramos Martínez**

**Abril, 2008**

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**DETERMINACIÓN DE VALORES PROMEDIOS DEL SUELO URBANO DE  
QUITO UTILIZANDO LÓGICA DIFUSA**

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE MAGÍSTER EN ESTADÍSTICA  
APLICADA**

**CARMEN CECILIA RAMOS MARTINEZ**

**cramos@quito.gov.ec**

**DIRECTOR: DR. LUIS HORNA**

**lhorna@epn.edu.ec**

**Quito, abril 2008**



# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**DETERMINACIÓN DE VALORES PROMEDIOS DEL SUELO  
URBANO DE QUITO UTILIZANDO LOGICA DIFUSA**

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE MAGÍSTER EN  
ESTADISTICA APLICADA**

**CARMEN CECILIA RAMOS MARTINEZ**

**DIRECTOR: DR. LUIS HORNA**

**Quito, abril 2008**

## **DECLARACIÓN**

Yo, Carmen Cecilia Ramos Martínez, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

---

**CECILIA RAMOS MARTINEZ**

## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Carmen Cecilia Ramos Martínez, bajo mi supervisión.

---

**Dr. Luis Horna**  
**DIRECTOR DE TESIS**

## AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Luis Horna, por su generosidad al compartir sus conocimientos, por su paciencia al enseñarme, por el tiempo que me dedicó para revisar mi trabajo, por ser una persona que con tan amplio conocimiento es tan asequible y tan humana.

A la Escuela Politécnica Nacional y a los profesores de la Maestría de Estadística Aplicada, quienes me brindaron la oportunidad de conocer visiones más amplias sobre la estadística y sus aplicaciones, por la calidad de los conocimientos que imparten.

A mi padre, el señor Carlos Ramos, quien con su empuje, insistencia y constancia logró que yo pueda alcanzar una nueva meta.

A mi esposo, el Ing. César Chacón, porque fueron su impulso y fortaleza los que me permitieron concluir esta etapa.

Mi gratitud y respeto porque en ustedes encontré el cimiento que necesitaba.

Gracias,

Cecilia

## DEDICATORIA

A mi esposo, el Ing. César Chacón, por su apoyo incondicional, por soportar mis ausencias, por tener que asumir mayor trabajo en casa, porque fue mi aliento en tiempos de flaqueza, porque fue mi fuerza, mi empuje, mi no desmayes. Porque durante todo el tiempo que estuve en clases no hubo un día que no sienta su apoyo.

A mi hijo, Danielito para que cuando aprenda a leer y encuentre esta página, sepa que siempre estuve pensando en él. Porque había momentos en que venía su rostro a mi mente, y me llenaba el alma de ternura y dulce nostalgia por no estar en ese momento contigo bebé Dany.

Con amor,

Ceci

## CONTENIDO

DECLARACIÓN.....	II
CERTIFICACIÓN.....	III
AGRADECIMIENTOS .....	IV
DEDICATORIA.....	V
CONTENIDO.....	VI
LISTADO DE FORMULAS .....	IX
LISTADO DE TABLAS.....	XI
LISTADO DE FIGURAS.....	XII
LISTADO DE MAPAS.....	XIV
RESUMEN.....	XV
PRESENTACIÓN.....	XVII
<b>CAPÍTULO 1: LA VALORACIÓN PREDIAL</b>	
1.1. CONCEPTOS FUNDAMENTALES.....	1
1.1.1. VALOR CATASTRAL.....	1
1.1.2. VALOR DEL SUELO.....	1
1.1.3. POLÍGONO.....	2
1.1.4. AVALÚO.....	2
1.1.5. TERRENO.....	2
1.2. CONSIDERACIONES GENERALES.....	2
1.3. SUSTENTO LEGAL.....	3
1.4. METODOLOGÍA.....	5
1.4.1. DELIMITACIÓN DEL SUELO URBANO.....	5
1.4.2. COMPONENTES PARA DETERMINAR EL AVALÚO COMERCIAL ....	6
1.4.3. MODELO DE VALORACIÓN DEL SUELO URBANO.....	6
1.4.4. DE LA OBTENCIÓN DE DATOS.....	8
1.4.5. MÉTODO AVALUATORIO.....	9
1.4.6. DETERMINACIÓN DE VALORES DEL SUELO.....	10
1.4.6.1. VALORES EN AREA DE INTERVENCION VALORATIVA....	10
1.4.6.2. VALOR EN LOTE.....	10
1.4.7. SEPARACIÓN DEL VALOR DEL SUELO EN PREDIOS EDIFICADOS..	11
1.4.8. FACTORES DE CORRECCIÓN DEL VALOR DEL POLÍGONO O	
AIVA PARA INDIVIDUALIZACIÓN DEL AVALÚO.....	14
1.4.8.1. FACTOR PROFUNDIDAD O FONDO (FP).....	15
1.4.8.1.1. CRITERIO HARPER.....	17
1.4.8.2. FACTOR FRENTE (Ff).....	18
1.4.8.3. FACTOR FORMA (Fe).....	19
1.4.8.4. FACTOR TAMAÑO (Fta).....	21
1.4.8.5. COEFICIENTE TOTAL .....	23
1.4.8.5.1. COEFICIENTE TOTAL MÍNIMO Y MÁXIMO A	
UTILIZARSE.....	23
1.5. BASE DE DATOS Y ARCHIVOS.....	24
<b>CAPITULO 2: CONJUNTOS DIFUSOS</b>	
2.1. CONJUNTOS DIFUSOS.....	27
2.1.1. OPERACIONES BÁSICAS DE CONJUNTOS DIFUSOS.....	29
2.1.2. ESQUEMA DE REPRESENTACIÓN DE OPERACIONES CON	
CONJUNTOS DIFUSOS.....	31



2.1.3. LEY DEL TERCERO EXCLUIDO Y LOS CONJUNTOS DIFUSOS.....	32
2.1.4. PROPIEDADES DE LOS CONJUNTOS DIFUSOS.....	33
2.2. NÚMEROS DIFUSOS.....	34
2.3. NÚMERO DIFUSO TRIANGULAR.....	36
2.4. OPERACIONES ARITMÉTICAS CON NÚMEROS TRIANGULARES.....	52
2.4.1. ADICIÓN DE NÚMEROS TRIANGULARES.....	52
2.4.2. MULTIPLICACIÓN DE UN NUMERO TRIANGULAR POR UN NÚMERO REAL POSITIVO.....	54
2.4.3. DIVISIÓN DE UN NÚMERO TRIANGULAR POR UN NÚMERO REAL POSITIVO .....	54
<b>CAPÍTULO 3: RELACIONES DIFUSAS E INTRODUCCIÓN A LA LÓGICA DIFUSA</b>	
3.1. DEFINICION DE RELACIÓN DIFUSA.....	56
3.1.1. OPERACIONES BÁSICAS EN RELACIONES DIFUSAS.....	59
3.2. INTRODUCCIÓN A LA LÓGICA DIFUSA.....	63
3.2.1. LÓGICA DIFUSA.....	63
3.2.2. LÓGICA MULTI-VALORES.....	64
3.2.3. VARIABLES LINGÜÍSTICAS.....	66
3.2.4. MODIFICADORES LINGÜÍSTICOS.....	70
3.2.5. COMPOSICIÓN DE REGLAS PARA PROPOSICIONES DIFUSAS.....	72
3.2.6. SEMÁNTICA VINCULADA .....	73
<b>CAPÍTULO 4: APLICACIÓN DE LA LÓGICA DIFUSA EN LA DETERMINACIÓN DEL PRECIO PROMEDIO DEL SUELO URBANO</b>	
4.1. DETERMINACIÓN DE LOS PRECIOS PROMEDIOS DIFUSOS.....	75
4.1.1. PRECIOS TRIANGULARES .....	76
4.1.2. PRECIOS PROMEDIOS DIFUSOS.....	79
4.1.3. PROMEDIOS PONDERADOS.....	84
4.1.4. PROMEDIO PONDERADO TRIANGULAR.....	84
4.1.5. DESDIFUSIFICACIÓN DEL PROMEDIO DIFUSO.....	87
4.2. DISTANCIAS ENTRE DOS NÚMEROS DIFUSOS.....	90
4.3. CRITERIOS DE ORDENAMIENTO PARA NÚMEROS DIFUSOS TRIANGULARES .....	94
4.4. MAPA DE ORDENAMIENTO DE LOS PRECIOS DEL SUELO URBANO DE QUITO .....	95
<b>CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	
5.1. CONCLUSIONES .....	96
5.2. RECOMENDACIONES.....	97
BIBLIOGRAFÍA .....	100
ANEXOS .....	102

## LISTADO DE FÓRMULAS

1.1. Valor de la construcción usada.....	14
1.2. Factor fondo según el criterio Harper.....	17
1.3. Factor frente.....	18
1.4. Factor forma.....	19
1.5. Factor forma como aplicación directa del teorema del valor medio para integrales... .....	19
1.6. Factor tamaño.....	22
1.7. Factor tamaño ajustado.....	23
1.8. Coeficiente Total.....	23
2.1. Notación convencional para un conjunto difuso, cuando el universo de $X$ , es discreto y finito.....	28
2.2. Conjunto difuso cuando es continuo.....	28
2.3. Complemento de un conjunto difuso.....	30
2.4. Intersección de un conjunto difuso.....	30
2.5. Unión de un conjunto difuso.....	30
2.6. Propiedad conmutativa de un conjunto difuso.....	33
2.7. Propiedad asociativa de un conjunto difuso.....	33
2.8. Propiedad distributiva de un conjunto difuso.....	33
2.9. Propiedad ídempotencia de un conjunto difuso.....	33
2.10. Propiedad de identidad de un conjunto difuso.....	33
2.11. Propiedad transitiva de un conjunto difuso.....	34
2.12. Propiedad de involución de un conjunto difuso.....	34
2.13. Definición de número difuso triangular con función de membresía.....	36
2.14. Número difuso triangular central.....	37
2.15. Notación de número triangular.....	38
2.16. Intervalo de la función de membresía.....	49
2.17. Adición de números triangulares.....	52
2.18. Multiplicación de un número triangular por un número real positivo.....	54
2.19. División de un número triangular por un número real positivo.....	55
3.1. Relación difusa.....	56
3.2. Complemento en relaciones difusas.....	60

3.3. Intersección en relaciones difusas.....	60
3.4. Unión en relaciones difusas.....	61
3.5. Producto Min Directo en relaciones difusas.....	62
3.6. Producto Max Directo en relaciones difusas.....	62
3.7. Negación de $p$ en lógica multi-valores.....	64
3.8. Conjunción de $p$ y $q$ en lógica multi-valores.....	65
3.9. Disyunción de $p$ y $q$ en lógica multi-valores.....	65
3.10. Implicación (proposición condicional) en lógica multi-valores.....	65
3.11. Modificador lingüístico <i>no</i> .....	70
3.12. Modificador lingüístico <i>muy</i> .....	70
3.13. Modificador lingüístico <i>algo</i> .....	70
3.14. Semántica vinculada.....	73
3.15. Condicionante para semántica vinculada.....	73
4.1. Promedio.....	75
4.2. Promedio Triangular.....	80
4.3. Promedio Ponderado.....	84
4.4. Peso $W_i$ .....	84
4.5. Promedio Triangular Ponderado.....	85
4.6. Valor maximizado.....	88
4.7. Desdifusificación.....	88
4.8. Fórmula generalizada para desdifusificación.....	88
4.9. Distancia a izquierda entre dos números difusos.....	91
4.10. Distancia a derecha entre dos números difusos.....	91
4.11. Distancia entre $A$ y $B$ .....	91
4.12. Distancia a izquierda de un número difuso al máximo.....	91
4.13. Distancia a derecha de un número difuso al máximo.....	91
4.14. Distancia entre $A$ y el máximo.....	92
4.15. Fórmula abreviada para la distancia entre $A$ y el máximo.....	92
4.16. Criterio de ordenamiento para números difusos triangulares.....	94

## LISTADO DE TABLAS

Tabla No.1.1. Vida útil y valor residual de diferentes construcciones.....	12
Tabla No.1.2. Estado de conservación.....	13
Tabla No.1.3. Aplicación del factor fondo para lotes del barrio La Floresta .....	16
Tabla No.1.4. Factor tamaño.....	21
Tabla No.2.1. Números difusos triangulares de los precios del suelo urbano de Quito en dólares americanos (USD).....	39
Tabla No.3.1. Valores de verdad en $T_3$ para negación, conjunción, disyunción e implicación.....	65
Tabla No.3.2. Función de membresía de demérito de Heidecke del estado de conservación del predio.....	69
Tabla No.4.1. Números difusos triangulares de los precios del suelo urbano de barrios y/o sectores de Quito.....	77
Tabla No.4.2. Valores maximizados de los precios del suelo de las parroquias urbanas del Distrito Metropolitano de Quito.....	89
Tabla No.4.3. Distancias de los precios del suelo urbano de Quito al máximo....	94

## LISTADO DE FIGURAS

Figura No.1.1. Aplicación del factor fondo para lotes del barrio La Floresta.....	16
Figura No.1.2. Factor forma según el Teorema del Valor Medio para Integrales.....	20
Figura No.1.3. Interpretación geométrica del teorema del valor medio para integrales.....	21
Figura No.2.1. Función de Membresía para el conjunto difuso $A$ .....	29
Figura No.2.2. Función de membresía $\mu_A(x)$ y $\mu_B(x)$ .....	31
Figura No.2.3. Función de membresía del complemento $\mu_{\bar{A}}(x)$ , $\mu_{\bar{B}}(x)$ .....	31
Figura No.2.4. Función de membresía de la intersección y unión.....	32
Figura No.2.5. La ley del tercero o medio excluido no es válida para conjuntos difusos.....	32
Figura No.2.6. Conjunto difuso convexo y normalizado en 1.....	34
Figura No.2.7. Conjunto difuso no convexo.....	34
Figura No.2.8. Número difuso con un máximo.....	35
Figura No.2.9. Número difuso con un aplanamiento.....	35
Figura No.2.10. Número Difuso Triangular.....	36
Figura No.2.11. Número Triangular Central .....	37
Figura No.2.12. Número Triangular Central Simétrico con respecto a $\mu$ ...	38
Figura No.2.13. $\alpha$ - corte .....	49
Figura No.2.14. Suma de dos números triangulares.....	53
Figura No.2.15. Suma de $A_1^r$ , $A_2$ , y $A_3^l$ .....	54
Figura No.2.16. Número triangular $A = ( 0, 5, 8 )$ ; producto $2A$ ; cuociente $A/2$ ..	55
Figura No.3.1. Relación difusa $R$ que describe que $x$ es mas grande que $y$ .....	58
Figura No.3.2. Relación difusa $R$ presentada como un grafo difuso.....	58

Figura No.3.3.	Niveles de la variable lingüística <i>edad</i> .....	67
Figura No.3.4.	Nivel demérito de la variable lingüística <i>estado de conservación para demeritar el valor del predio</i> .....	69
Figura No.3.5.	Variable lingüística <i>verdad y varias modificaciones</i> .....	70
Figura No.3.6.	Conjuntos difusos <i>calificación baja y calificación no baja</i> .....	71
Figura No.3.7.	Conjuntos difusos <i>calificación algo baja y calificación muy baja</i> .....	72
Figuras No.4.1.	Precios Triangulares del Suelo de las Áreas de Intervención Valorativas Urbanas.....	79
Figura No.4.2.	Desfusificación del promedio difuso $A_{ave} = (m_1, m_2, m_3)$ .....	90
Figura No.4.3.	Número triangular y el máximo.....	92
Figura No.4.4.	Distancia entre el precio triangular del suelo de Pueblo Unido II y el precio triangular máximo de las AIVAS urbanas de Quito....	92
Figura No.4.5.	Distancia entre el precio triangular del suelo de Tambo del Inca y el precio triangular máximo de las AIVAS urbanas de Quito....	93
Figura No.4.6.	Distancia entre el precio triangular del suelo de San Martín de Porres y el precio triangular máximo de las AIVAS urbanas de Quito.....	93

## **LISTADO DE MAPAS**

Mapa 4.1. Mapa de ordenamiento de los precios del suelo urbano de Quito...146

## RESUMEN

La valoración del suelo urbano se realiza a través de la observación de oferta y demanda inmobiliaria, sus fuentes son avisos clasificados, información de inmobiliarias, datos proporcionados por informantes en campo sobre lotes en venta. La Municipalidad de Quito, ha delimitado la urbe en áreas de intervención valorativa (AIVA) que no es otra cosa que la unidad conformada por un barrio o sector de características homogéneas en infraestructura, tipología constructiva y precio del suelo, obtiene datos de precios del suelo dentro de cada AIVA y los promedia. Este se constituye en el precio del suelo por metro cuadrado para todos y cada uno de los predios que conforman ese sector.

Sin embargo, el utilizar un número clásico como valor para los diferentes predios que conforman el AIVA puede dejar fuera valores verdaderos. En las transacciones que realiza la Municipalidad por efectos de expropiaciones, adjudicaciones, ventas directas, permutas u otras, es necesario contar con un rango que permita la negociación del precio, es entonces cuando la lógica difusa nos provee del instrumento técnico-científico que valide los precios del suelo.

Para el efecto se recurrió a la teoría de conjuntos difusos, estos contienen elementos que tienen varios grados de pertenencia en el conjunto. La pertenencia puede no ser completa, pueden también ser miembros de otros conjuntos difusos en el mismo universo. Sus elementos son mapeados en un universo de valores de pertenencia usando una función teórica que define la transición de pertenecer o no pertenecer al conjunto asignando a cada elemento un grado de pertenencia entre 0 y 1. Para cada valor que pueda tomar un elemento o variable de entrada  $x$  la función de pertenencia  $\mu_A(x)$  toma valores en el intervalo  $[0,1]$  proporcionando el grado de pertenencia de  $x$  al conjunto difuso  $A$ .

Un número difuso triangular está denotado por  $A=(a_1, a_M, a_2)$ , en donde  $a_1$  especifica el valor posible más pequeño y  $a_2$  el valor posible más alto, es decir, formamos el intervalo soporte  $A=(a_1, a_2)$  e indicamos un valor  $a_M$  dentro de  $(a_1, a_2)$  como el valor más probable a representar los valores inciertos, entonces el máximo será el punto  $(a_M, 1)$ . Los precios triangulares difusos fueron formados por el precio más bajo obtenido de la investigación, el



precio modal o que más veces se repite y el precio más alto.

Una relación difusa de  $A \times B$  denotada por  $R(x, y)$  es definida como un conjunto, en donde la función de membresía da los grados de pertenencia del par  $(x, y)$  en  $R$  asociándola con cada par  $(x, y)$  en  $A \times B$  un número real en el intervalo  $[0, 1]$ . Los grados de membresía indican los grados con el cual  $x$  está relacionado con  $y$ . La relación lingüística común puede ser descrita por relaciones difusas apropiadas como:  *$x$  es mas grande que  $y$ ,  $x$  está cercana a  $y$ ,  $x$  es mas relevante que  $y$ ,  $x$  y  $y$  son casi iguales,  $x$  y  $y$  son muy distantes, etc.*

Uno de los más importantes conceptos en estadística es el promedio o media de  $n$  cantidades, lecturas o estimaciones expresadas por números reales, sin embargo, un valor promedio puede excluir datos importantes y válidos porque la realidad es generalmente imprecisa. Por ello, valiéndonos de la teoría de conjuntos difusos, se estima los promedios difusos y promedios difusos ponderados a fin de que los datos puedan ser aceptados o rechazados con diferente grado de pertenencia ampliando nuestra visión y acercándonos de mejor manera a la realidad inmobiliaria del DMQ.

La agregación definida por un número promedio triangular muchas veces tiene que ser expresada por un número clásico, el cual debe ser el mejor representante del promedio correspondiente. Esta operación se llama desdifusificación.

Se obtuvo también las distancias de los precios triangulares hacia el máximo, a estas se aplicó un criterio de ordenamiento y se elaboró un mapa en el que se visualiza 5 clases de precios: altos, medios altos, medios, medios bajos y bajos.

La información sobre la que se realizó la aplicación corresponde a una parte de la ciudad de Quito, se recomienda que la Municipalidad continúe con la investigación de campo sobre precios del suelo urbano a fin de completar el ordenamiento para toda la urbe.

## PRESENTACIÓN

Este trabajo se ha realizado para determinar, de manera técnica-científica, los precios del suelo por metro cuadrado para áreas urbanas del Distrito Metropolitano de Quito. Sus lineamientos son válidos para toda área urbana.

El trabajo se ha fundamentado en la lógica difusa. Los capítulos describen en primera instancia los basamentos legales y metodología que utiliza la Municipalidad del Distrito Metropolitano de Quito para establecer el precio promedio del suelo para los sectores o áreas de intervención valorativas urbanas, en segunda instancia se explica la teoría difusa, esto es, conjuntos, relaciones y lógica difusa, luego de lo cual se aplica esta teoría a los valores reales obtenidos por la Dirección de Avalúos y Catastros en campo como resultado de la investigación del mercado inmobiliario en los niveles de oferta y demanda.

El trabajo se inicia con el resumen del mismo, el cual contiene de manera concisa los principales fundamentos teórico-científicos, y de los cuales se derivan los conceptos más detallados que se dan en los capítulos referidos a cada parte del trabajo en particular.

El desarrollo de este trabajo se motiva por la necesidad de sustentar técnica y científicamente el manejo de datos sobre oferta y demanda inmobiliaria, que además de ser escasos en cantidad tienen una variabilidad muy amplia que no permite aplicar las técnicas tradicionales que avalen los resultados inferidos del tratamiento de este tipo de datos. En esa búsqueda, se encontró en la teoría de conjuntos difusos una alternativa para procesar datos reales aún siendo imprecisos e inciertos. Las Municipalidades, entidades públicas, privadas o personas naturales pueden basarse en este documento para determinar, con base científica, los valores del suelo como parte fundamental del avalúo predial.

En la presente propuesta se desarrolla la técnica de conjuntos difusos a fin de avalar los precios del suelo asignados a cada área de intervención valorativa (AIVA), la que contempla cinco capítulos, partiendo de la explicación esencial de todo lo inherente a la valoración predial, en el propósito didáctico de una cabal comprensión del tema.

# CAPÍTULO 1

## LA VALORACIÓN PREDIAL

### 1.1. CONCEPTOS FUNDAMENTALES

#### 1.1.1. Valor catastral

Es el valor monetario fijado sobre los bienes inmuebles para efectos impositivos y de transacciones que afectan el dominio privado (expropiaciones, permutas, adjudicaciones, arrendamientos, etc.), obtenido a partir del valor de mercado, sin que en ningún caso pueda exceder de éste y considerando la homogeneidad de los sectores físico-espaciales determinados.

Los valores catastrales se actualizan periódicamente por bienios y en forma masiva por la Dirección de Avalúos y Catastros del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito.

Este valor es calculado mediante un procedimiento basado en la investigación de precios del terreno y de tipologías constructivas en forma sectorial y luego ajustados con factores de corrección según las características particulares de cada predio.

#### 1.1.2. Valor del suelo

El valor del suelo, es el precio unitario por metro cuadrado del suelo, urbano o rural, determinado por un proceso de comparación con precios de venta de terrenos de condiciones similares u homogéneas del mismo sector.

### **1.1.3. Polígono**

Denominaremos polígono a un área homogénea en los items tipología constructiva, servicios de infraestructura, vías y precio de mercado del suelo. Este constituye el ámbito sobre el cual tiene validez el precio promedio del suelo obtenido de la investigación de campo en cada sector. Se denominan también Sectores Homogéneos o Área de Intervención Valorativa (AIVA) que agrupan predios homogéneos entre sí pero a la vez son heterogéneos con respecto a los otros.

### **1.1.4. Avalúo**

Es la tasación del valor de un predio a precio comercial o real. Esta operación se basa en hechos y transacciones reales recientes y comparables, apoyadas en las técnicas de la valuación que tome en cuenta las características internas y externas (forma de lote, situación social, económica, etc.). El avalúo de los predios tiene como objetivo la generación de la base imponible para determinación y liquidación de tributos (impuesto predial, transferencia de dominio) y para atender las expropiaciones, permutas, ventas, producto de la obra pública, etc.

### **1.1.5. Terreno**

Refiere a un espacio de suelo delimitado. Este es uno de los componentes para determinar el avalúo de un inmueble.

## **1.2. CONSIDERACIONES GENERALES**

La unidad de investigación al interior de cada zona y parroquia está conformado por: barrios, urbanizaciones, lotizaciones, conjuntos habitacionales, ejes viales, etc., cada uno de estos conceptos están definidos en la Reglamentación Metropolitana de Quito

- Ordenanza No. 3050, debiéndose aclarar que el concepto de eje vial se refiere a las avenidas o calles principales en las que se desarrollan actividades comerciales y por esto sus características difieren del resto.

La unidad de investigación se forma a través de la observación de la realidad física y económica, es decir, en campo se va delimitando las áreas de intervención valorativas (AIVAS) de acuerdo a la existencia de homogeneidad en las características físicas dando lugar a un polígono o sector homogéneo al cual le denominamos AIVA. En ocasiones los ejes viales son separados del barrio y considerados como otro polígono debido a que los predios que lo conforman son heterogéneos con respecto al resto pero son homogéneos entre sí.

### **1.3. SUSTENTO LEGAL**

La Ley de Régimen Municipal en su Art. 281. establece que “los bienes de dominio privado deberán administrarse a criterio empresarial para obtener el máximo rendimiento financiero compatible con el carácter público de la Municipalidad y con sus fines”

En la Ley Orgánica Reformatoria a la Ley de Régimen Municipal, publicado en el Registro Oficial No. 429 del 27 de septiembre del 2004, en su Art. 36, dice: “A continuación del artículo 314, agréguese los siguientes innumerados: “Art. ...Las municipalidades mantendrán, actualizados en forma permanente, los catastros de predios urbanos y rurales. Los bienes inmuebles constarán en el catastro con el valor de la propiedad actualizado.

Art. ...El valor de la propiedad se establecerá mediante la suma del valor del suelo y de haberlas, el de las construcciones que se hayan edificado sobre él. Este valor constituye el valor intrínseco, propio o natural del inmueble y servirá de base para la determinación de impuestos y para otros efectos no tributarios como los de expropiación.

Para establecer el valor de la propiedad se considerará, en forma obligatoria, los siguientes elementos:

- a) El valor del suelo, que es el precio unitario de suelo, urbano o rural, determinado por un proceso de comparación con precios de venta de parcelas o solares de condiciones similares u homogéneas del mismo sector, multiplicado por la superficie de la parcela o solar;
- b) El valor de las edificaciones, que es el precio de las construcciones que se hayan desarrollado con carácter permanente sobre un solar, calculado sobre el método de reposición; y,
- c) El valor de reposición, que se determina aplicando un proceso que permite la simulación de construcción de la obra que va a ser evaluada, a costos actualizados de construcción, depreciada en forma proporcional al tiempo de vida útil.”

En la Ley Orgánica Reformatoria a la Ley de Régimen Municipal el Art. 37 dice:”...Art.316.- Los predios urbanos serán valorados mediante la aplicación de los elementos de valor del suelo, valor de las edificaciones y valor de reposición previstos en esta Ley; con este propósito, el concejo aprobará mediante ordenanza, el plano de valor de la tierra, los factores de aumento o reducción del valor del terreno por los aspectos geométricos, topográficos, accesibilidad a determinados servicios, como agua potable, alcantarillado y otros servicios, así como los factores para la valoración de las edificaciones.”

Con este fin, las municipalidades elaboraran normas de avalúo para las edificaciones y solares y el plano del valor de la tierra a regir en el bienio. También faculta a las Direcciones Financieras y de Avalúos y Catastros, la elaboración de procedimientos técnicos para valorar los predios para los fines mencionados.

La Ley de Régimen Municipal en su Art. 317 dice que “por valor comercial, para efectos económicos, se entiende el que corresponda al valor real del predio, practicado por la oficina de avalúos municipales, de conformidad con lo establecido en el artículo anterior”.

Estos preceptos legales, nos conducen a implementar un plano de valores de mercado del suelo, que son un fiel referente del mercado inmobiliario existente. Como es lógico esta información debe tener diferencias cuantitativas en zonas homogéneas definidas y/o cercanas, y lo que corresponde es realizar un estudio cualitativo, pues estos valores de mercado son juicios y no medidas, su precisión es relativa y no absoluta, y serán lo más aproximados en función de una evidencia real de valores, que en nuestro caso es ambigua, pues el ambiente donde se desarrollan las transacciones esconde esta realidad valorativa por la deficiencia de las leyes que la controlan.

#### **1.4. METODOLOGÍA**

En base a las disposiciones legales, descritas en párrafos anteriores, la Municipalidad tiene formulada una metodología para la valoración de las propiedades inmobiliarias urbanas del DMQ, en la que para efectos de la valoración del suelo urbano, se definen los siguientes procedimientos:

##### **1.4.1. Delimitación del suelo urbano**

Está sujeta al estudio realizado por la Dirección Metropolitana de Territorio y Vivienda y aprobado por el Concejo Metropolitano, que para este caso, está definido en la Ordenanza de Zonificación que contiene el Plan de Uso y Ocupación del Suelo (PUOS), publicadas en el Registro Oficial del 7 de abril del 2003.

### **1.4.2. Componentes para determinar el avalúo comercial**

El avalúo de un inmueble está conformado por dos componentes: el primero es el avalúo del terreno, que se determina utilizando el método comparativo (o de mercado) y éste parte de la base de la realidad del mercado de los avalúos, de la oferta y la demanda de bienes inmuebles similares. En casos especiales en los que no se encuentran solares sin construcción en venta, sino únicamente con edificación, se procesa la información mediante fórmulas para separar el avalúo del terreno del de la construcción.

El segundo componente del avalúo es la determinación del valor de la construcción. Estas pueden ser construcciones nuevas o usadas. Este avalúo se realiza en forma separada al del terreno, se aplican métodos diferentes como el de Reposición, Renta, Capitalización, etc. La Municipalidad de Quito trabaja para este efecto por tipologías constructivas, avaluando cada una de estas tomando como base los precios establecidos por la Cámara de la Construcción de Quito.

Como el punto que refiere esta tesis es la determinación del precio del suelo urbano describiremos únicamente el modelo concerniente a este y no el de la construcción ni el del suelo rural que son temas relacionados pero que no se tratarán en este documento.

### **1.4.3. Modelo de valoración del suelo urbano**

Para determinar el avalúo del terreno en el D.M.Q. se consideran dos etapas:

- La primera busca la identificación de sectores homogéneos, y
- La segunda pretende la individualización del avalúo para cada predio.

Para la conformación del AIVA (Área de Intervención Valorativa) se observan las variables sobre el valor del producto inmobiliario y el desarrollo urbanístico, estas son:

- a) Tipología constructiva (estructura y acabados predominantes en el sector)



- b) Infraestructura (servicios básicos de infraestructura urbana: agua, luz, alcantarillado, telefonía y vialidad con que cuenta el sector)
- c) Precio de mercado del suelo por metro cuadrado (valor monetario asignado un inmueble a través de la oferta y la demanda en el mercado de bienes raíces). La captura de información de los precios del suelo por metro cuadrado se realiza a través de conversaciones con moradores de cada sector, clasificados de prensa, vía telefónica y datos proporcionados por corredores de bienes raíces, por lo tanto, los valores comerciales del suelo corresponden a valores promedios obtenidos para cada área de intervención valorativa.

En cada AIVA se indicará el valor predominante en su sector homogéneo o el valor más probable que un vendedor es capaz de aceptar y un comprador de pagar, en una situación similar a la del mercado analizado (oferta y demanda).

En los sectores consolidados en que los precios investigados son de terreno y construcción, se separa el valor de la construcción a través de procedimientos preestablecidos y se considera exclusivamente el valor del suelo.

Se descartan los precios extremos y se promedian los valores lógicos.

El valor comercial del suelo para cada AIVA corresponde a un valor promedio calculado del grupo de datos obtenidos para ese sector.

Tanto para la intervención de un área nueva como para la actualización de áreas de intervención valorativas (AIVAS) tenemos dos ámbitos de trabajo:

I) Trabajo en gabinete:

- Recopilación de información (tablas de valores existentes de investigaciones anteriores, ploteo de áreas a intervenir).

- Llenado de formatos para:
  - Lote tipos
  - Matriz valorativa 1 y 2
  - Memoria fotográfica
- Cálculos (determinación de valor del suelo/métodos directo, de reposición o potencial).
- Ratificación, rectificación y conformación de nuevas AIVAS a nivel gráfico.

## II) Trabajo en campo (recorrido)

- Verificación del AIVA en sitio (limites)
- Verificación de infraestructura, tipología de las construcciones.
- Toma de datos de lotes o construcciones en venta
- Toma de fotografía de: lotes de venta y representativo del sector o AIVA

### 1.4.4. De la obtención de datos

Para obtener los precios del mercado del Suelo Urbano se toma en cuenta en el proceso de investigación lo siguiente:

- Fecha de la transacción (fecha de oferta o anuncio de venta).
- Fuentes directas e indirectas de información (periódicos de la localidad, vendedor o comprador, familiares, vecinos, inmobiliarias, etc.).
- Dimensiones del lote.
- Precios y condiciones de venta.
- Comparación con inmuebles similares para equipararlos y corregir sus posibles diferencias en precios

### 1.4.5. Método avaluatorio

Para la determinación del valor del terreno se tomó como base el Método Comparativo o de Mercado, el cual se apoya en las ventas de inmuebles idénticos o similares, ocurridas en un tiempo relativamente corto.

Es el método más usual y se requiere información actualizada sobre las ventas ocurridas en el mercado para poder establecer la comparación entre los bienes ofertados y el que se va a evaluar.

Este método se fundamenta en la identificación del Lote Tipo o Modal para cada área de intervención valorativa, para lo cual se consideró factores como: frente, fondo y tamaño del Lote Tipo.

El valor comercial unitario del suelo urbano sacada para cada AIVA rige para el lote Tipo o Modal establecido.

Para obtener y determinar los precios de mercado del suelo urbano, se consideró:

- Fecha de la transacción (fecha de oferta o anuncio de venta).
- Fuente de Información (avisos de periódicos, inmobiliarias y rótulos o avisos detectados en el sector mediante recorrido.)
- Localización del inmueble
- Dimensión del lote
- Precio y condiciones de venta
- Comparación con inmuebles similares para equiparlos y corregir sus posibles diferencias en precios.
- En la transacción se consideró que ésta debió darse en condiciones de libre negociación, es decir el comprador y el vendedor conocen el mercado y ambos desean y no están obligados a la negociación.

#### 1.4.6. Determinación de valores del suelo

Para la determinación de los valores unitarios del suelo urbano, se tomó como referencia unidades de investigación conformadas por los hatijos, urbanizaciones, conjuntos habitacionales o tramos de ejes viales comerciales, con características homogéneas, a los cuales se los definió como Áreas de Intervención Valorativas (AIVAS).

En base a esta consideración, los valores del suelo están sustentados por el siguiente orden:

- Valores en área de intervención valorativa
- Valores en lote.

**1.4.6.1. Valores en área de intervención valorativa.-** En cada AIVA se estableció un valor básico referencial del m<sup>2</sup> del suelo urbano aplicable al lote modal o tipo del AIVA, dados por su frente, fondo y tamaño tipo. Este valor sirvió de base para el cálculo de los valores individualizados a ser aplicados a cada lote.

**1.4.6.2. Valor en lote.-** Es el valor del área de intervención valorativa corregido por los coeficientes que se aplican de acuerdo a las características físicas que presenta cada lote.

#### 1.4.7. Separación del valor del suelo en predios edificados

El punto de partida es determinar el valor de REPOSICIÓN o valor de la construcción nueva y aplicar a este un factor de depreciación de tal manera que el valor actual o de la construcción usada ( $V_x$ ) será igual al valor de la

construcción nueva (Vn) “depreciada” por un factor D y por un valor residual esperado, R.

El Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, para cada bienio establece el valor por metro cuadrado de construcción nueva para cada tipología constructiva y de acuerdo al uso, basándose en el valor referencial de la Cámara de la Construcción de Quito. La tabla vigente para el presente bienio 2006-2007 puede ser observada en el Anexo No.1.

El factor depreciación “D” relaciona la edad y el estado de conservación, que depende de la vida útil de la edificación, ésta a su vez depende de la tecnología empleada, del material constitutivo, de la calidad de los acabados incluidos y de los controles existentes en el proceso de construcción. En la mayoría de foros que se ha discutido el tema no se ha llegado a fijar parámetros que uniformicen su utilización. La obligación lo trasladan al criterio del profesional evaluador, a sus conocimientos y al comportamiento de los materiales. Sin embargo, resultado de pruebas, análisis y experiencias existe la sugerencia del Ing. Gustavo Barahona, Capacitador del CEC de la EPN, misma que acogió la Municipalidad, utilizando los años de vida útil de acuerdo a la estructura de la edificación y el valor residual que se observan en la siguiente tabla:

Tabla No.1.1. Vida útil y valor residual de diferentes construcciones

<b>ESTRUCTURA</b>		<b>VIDA UTIL</b>	<b>% RESIDUAL</b>
Hormigón Armado	Edificios	60 – 65 años	10
	Casas	50 – 55 años	8
Estructuras Metálicas	Edificios	50 – 55 años	8
	Casas	45 – 50 años	5
Mixta		35 – 40 años	3
Madera		30 – 35 años	3
Adobe		30 – 35 años	2
Bahareque, caña		10 – 15 años	1

FUENTE: Dirección de Avalúos y Catastros

ELABORACIÓN: Cecilia Ramos

El valor Residual “R”, se define como el porcentaje no depreciable que se puede recuperar luego de terminada su vida útil. Otra manera de explicarlo es cuantificando el porcentaje del valor a depreciarse que servirá para demoler y desalojar la edificación luego de finalizada su vida útil.

Además de la vida útil, D depende también del estado de conservación. Para medir su impacto se mencionarán los diferentes niveles de clasificación dependiendo de las obras necesarias:

- Arreglos menores: pintura, lacados, accesorios de baño, griferías, luminarias, interruptores, tomacorrientes, arreglos de pisos, enlucido, masillados, humedades capilares, impermeabilizar cubiertas.
- Arreglos intermedios: cambios de instalaciones sanitarias, eléctricas, cambios de pisos y muebles empotrados, cambios de paredes, cambios de aparatos sanitarios.
- Arreglos importantes: cambios de cubiertas, estructura y cimentación, hundimientos de pisos, asentamientos diferenciales.

D, es el término que agrupa la sanción por edad de acuerdo al criterio de Ross (promedio de la recta y la parábola) y por estado de conservación según Heidecke.

Tabla No.1.2. Estado de conservación

<b>TABLA DE HEIDECKE</b>		
<b>CALIFICACION</b>	<b>CONDICIONES FISICAS</b>	<b>CLASIFICACION</b>
1	Nuevo	Optima
1,5	No requiere reparación	Muy buena
2	Reparaciones de poca	Buena
2,5	Importancia	Intermedia
3	Reparaciones medianas	Regular
3,5		Deficiente
4	Importantes reparaciones	Mala
4,5		Muy mala
5	Para demolición	Sin valor

FUENTE: EPN-CEC, Texto guía del curso Avalúo de Inmuebles

ELABORACION: Cecilia Ramos

Un importante aporte para los evaluadores constituyen las Tablas de Fitto y Corvini, las que unen los dos efectos: la edad y el estado de conservación. Estas tablas utilizan la edad porcentual definida como  $E\% = (\text{Edad} / \text{vida útil}) \times 100$  y la calificación y la clasificación de la tabla de Heidecke. Con el valor  $E\%$  y la calificación (clasificación) correspondiente se obtiene  $D$  expresadas en las mencionadas tablas. Con  $R$  y  $D$  reemplazadas en la siguiente expresión, se llega al valor de la construcción usada.

$$V_x = V_n[R + (1 - R)(1 - D)] \quad (1.1.)$$

En donde:

$V_x$  = Valor de la construcción usada

$V_n$  = Valor de la construcción nueva

$R$  = Es el residuo o porcentaje no depreciado

$D$  = Es el porcentaje por depreciación

La tabla de Fitto y Corvini consta en la sección Anexos con el No.2.

Con la aplicación de lo expuesto se obtiene el valor por metro cuadrado de la construcción usada, éste se multiplica por el número de metros de construcción y se resta del valor del predio total (terreno + construcción) a fin de conocer el precio del terreno.

Un ejemplo de aplicación puede ser observado en el Anexo No.3.

#### **1.4.8. Factores de corrección del valor del AIVA para individualización del avalúo**

Es indispensable tomar en cuenta las características físicas o de configuración de cada predio pues estas nos permiten corregir el valor del suelo.

Se utiliza el Método Comparación en base a definir el Lote Tipo o Modal del AIVA.

El Lote Tipo tendrá un tamaño, un frente y un fondo y a éste corresponderá el valor comercial promedio sacado para cada zona.

A partir de la identificación del valor en lote, se procedió a avaluar los lotes del área de intervención valorativa para lo cual se tomó en cuenta los siguientes factores físicos o de configuración para la individualización: frente, fondo o profundidad, forma y tamaño.

#### 1.4.8.1. Factor profundidad o fondo (Fp)

Parte de la teoría en que el valor unitario del lote va disminuyendo a medida que se aleja de la calle y se profundiza. Con esto los metros que tienen mayor valor son los que están cerca de la calle y los metros de menor valor son los que están ubicados en el extremo con respecto al frente del lote.

Si pusiéramos en un eje cartesiano el precio unitario en el eje de las Y, y, la profundidad en el eje de las X, su resultado es una curva cóncava hacia arriba que desciende a medida que se aleja del frente o la calle, ésta estaría en el origen. Se presenta un ejemplo para el barrio La Floresta de Quito, con los valores de terreno por m<sup>2</sup>. La curva es  $X^2Y = K^2$ , donde  $K = 284,82$ .

K varía para cada AIVA o barrio según los datos del lote tipo.

Datos:

NOMBRE DEL BARRIO	LOTE TIPO O MODAL	
	PRECIO TIPO POR M <sup>2</sup> DE TERRENO (USD)	FONDO TIPO ( m )
LA FLORESTA	52	30



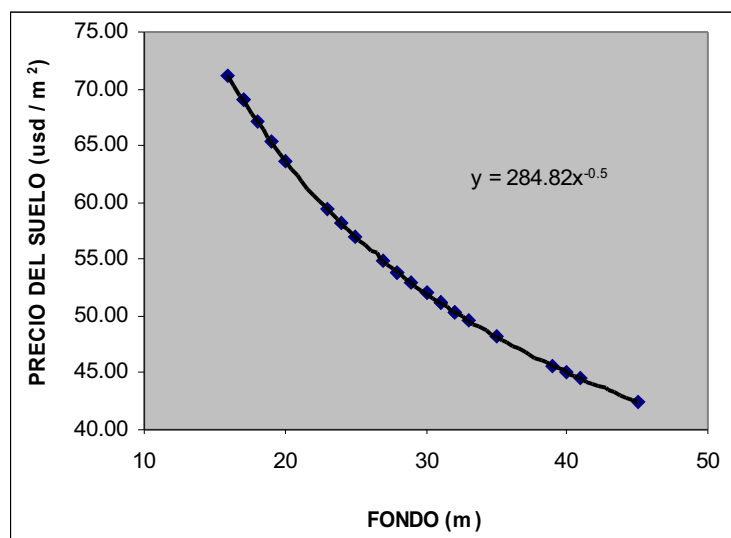
Tabla No.1.3. Aplicación del factor fondo para lotes del barrio  
La Floresta

FONDOS DE LOTES A AVALUAR	FACTOR FONDO = (Fondo tipo / Fondo a avaluar) <sup>0.5</sup>	PRECIO m <sup>2</sup> = PRECIO TIPO * FACTOR FONDO
20	1.22	63.69
21	1.20	62.15
22	1.17	60.72
23	1.14	59.39
24	1.12	58.14
25	1.10	56.96
26	1.07	55.86
27	1.05	54.81
28	1.04	53.83
29	1.02	52.89
30	1.00	52.00
31	0.98	51.15
32	0.97	50.35
33	0.95	49.58
34	0.94	48.85
35	0.93	48.14
36	0.91	47.47
37	0.90	46.82
38	0.89	46.20
39	0.88	45.61
40	0.87	45.03
41	0.86	44.48
42	0.85	43.95
43	0.84	43.43
44	0.83	42.94
45	0.82	42.46

FUENTE: Dirección de Avalúos y Catastros

ELABORACIÓN: Cecilia Ramos

Figura No.1.1. Aplicación del factor fondo para lotes del barrio  
La Floresta



Muchos evaluadores establecieron diferentes criterios que condujeron al empleo de una fórmula matemática para la curva, escogiendo la Municipalidad el criterio Harper para la aplicación del factor fondo o profundidad, por ser más sencillo en su aplicación.

#### 1.4.8.1.1. Criterio Harper

Parte del criterio de que la primera cuarta parte del lote debe contener la mitad del valor, quedando las otras tres cuartas partes con la otra mitad. Los porcentajes por cada cuarta parte serían los siguientes: 50 %, 21 %, 16 % y 13 %. Como se observa se da más importancia a los primeros metros y se castiga más a los últimos. La ecuación de la curva se expresa de acuerdo a la siguiente expresión:

$$F_p = \left\{ \frac{\text{Fondo Tipo}}{\text{Fondo a evaluar}} \right\}^{0.5} \quad (1.2.)$$

Ejemplo:

El precio del lote tipo en un sector de la ciudad es de \$.80,00 y su fondo tipo de 40,00 m; los terrenos aplicarse el factor son: lote A con 55,00 m. de profundidad y lote B con 20,00 m.

$$\text{Lote A: } (40/55)^{0.5} \times \$0.80 = 0.8528 \times \$0.80 = \$68.24$$

$$\text{Lote B: } (40/20)^{0.5} \times \$0.80 = 1.4142 \times \$0.80 = \$113.14$$

Es decir que el precio por metro cuadrado de terreno se modificaría para el lote A a \$68.22 (80 usd x 0.8528) y para el lote B a \$ 113.14 (80 usd x 1.4142).

### 1.4.8.2. Factor frente (Ff)

Al igual que la anterior, la fórmula asumida por la Unión Panamericana de Avaluadores y por la mayor parte de los peritos en Latinoamérica, para determinar la influencia del frente en los lotes, el Instituto Brasileño de Avalúos y Peritajes en Ingeniería (IBAPE) propone la siguiente fórmula de cálculo:

$$Ff = (Fa / Ft)^{0.25} \quad (1.3.)$$

Donde:

Fa = frente del lote a evaluarse

Ft = frente del lote tipo

0.25 = exponente que equivale a sacar la raíz cuarta (ó sacar dos veces la raíz cuadrada)

Esta fórmula relaciona el frente tipo del área de intervención valorativa con el frente del lote que se avalúa.

La condición básica de la expresión anterior es que el frente se sitúe entre la mitad del frente tipo y el doble del frente tipo:

$$0.5 Ft < Fa < 2 Ft$$

En los casos en que los frentes son menores a 0.5 Ft la Dirección de Avalúos y Catastros ha optado por afectar con un factor mínimo de 0.84 y si son mayores a 2 Ft con un factor máximo de 1.19.

Ejemplos:

El frente tipo promedio de un sector de la ciudad es de 12.00 m y su precio es de 150.00 USD /m<sup>2</sup> de terreno. Calcular el precio de

cuatro lotes que tienen los siguientes frentes:

Lote A = 6 m; lote B = 16 m; lote C = 24 m y lote D = 35 m.

Lote A:  $F_a = 6$  m;  $F_f = (6/12)^{0.25} = 0.84$ ,  $0.84 \times 150 = 126.00$   
USD/m<sup>2</sup>

Lote B:  $F_a = 16$  m;  $F_f = (16/12)^{0.25} = 1.07$ ,  $1.07 \times 150 = 161.00$   
USD/m<sup>2</sup>

Lote C:  $F_a = 24$  m;  $F_f = (24/12)^{0.25} = 1.19$ ,  $1.19 \times 150 = 179.00$   
USD/m<sup>2</sup>

Lote D:  $F_a = 35$  m;  $F_f$  máximo = 1.19,  $1.19 \times 150 = 179.00$   
USD/m<sup>2</sup>

#### 1.4.8.3. Factor forma (Fe)

Cuando la forma es totalmente irregular se hace imprescindible aplicar el mecanismo del Fondo Ficticio o Equivalente:

$$F_e = S/f \quad (1.4.)$$

Donde:

S = superficie o área del lote

f = frente

Con el dato del fondo equivalente, se procede a calcular el factor fondo de acuerdo al criterio Harper.

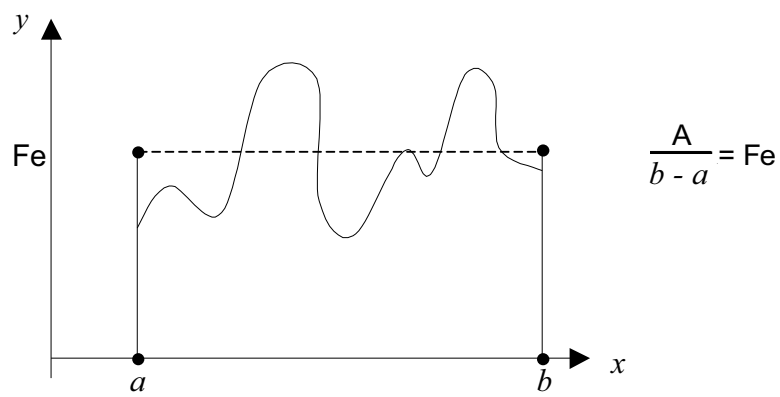
El factor forma es una aplicación directa del teorema del valor medio para integrales que dice lo siguiente:

Sea  $f(x)$  una función continua en el intervalo  $[a, b]$ . Existe entonces una  $c \in (a, b)$  tal que:

$$f(c) = \frac{1}{b-a} \int_a^b f(x) dx. \quad (1.5.)$$

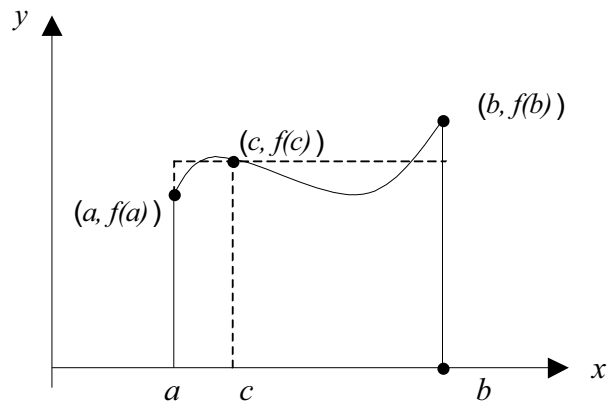
Al valor  $f(c)$  se le llama “valor medio de la función en  $[a, b]$ ”.

Figura No.1.2. Factor forma según el Teorema del Valor Medio para Integrales.



El teorema del valor intermedio para integrales tiene una interpretación geométrica muy simple en el caso de que la función sea no negativa, pues, en tal caso, como sabemos, la integral definida en  $[a, b]$ :  $\int_a^b f(x) dx$  es el área bajo la gráfica de la función entre  $x = a$  y  $x = b$ . Esta área, dice el teorema del valor medio, debe ser igual a  $(b-a) f(c)$ , en donde  $c$  es algún punto del intervalo  $(a, b)$ . El producto  $(b-a) f(c)$  lo podemos ver como un “base por altura” del área de un rectángulo de base  $b-a$  y altura  $f(c)$ . Así pues, lo que establece desde el punto de vista geométrico el teorema del valor medio para integrales, es que el área bajo la curva de  $y = f(x)$  en  $[a, b]$  es igual al área de un rectángulo de base  $b-a$  y altura  $\bar{y} = f(c) =$  valor medio de la función  $f(x)$  en  $[a, b]$ .

Figura No.1.3. Interpretación geométrica del teorema del valor medio para integrales.



#### 1.4.8.4. Factor tamaño (Fta)

De los rangos de tamaño siguientes, obtenidos de la relación entre lote a avaluar sobre lote tipo, es posible aplicar los siguientes factores:

Tabla No.1.4. Factor tamaño

TAMAÑO	FACTOR
2 – 4 veces	1.00
5 – 9 veces	0.9
10 – 19 veces	0.8
20 veces o más	0.7

FUENTE: Dirección de Avalúos y Catastros

ELABORACIÓN: Cecilia Ramos

Este criterio parte de que a mayor tamaño, menor demanda y por lo

tanto menor precio unitario, lo que implica que se debe tomar en cuenta factores de demérito del avalúo.

Ejemplo:

Área de lote a avaluar (X) = 3.800 m<sup>2</sup>

Área lote tipo (X<sub>t</sub>) = 350 m<sup>2</sup>

F<sub>ta</sub> = X / X<sub>t</sub> = 3.800/350

F<sub>ta</sub> = 10.86, para esta relación de tamaño se aplicará el factor 0.8.

Esta relación solo permite corregir el valor del lote a avaluar solo cuando su superficie es mayor al del lote tipo.

Una fórmula matemática que algunos evaluadores utilizan para valorizar o demeritar es la siguiente:

$$F_{ta} = ((0.25 \times A_t) / S_a) + 0.75 \quad (1.6.)$$

Donde:

A<sub>t</sub> = Área tipo

S<sub>a</sub> = Superficie o área a avaluar

Ejemplo:

Con los mismos datos anteriores tenemos:

F<sub>ta</sub> = ((0.25 x 350)/3800) + 0.75 = 0.77, que comparado con el resultado anterior es mínima.

Cuando el área a avaluar es inferior al lote tipo, por efectos de aplicación de la fórmula se produce una valorización, así por ejemplo si tenemos una superficie a avaluar de 180 m<sup>2</sup>, el coeficiente será:

$$((0.25 \times 350)/180) + 0.75 = 1.24$$

Esta última fórmula se escogió para corregir el valor por superficie, adicionándole una sola variante que es la de emplear el valor de 0.70 en vez del 0.75, con esto el coeficiente mínimo por empleo de la fórmula será de 0.70 como demérito para los casos en donde los lotes a avaluar sean mayores al del lote tipo; y como máximo se ha considerado el 1.20 para los casos en que los lotes a avaluar sean menores al del lote tipo, coeficiente que representa un 50% menos de diferencia entre las dos áreas. En consecuencia la expresión matemática utilizada es la siguiente:

$$F_{ta} = \frac{0.30 \times A_t}{S_a} + 0.70 \quad (1.7.)$$

Utilizando los ejemplos anteriores tenemos:

$$\text{Primer ejemplo: } F_{ta} = \frac{0.30 \times 350}{3800} + 0.70 = 0.79$$

$$\text{Segundo ejemplo: } F_{ta} = \frac{0.30 \times 350}{180} + 0.70 = 1.28$$

De acuerdo a estos resultados, los coeficientes obtenidos presentan una ligera variación con respecto a los ejemplos anteriores.

#### 1.4.8.5. Coeficiente total

El coeficiente total, para obtener el avalúo individual del metro cuadrado de un terreno determinado, es la multiplicación de todos y cada uno de los factores que afectan al predio:

$$CT = F_p * F_f * F_e * F_{ta} \quad (1.8.)$$

En donde:

CT= Coeficiente Total



Luego CT se multiplica por el valor del metro cuadrado de terreno del AIVA.

#### **1.4.8.5.1. Coeficiente total mínimo y máximo a utilizarse**

Por la aplicación de los factores, el coeficiente total por concepto de deméritos no podrá ser menor al 0.80, ni mayor a 1.20 por valorización, del valor en AIVA.

### **1.5. BASE DE DATOS Y ARCHIVOS**

En la fase de investigación de datos, la Unidad de Valoración mantiene archivos excel personales que contienen las siguientes matrices:

Matriz Valorativa 1: que contiene las características físicas del AIVA, esto es, código de identificación, hoja catastral que sirve de referencia para su ubicación, la tipología constructiva predominante y su zonificación, infraestructura, valor de mercado del suelo por metro cuadrado, uso del suelo, lote tipo con su respectivo: frente, fondo y tamaño, y, la zonificación establecida por la Dirección de Planificación Territorial que comprende la zona tipo, el lote mínimo y el cos total. (Ver anexo No.4)

Matriz para Determinación del Lote Tipo: Además del código y nombre del AIVA, contiene la identificación física de los lotes investigados pertenecientes al AIVA: hoja catastral, manzana, lote, frente, fondo, tamaño, proporción. A continuación de estas celdas se encuentra las columnas en las que se promedia los factores de cada predio investigado y se obtiene los datos para el lote tipo correspondiente al área de intervención valorativa investigada: frente tipo, fondo tipo y tamaño tipo y finalmente una columna para observaciones si fuere del caso. (Ver anexo No.5)

Memoria fotográfica: Se inserta aquí las fotografías de predios que identifican la generalidad de las características físicas del AIVA, de tal forma que, permita tener una aproximación visual de la realidad físico-económica del sector. (Ver Anexo 6)

Matriz Valorativa 2 para determinación del valor de terreno por m<sup>2</sup>: este formato refiere a datos de los lotes en venta y contiene datos de ubicación exacta del predio en venta a través del código del AIVA en donde está ubicado, la clave catastral y el número de predio; uso, área de terreno, área de construcción, fuente de información y números telefónicos, nombre del propietario, valor total, valor del terreno, topografía (cualitativa no cuantitativa, es un dato empírico y no es considerado para los cálculos), ubicación del lote dentro de la manzana, tipo de vía por la que se accede al predio. Para el caso de predios que incluyen construcción se debe llenar también las siguientes columnas: valor de la construcción nueva (según la Tabla de Valores de la Construcción que consta como anexo No.1), año de construcción, tipología de la construcción, estado de la construcción, factor de depreciación, valor de la construcción (ésta es calculada por el analista conforme el método descrito en los párrafos anteriores concernientes), y finalmente una columna para observaciones. (Ver anexo No.7)

Matriz para cálculos para determinación del valor del terreno:

Los primeros datos refieren al número y nombre del AIVA, luego se constituye por tres bloques: el primero rescata los datos de ubicación del predio: parroquia, clave catastral, número de predio, nombre del propietario, dirección y teléfono. El segundo trata el avalúo de la construcción usada: área de terreno, área de construcción, edad de la construcción, tipología constructiva, acabados, estado de conservación, valor construcción nueva, vida útil, % edad, valor residual, factor según Fitto y Corvini, valor de construcción usada. El tercer bloque, corresponde al avalúo total conformado por costo negociable, costo (terreno y construcción)\*0.8 ya que se considera que generalmente la utilidad es de un 20% ( existe casos en los que si se obtiene el valor rebajado luego de negociar o también se determina que es un precio

fijo sin lugar a rebaja), costo total terreno, costo total construcción, costo total de terreno, tamaño lote tipo, valor corregido (según lote tipo), valor metro cuadrado de terreno. Finalmente un casillero para observaciones. (Ver anexo No.8).

Se grafica utilizando el programa Micro Station la delimitación de cada una de las AIVAS sobre la información gráfica catastral en el módulo de valoración del Sistema de Información Catastral Automatizado (SICMA) y los datos alfanuméricos de las matrices de Excel son importadas a la base Oracle del SICMA con los precios respectivos, el cruce AIVA-lote se realiza a través de un link o enlace que es la clave catastral a fin de atribuirle al lote el carácter único (precio del suelo del AIVA), esto se migra a la base de datos alfanumérica sistema IBM 3-90. En este sistema cada predio tiene registradas sus características físicas y por sistema se va individualizando el valor asumido del AIVA conforme los factores que afectan al predio y que fueron explicados en párrafos anteriores. De igual forma en el sistema 3-90 a través de programación se ingresa, al inicio del bienio, los valores por metro cuadrado de construcción para cada tipología establecidos y aprobados mediante ordenanza, de esto, cada predio asume el valor que le corresponde por su tipología y va individualizándolo conforme a sus características registradas en el sistema. Como resultado de este proceso tenemos el avalúo individual de cada predio.



## CAPÍTULO 2

### CONJUNTOS DIFUSOS

#### 2.1. CONJUNTOS DIFUSOS

La mayoría de los fenómenos que encontramos cada día son imprecisos, es decir, tienen implícito un cierto grado de difusidad en la descripción de su naturaleza. Esta imprecisión puede estar asociada con su forma, posición, momento, color, textura, o incluso en la semántica que describe lo que son. En muchos casos el mismo concepto puede tener diferentes grados de imprecisión en diversos contextos o instantes. Un día cálido en invierno no es exactamente lo mismo que un día cálido en primavera. La definición exacta de cuando la temperatura va de templada a caliente es imprecisa, no podemos identificar un punto simple de templado, así que emigramos a un simple grado, la temperatura es ahora considerada caliente. Este tipo de imprecisión o difusidad asociado continuamente a los fenómenos es común en todos los campos de estudio: sociología, física, biología, finanzas, ingeniería, oceanografía, psicología, etc.

Un conjunto difuso contiene elementos que tienen varios grados de pertenencia en el conjunto. Esto contrasta con los conjuntos clásicos porque sus elementos pertenecen o no pertenecen al conjunto, es decir, su pertenencia está asignada el valor de 1. En los conjuntos difusos su pertenencia puede no ser completa, pueden también ser miembros de otros conjuntos difusos en el mismo universo.

Los elementos de un conjunto difuso son mapeados en un universo de valores de pertenencia usando una función teórica. Un conjunto difuso se denotará con una letra mayúscula cursiva, por ejemplo: *A*

Mediante una función que define un valor de pertenecer o no pertenecer al conjunto, y asigna a cada elemento un grado de pertenencia entre 0 y 1.

Los conjuntos difusos son una generalización de los conjuntos clásicos. La teoría de conjuntos difusos contempla la pertenencia parcial de un elemento a un conjunto, es decir, cada elemento presenta un grado de pertenencia a un conjunto difuso que puede tomar cualquier valor entre 0 y 1. Este grado de pertenencia se define mediante la función característica asociada al conjunto difuso: para cada valor que pueda tomar un elemento o variable de entrada  $x$  la función característica proporciona el grado de pertenencia de este valor de  $x$  al conjunto difuso  $A$ .

Un conjunto difuso en el universo  $U$  se caracteriza por una función de pertenencia  $\mu_A(x)$  que toma valores en el intervalo  $[0, 1]$ , y puede representarse como un conjunto de pares ordenados de un elemento  $x$  y su valor de pertenencia al conjunto.

$$\begin{aligned}\mu_A : U &\rightarrow [0,1] \\ x &\mapsto \mu_A(x)\end{aligned}$$

La notación convencional para un conjunto difuso, cuando el universo de  $X$  es discreto, finito y subconjunto de  $\mathbb{R}$  ( $X \subseteq \mathbb{R}$ ), es:

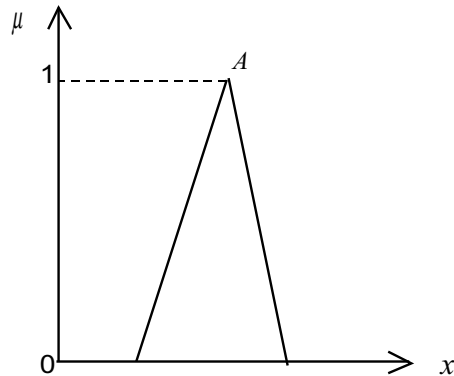
$$A = \left\{ \frac{\mu_A(x_1)}{x_1} + \frac{\mu_A(x_2)}{x_2} + \dots \right\} = \left\{ \sum_i \frac{\mu_A(x_i)}{x_i} \right\} \quad (2.1.)$$

Cuando el universo,  $X$ , es continuo, el conjunto difuso  $A$  es denotado por:

$$A = \left\{ \int \frac{\mu_A(x)}{x} \right\} \quad (2.2.)$$

El numerador en cada término es el valor de membresía en un conjunto  $A$  asociado con el elemento del universo. El gráfico para un conjunto difuso típico es:

Figura No.2.1. Función de Membresía para el conjunto difuso  $A$ .



Si  $x$  es un número real, es decir,  $X \subseteq \mathbb{R}$

### 2.1.1. Operaciones Básicas de Conjuntos Difusos

Definimos tres conjuntos difusos  $A$ ,  $B$  y  $C$  en el universo  $X$ . Para un elemento dado  $x$  del universo, tenemos el siguiente conjunto teórico de operaciones definidas para  $A$ ,  $B$  y  $C$  en  $X$ :

#### Igualdad

Los conjuntos difusos  $A$  y  $B$  son iguales, denotados por  $A = B$ , si y solo si para todos los  $x \in U$ ,

$$\mu_A(x) = \mu_B(x)$$

#### Inclusión

El conjunto difuso  $A$  está incluido en el conjunto difuso  $B$  denotado por  $A \subseteq B$  si y solo si para todos los  $x \in U$ ,

$$\mu_A(x) \leq \mu_B(x)$$

Entonces  $A$  es llamado subconjunto de  $B$ .

Subconjunto propio

El conjunto difuso  $A$  es llamado un subconjunto propio del conjunto difuso  $B$  denotado como  $A \subset B$ , cuando  $A$  es un subconjunto de  $B$  y  $A \neq B$ , esto es,

$$\left. \begin{array}{l} \mu_A(x) \leq \mu_B(x) \text{ para todos los } x \in U, \\ \mu_A(x) < \mu_B(x) \text{ para al menos un } x \in U \end{array} \right\}$$

Complemento

El conjunto difuso  $A$  y  $\bar{A}$  son complementos si:

$$\mu_{\bar{A}}(x) = 1 - \mu_A(x) \quad \text{o} \quad \mu_A(x) + \mu_{\bar{A}}(x) = 1 \quad (2.3.)$$

La función de membresía  $\mu_{\bar{A}}(x)$  es simétrica a  $\mu_A(x)$  con respecto a la recta  $\mu = 0.5$ .

Intersección

La operación intersección de  $A$  y  $B$  denotadas como  $A \cap B$  está definida por:

$$\mu_{A \cap B}(x) = \min(\mu_A(x), \mu_B(x)), \quad x \in U \quad (2.4.)$$

Unión

La operación unión de  $A$  y  $B$  denotadas como  $A \cup B$  está definido por:

$$\mu_{A \cup B}(x) = \max(\mu_A(x), \mu_B(x)), \quad x \in U. \quad (2.5.)$$



Ejemplo:

Considere el universo  $U = \{x_1, x_2, x_3, x_4\}$  y los conjuntos difusos  $A$  y  $B$  definidos por la tabla:

$X$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$
$\mu_A(x)$	0.3	0.4	1	0.2
$\mu_B(x)$	0.5	0.2	1	0.2

Usando las operaciones de intersección (2.4.) y unión (2.5.) obtenemos:

$X$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$
$\mu_{A \cap B}(x)$	0.3	0.2	1	0.2
$\mu_{A \cup B}(x)$	0.5	0.4	1	0.2

### 2.1.2. Esquema de representación de operaciones con conjuntos difusos

Los conjuntos difusos son esquemáticamente representados por sus funciones de membresía (asumiendo que son continuos y considerando que estamos trabajando en el subconjunto de los números reales) de la siguiente manera:

Figura No.2.2. Función de membresía  $\mu_A(x)$  y  $\mu_B(x)$

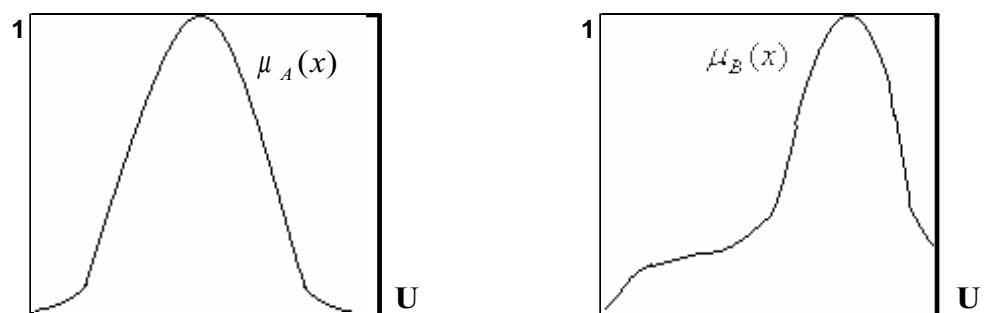
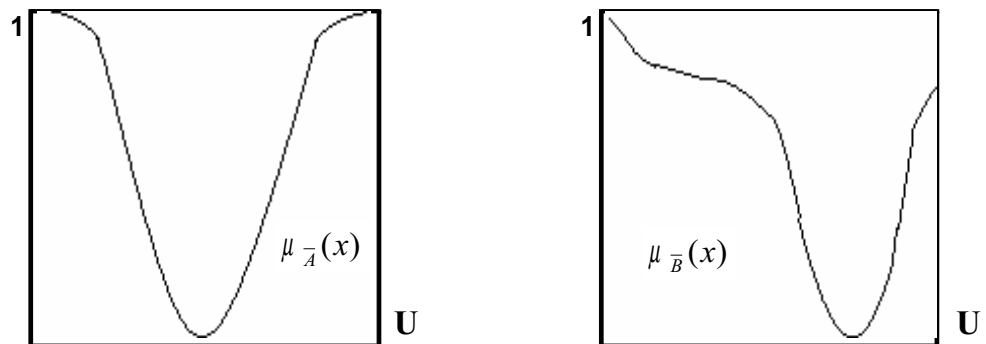
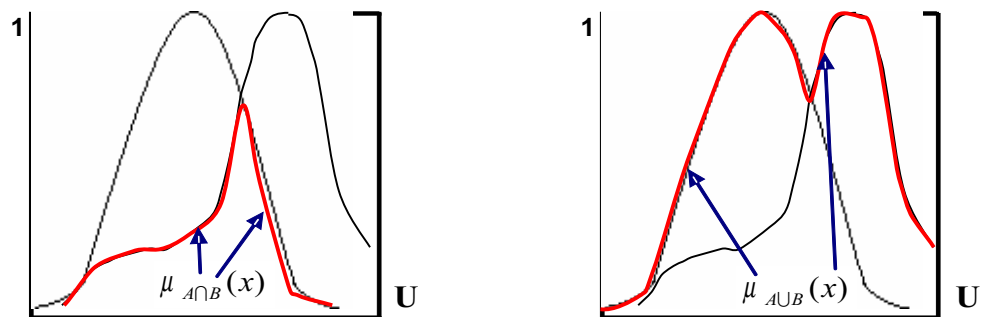


Figura No.2.3. Función de membresía del complemento  $\mu_{\bar{A}}(x)$   $\mu_{\bar{B}}(x)$



La función de membresía  $\mu_{\bar{A}}(x)$  es simétrica a  $\mu_A(x)$  con respecto a la recta  $\mu = 0.5$

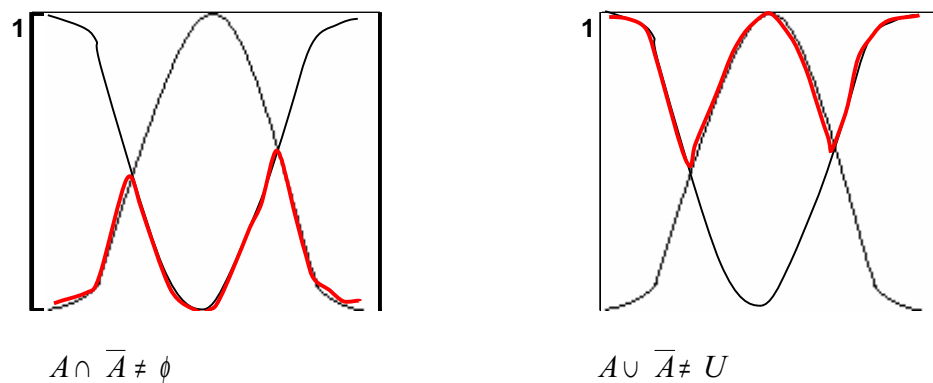
Figura No.2.4. Función de membresía de la intersección y unión



### 2.1.3. Ley del tercero o medio excluido y los conjuntos difusos

La ley del tercero o medio excluido no es válida para los conjuntos difusos, así:  $A \cap \bar{A} \neq \emptyset$  y  $A \cup \bar{A} \neq U$ , lo que diferencia de los conjuntos clásicos.

Figura No.2.5. La ley del tercero excluido no es válida para conjuntos difusos.



Los conjuntos difusos son introducidos para reflejar la existencia de objetos en la realidad, estos pertenecen en cierto grado al intervalo entre 0 y 1, se puede decir que tienen diferentes matices de grises entre los colores blanco y negro, a diferencia de los conjuntos clásicos cuyos elementos o son blancos (0) o son negros (1). Por lo que es natural que la ley del medio excluido no sea válida para los conjuntos difusos.

La ausencia de la ley del medio excluido en la teoría de conjuntos difusos hace que ésta sea menos específica que la teoría de conjuntos clásicos, esta carencia hace de los conjuntos difusos más generales y flexibles y muy sensibles para describir vaguedades y procesos con información incompleta e imprecisa.

#### 2.1.4. Propiedades de los Conjuntos Difusos

Las propiedades más frecuentemente usadas de conjuntos difusos son:

$$A \cup B = B \cup A$$

Conmutativa

$$B \cap A = A \cap B$$
(2.6.)

Asociativa

$$A \cup (B \cap C) = (A \cup B) \cap C$$

$$A \cap (B \cup C) = (A \cap B) \cup C$$
(2.7.)

Distributiva

$$A \cup (B \cap C) = (A \cup B) \cap (A \cup C)$$

$$A \cap (B \cup C) = (A \cap B) \cup (A \cap C)$$
(2.8.)

Ídempotencia

$$A \cup A = A \quad y \quad A \cap A = A$$
(2.9.)

Identidad

$$A \cup \phi = A \quad y \quad A \cap X = A$$

$$A \cap \phi = \phi \quad y \quad A \cup X = X$$
(2.10.)

Transitiva

$$Si A \subseteq B \quad y \quad B \subseteq C \quad entonces \quad A \subseteq C$$
(2.11.)

Involución

$$\overline{\overline{A}} = A$$
(2.12.)

## 2.2. NÚMEROS DIFUSOS

Un número difuso está definido en el universo IR, números reales, como un conjunto difuso *convexo y normalizado*.

Todo conjunto convexo tiene un único intervalo de confianza, y un conjunto difuso es normalizado porque la función de membresía toma valor 1.

Figura No.2.6. Conjunto difuso convexo y normalizado en 1.

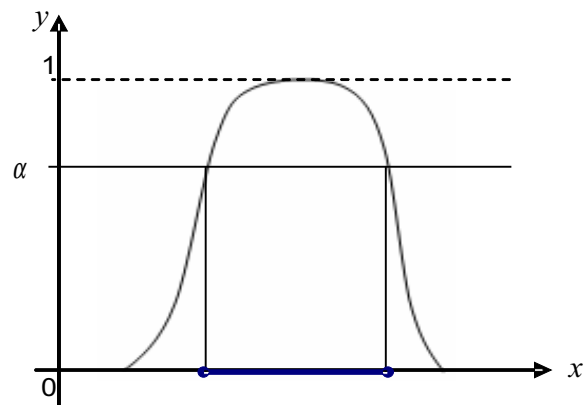
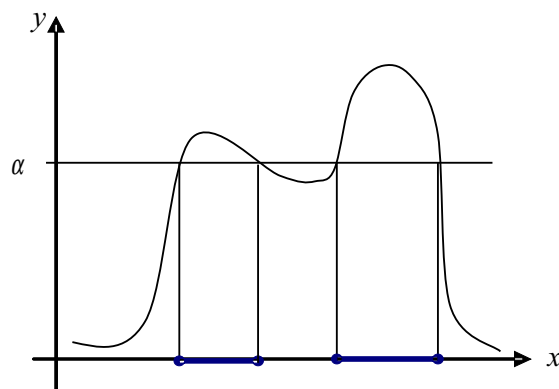


Figura No.2.7. Conjunto difuso no convexo.



En los siguientes gráficos podemos observar dos números difusos, el primero con un máximo y el otro con un aplanamiento.

Figura No.2.8. Número difuso con un máximo

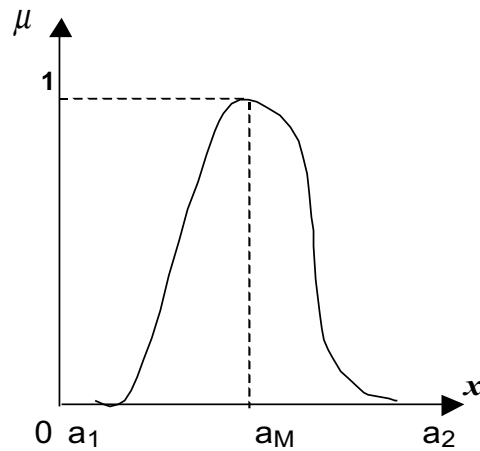
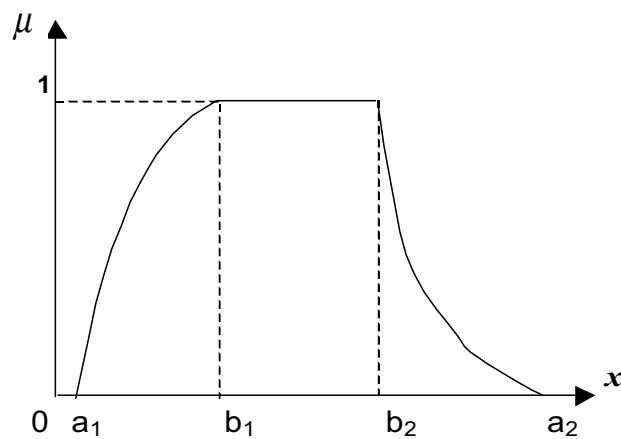


Figura No.2.9. Número difuso con un aplanamiento



El intervalo  $[a_1, a_2]$  es llamado Intervalo soporte para un número difuso. Para  $x = a_M$  el número difuso tiene un máximo. Mientras que en la figura del segmento aplanado tiene un grado máximo de 1, esto es el corte  $\alpha$  al más alto nivel de confianza 1.

Los números difusos son denotados por una letra mayúscula con negrilla  $A, B, C, \dots$  y su función de membresía por  $\mu_A(x), \mu_B(x), \mu_C(x), \dots$

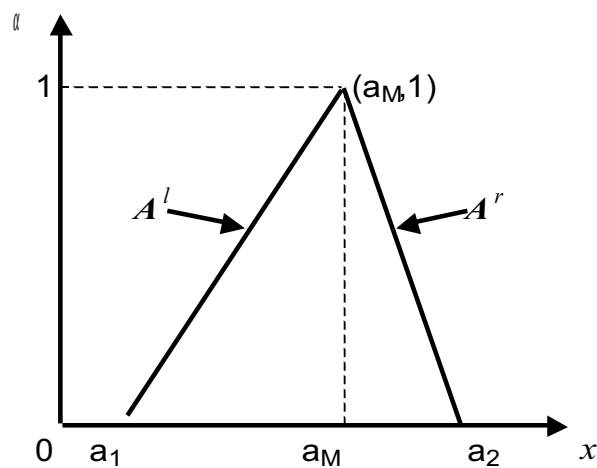
### 2.3. NÚMERO DIFUSO TRIANGULAR

Un número triangular difuso o simplemente un número triangular con función de membresía  $\mu_A(x)$  está definido en el universo  $\mathbb{R}$  por:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} \frac{x - a_1}{a_M - a_1}, & \text{para } a_1 \leq x \leq a_M, \\ \frac{x - a_2}{a_M - a_2}, & \text{para } a_M \leq x \leq a_2, \\ 0, & \text{en otros casos} \end{cases} \quad (2.13.)$$

Donde  $[a_1, a_2]$  es el intervalo soporte y el punto  $(a_M, 1)$  es el máximo.

Figura No.2.10. Número Difuso Triangular



Después, en las aplicaciones, el punto  $a_M \in (a_1, a_2)$  está localizado en la mitad del

intervalo soporte,  $a_M = \frac{a_1 + a_2}{2}$ . Entonces, sustituyendo los valores en (2.13.)

obtenemos:

$$A \stackrel{\Delta}{=} \mu_A(x) = \begin{cases} \frac{x - a_1}{a_2 - a_1}, & \text{para } a_1 \leq x \leq \frac{a_1 + a_2}{2}, \\ \frac{x - a_2}{a_1 - a_2}, & \text{para } \frac{a_1 + a_2}{2} \leq x \leq a_2, \\ , & \text{en otros casos} \end{cases}$$

(2.14.)

Con esto representamos un Número Difuso Triangular Central.

Los números triangulares son muy usados en aplicaciones (control difuso, negocios y finanzas, ciencias sociales, etc.). Ellos tienen una función de membresía consistente en dos segmentos lineales  $A^l$  (izquierda) y  $A^r$  (derecha) que se unen en el máximo  $(a_M, 1)$ . Pueden ser construidos fácilmente con poca información.

Figura No.2.11. Número Triangular Central

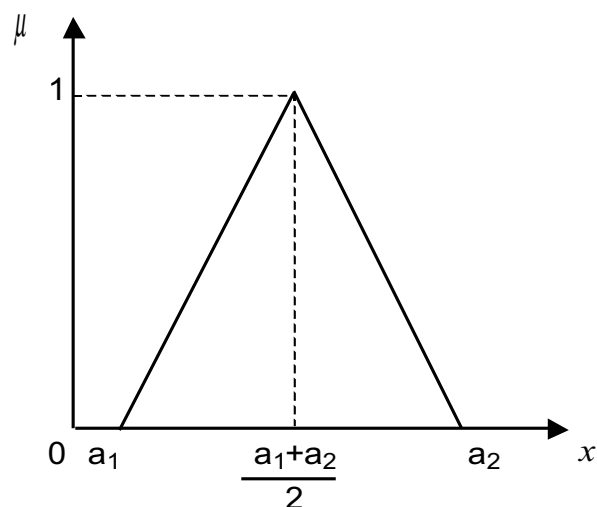
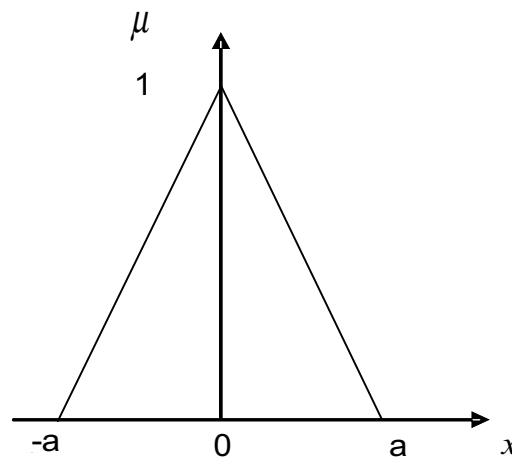




Figura No.2.12. Número Triangular Central Simétrico con respecto a  $\mu$



Debemos especificar el valor posible más pequeño y el valor posible más alto, es decir, formamos el intervalo soporte  $A = (a_1, a_2)$ , e indicamos un valor  $a_M$  dentro de  $(a_1, a_2)$  como el valor más probable a representar los valores inciertos, entonces el máximo será el punto  $(a_M, 1)$ . Con estos tres valores podemos construir el número triangular y escribir debajo la función de membresía (2.13.). Por esto el número triangular es denotado por:

$$A = (a_1, a_M, a_2) \quad (2.15.)$$

Un número triangular central es simétrico con respecto al eje de  $\mu$  si  $a_1 = -a$ ,  $a_2 = a$  y  $a_M = 0$ . Su notación es:

$$A = (-a, 0, a)$$

Para describir *positivos pequeños* como edades jóvenes, profundidades pequeñas, etc.,

podemos utilizar el segmento derecho de  $A = (-a, 0, a)$ , es decir, cuando  $0 \leq x \leq a$  y podemos denotarlo por  $A^r = (0, 0, a)$ .

En forma más general, los segmentos izquierdo y derecho de un número triangular pueden ser denotados correspondientemente por  $A^l = (a_1, a_M, a_M)$  y  $A^r = (a_M, a_M, a_2)$ . Ellos son considerados como números triangulares y son llamados *números Triangulares Izquierdo y Derecho*, respectivamente. El número triangular izquierdo  $A^l$  (ver figura No.2.8) es adecuado para representar *positivos grandes* o palabras con similar significado como edades adultas o viejas, grandes profundidades, etc. indicando que  $a_M$  es un número grande.

Para ejemplificar utilizamos algunos números triangulares de precios del suelo urbano de Quito, mismos que serán presentados y tratados en el capítulo 4.

Tabla No.2.1. Números difusos triangulares de los precios del suelo urbano de Quito en dólares americanos (USD).

NÚMEROS TRIANGULARES		
DE PRECIOS DEL SUELO URBANO DE QUITO EN DÓLARES		
$A = ( 23 \ 24 \ 27 )$	$W = ( 15 \ 19 \ 29 )$	$S' = ( 30 \ 31 \ 31 )$
$B = ( 20 \ 22 \ 42 )$	$X = ( 24 \ 30 \ 42 )$	$U' = ( 117 \ 118 \ 120 )$
$C = ( 44 \ 45 \ 45 )$	$Y = ( 23 \ 37 \ 48 )$	$V' = ( 92 \ 111 \ 130 )$
$D = ( 35 \ 46 \ 64 )$	$A' = ( 13 \ 15 \ 21 )$	$W' = ( 50 \ 90 \ 100 )$
$E = ( 110 \ 180 \ 220 )$	$B' = ( 13 \ 17 \ 18 )$	$X' = ( 25 \ 40 \ 60 )$
$G = ( 30 \ 60 \ 70 )$	$C' = ( 49 \ 90 \ 95 )$	$Y' = ( 63 \ 75 \ 86 )$
$H = ( 26 \ 30 \ 54 )$	$D' = ( 100 \ 115 \ 200 )$	$A'' = ( 29 \ 30 \ 48 )$
$I = ( 18 \ 24 \ 38 )$	$E' = ( 67 \ 73 \ 79 )$	$B'' = ( 57 \ 70 \ 82 )$
$J = ( 35 \ 38 \ 75 )$	$F' = ( 40 \ 55 \ 75 )$	$C'' = ( 104 \ 122 \ 140 )$
$K = ( 30 \ 50 \ 70 )$	$H' = ( 50 \ 75 \ 80 )$	$D'' = ( 84 \ 115 \ 125 )$
$L = ( 108 \ 118 \ 139 )$	$I' = ( 37 \ 38 \ 39 )$	$E'' = ( 450 \ 580 \ 650 )$
$M = ( 266 \ 300 \ 344 )$	$J' = ( 130 \ 140 \ 150 )$	$F'' = ( 480 \ 500 \ 520 )$
$N = ( 68 \ 74 \ 81 )$	$K' = ( 120 \ 135 \ 150 )$	$G'' = ( 380 \ 420 \ 450 )$
$O = ( 43 \ 56 \ 68 )$	$L' = ( 56 \ 64 \ 103 )$	$H'' = ( 300 \ 310 \ 360 )$
$P = ( 87 \ 104 \ 120 )$	$M' = ( 50 \ 76 \ 84 )$	$I'' = ( 350 \ 360 \ 400 )$
$Q = ( 80 \ 100 \ 121 )$	$N' = ( 50 \ 66 \ 82 )$	$J'' = ( 240 \ 265 \ 300 )$
$R = ( 40 \ 60 \ 80 )$	$O' = ( 40 \ 42 \ 44 )$	$K'' = ( 300 \ 350 \ 380 )$
$T = ( 50 \ 60 \ 65 )$	$P' = ( 77 \ 93 \ 109 )$	$L'' = ( 450 \ 480 \ 500 )$
$U = ( 20 \ 25 \ 30 )$	$Q' = ( 51 \ 67 \ 83 )$	$M'' = ( 500 \ 550 \ 600 )$
$V = ( 23 \ 40 \ 60 )$	$R' = ( 100 \ 110 \ 120 )$	

FUENTE: Dirección de Avalúos y Catastros del Municipio del DMQ.

ELABORACIÓN: Cecilia Ramos

Las correspondientes funciones de membresía se detallan a continuación:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0 & x < 23 \\ (x-23) & 23 \leq x \leq 24 \\ (x-27) / -3 & 24 \leq x \leq 27 \\ 0 & x > 27 \end{cases}$$

$$\mu_B(x) = \begin{cases} 0 & x < 20 \\ (x-20) / 2 & 20 \leq x \leq 22 \\ (x-42) / -20 & 22 \leq x \leq 42 \\ 0 & x > 42 \end{cases}$$

$$\mu_C(x) = \begin{cases} 0 & x < 44 \\ (x-44) & 44 \leq x \leq 45 \\ 0 & x > 45 \end{cases}$$

$$\mu_D(x) = \begin{cases} 0 & x < 35 \\ (x-35) / 11 & 35 \leq x \leq 46 \\ (x-64) / -18 & 46 \leq x \leq 64 \\ 0 & x > 64 \end{cases}$$

$$\mu_E(x) = \begin{cases} 0 & x < 110 \\ (x-110) / 70 & 110 \leq x \leq 180 \\ (x-220) / -226 & 180 \leq x \leq 220 \\ 0 & x > 220 \end{cases}$$

$$\mu_F(x) = \begin{cases} 0 & x < 63 \\ (x-63) / 11 & 63 \leq x \leq 74 \\ (x-86) / -12 & 74 \leq x \leq 86 \\ 0 & x > 86 \end{cases}$$

$$\mu_G(x) = \begin{cases} 0 & x < 30 \\ (x-30) / 30 & 30 \leq x \leq 60 \\ (x-70) / -10 & 60 \leq x \leq 70 \\ 0 & x > 70 \end{cases}$$

$$\mu_H(x) = \begin{cases} 0 & x < 26 \\ (x-26) / 4 & 26 \leq x \leq 30 \\ (x-54) / -24 & 30 \leq x \leq 54 \\ 0 & x > 54 \end{cases}$$

$$\mu_I(x) = \begin{cases} 0 & x < 18 \\ (x-18) / 6 & 18 \leq x \leq 24 \\ (x-38) / -14 & 24 \leq x \leq 38 \\ 0 & x > 38 \end{cases}$$

$$\mu_J(x) = \begin{cases} 0 & x < 35 \\ (x-35) / 3 & 35 \leq x \leq 38 \\ (x-75) / -37 & 38 \leq x \leq 75 \\ 0 & x > 75 \end{cases}$$

$$\mu_K(x) = \begin{cases} 0 & x < 30 \\ (x-30) / 20 & 30 \leq x \leq 50 \\ (x-70) / -20 & 50 \leq x \leq 70 \\ 0 & x > 70 \end{cases}$$

$$\mu_L(x) = \begin{cases} 0 & x < 108 \\ (x-108) / 10 & 108 \leq x \leq 118 \\ (x-139) / -21 & 118 \leq x \leq 139 \\ 0 & x > 139 \end{cases}$$

$$\mu_M(x) = \begin{cases} 0 & x < 266 \\ (x-266) / 34 & 266 \leq x \leq 300 \\ (x-344) / -44 & 300 \leq x \leq 344 \\ 0 & x > 344 \end{cases}$$

$$\mu_N(x) = \begin{cases} 0 & x < 68 \\ (x-68) / 6 & 68 \leq x \leq 74 \\ (x-81) / -7 & 74 \leq x \leq 81 \\ 0 & x > 81 \end{cases}$$

$$\mu_O(x) = \begin{cases} 0 & x < 43 \\ (x-43) / 13 & 43 \leq x \leq 56 \\ (x-68) / -12 & 56 \leq x \leq 68 \\ 0 & x > 68 \end{cases}$$

$$\mu_P(x) = \begin{cases} 0 & x < 87 \\ (x-87) / 17 & 87 \leq x \leq 104 \\ (x-120) / -16 & 104 \leq x \leq 120 \\ 0 & x > 120 \end{cases}$$

$$\mu_Q(x) = \begin{cases} 0 & x < 80 \\ (x-80) / 20 & 80 \leq x \leq 100 \\ (x-121) / -21 & 100 \leq x \leq 121 \\ 0 & x > 121 \end{cases}$$

$$\mu_R(x) = \begin{cases} 0 & x < 106 \\ (x-106) / 6 & 106 \leq x \leq 112 \\ (x-118) / -6 & 112 \leq x \leq 118 \\ 0 & x > 118 \end{cases}$$

$$\mu_S(x) = \begin{cases} 0 & x < 40 \\ (x-40) / 20 & 40 \leq x \leq 60 \\ (x-80) / -20 & 60 \leq x \leq 80 \\ 0 & x > 80 \end{cases}$$

$$\mu_T(x) = \begin{cases} 0 & x < 50 \\ (x-50) / 10 & 50 \leq x \leq 60 \\ (x-65) / -5 & 60 \leq x \leq 65 \\ 0 & x > 65 \end{cases}$$

$$\mu_U(x) = \begin{cases} 0 & x < 20 \\ (x-20) / 5 & 20 \leq x \leq 25 \\ (x-30) / -5 & 25 \leq x \leq 30 \\ 0 & x > 30 \end{cases}$$

$$\mu_V(x) = \begin{cases} 0 & x < 23 \\ (x-23) / 17 & 23 \leq x \leq 40 \\ (x-60) / -20 & 40 \leq x \leq 60 \\ 0 & x > 60 \end{cases}$$

$$\mu_W(x) = \begin{cases} 0 & x < 15 \\ (x-15) / 4 & 15 \leq x \leq 19 \\ (x-29) / -10 & 19 \leq x \leq 29 \\ 0 & x > 29 \end{cases}$$

$$\mu_X(x) = \begin{cases} 0 & x < 24 \\ (x-24) / 6 & 24 \leq x \leq 30 \\ (x-42) / -12 & 30 \leq x \leq 42 \\ 0 & x > 42 \end{cases}$$

$$\mu_Y(x) = \begin{cases} 0 & x < 23 \\ (x-23) / 14 & 23 \leq x \leq 37 \\ (x-48) / -11 & 37 \leq x \leq 48 \\ 0 & x > 48 \end{cases}$$

$$\mu_{A'}(x) = \begin{cases} 0 & x < 13 \\ (x-13) / 2 & 13 \leq x \leq 15 \\ (x-21) / -6 & 15 \leq x \leq 21 \\ 0 & x > 21 \end{cases}$$

$$\mu_{B'}(x) = \begin{cases} 0 & x < 13 \\ (x-13) / 4 & 13 \leq x \leq 17 \\ (x-18) / -1 & 17 \leq x \leq 18 \\ 0 & x > 18 \end{cases}$$

$$\mu_{C'}(x) = \begin{cases} 0 & x < 49 \\ (x-49) / 41 & 49 \leq x \leq 90 \\ (x-95) / -5 & 90 \leq x \leq 95 \\ 0 & x > 95 \end{cases}$$

$$\mu_{D'}(x) = \begin{cases} 0 & x < 100 \\ (x-100) / 15 & 100 \leq x \leq 115 \\ (x-200) / -85 & 115 \leq x \leq 200 \\ 0 & x > 200 \end{cases}$$

$$\mu_{E'}(x) = \begin{cases} 0 & x < 67 \\ (x-67) / 6 & 67 \leq x \leq 73 \\ (x-79) / -6 & 73 \leq x \leq 79 \\ 0 & x > 79 \end{cases}$$

$$\mu_{F'}(x) = \begin{cases} 0 & x < 110 \\ (x-110) / 43 & 110 \leq x \leq 153 \\ (x-205) / -52 & 153 \leq x \leq 205 \\ 0 & x > 205 \end{cases}$$

$$\mu_{G'}(x) = \begin{cases} 0 & x < 40 \\ (x-40) / 15 & 40 \leq x \leq 55 \\ (x-75) / -20 & 55 \leq x \leq 75 \\ 0 & x > 75 \end{cases}$$

$$\mu_{H'}(x) = \begin{cases} 0 & x < 50 \\ (x-50) / 25 & 50 \leq x \leq 75 \\ (x-80) / -5 & 75 \leq x \leq 80 \\ 0 & x > 80 \end{cases}$$

$$\mu_{I'}(x) = \begin{cases} 0 & x < 37 \\ (x-37) & 37 \leq x \leq 38 \\ (x-39) / -1 & 38 \leq x \leq 39 \\ 0 & x > 39 \end{cases}$$



$$\mu_{J'}(x) = \begin{cases} 0 & x < 130 \\ (x-130) / 10 & 130 \leq x \leq 140 \\ (x-150) / -10 & 140 \leq x \leq 150 \\ 0 & x > 150 \end{cases}$$

$$\mu_{K'}(x) = \begin{cases} 0 & x < 120 \\ (x-120) / 15 & 120 \leq x \leq 135 \\ (x-150) / -15 & 135 \leq x \leq 150 \\ 0 & x > 150 \end{cases}$$

$$\mu_{L'}(x) = \begin{cases} 0 & x < 56 \\ (x-56) / 8 & 56 \leq x \leq 64 \\ (x-103) / -39 & 64 \leq x \leq 103 \\ 0 & x > 103 \end{cases}$$

$$\mu_{M'}(x) = \begin{cases} 0 & x < 50 \\ (x-50) / 26 & 50 \leq x \leq 76 \\ (x-84) / -8 & 76 \leq x \leq 84 \\ 0 & x > 84 \end{cases}$$

$$\mu_{N'}(x) = \begin{cases} 0 & x < 50 \\ (x-50) / 16 & 50 \leq x \leq 66 \\ (x-82) / -16 & 66 \leq x \leq 82 \\ 0 & x > 82 \end{cases}$$

$$\mu_{O'}(x) = \begin{cases} 0 & x < 40 \\ (x-40) / 2 & 40 \leq x \leq 42 \\ (x-44) / -2 & 42 \leq x \leq 44 \\ 0 & x > 44 \end{cases}$$

$$\mu_{P'}(x) = \begin{cases} 0 & x < 77 \\ (x-77) / 16 & 77 \leq x \leq 93 \\ (x-109) / -16 & 93 \leq x \leq 109 \\ 0 & x > 109 \end{cases}$$

$$\mu_{Q'}(x) = \begin{cases} 0 & x < 51 \\ (x-51) / 16 & 51 \leq x \leq 67 \\ (x-83) / -16 & 67 \leq x \leq 83 \\ 0 & x > 83 \end{cases}$$

$$\mu_{R'}(x) = \begin{cases} 0 & x < 100 \\ (x-100) / 10 & 100 \leq x \leq 110 \\ (x-120) / -10 & 110 \leq x \leq 120 \\ 0 & x > 120 \end{cases}$$

$$\mu_{S'}(x) = \begin{cases} 0 & x < 10 \\ (x-10) / 12 & 10 \leq x \leq 22 \\ (x-33) / -11 & 22 \leq x \leq 33 \\ 0 & x > 33 \end{cases}$$

$$\mu_{T'}(x) = \begin{cases} 0 & x < 30 \\ (x-30) & 30 \leq x \leq 31 \\ (x-31) & 31 \leq x \leq 31 \\ 0 & x > 31 \end{cases}$$

$$\mu_{U'}(x) = \begin{cases} 0 & x < 117 \\ (x-117) & 117 \leq x \leq 118 \\ (x-120) / -2 & 118 \leq x \leq 120 \\ 0 & x > 120 \end{cases}$$

$$\mu_{V'}(x) = \begin{cases} 0 & x < 92 \\ (x-92) / 19 & 92 \leq x \leq 111 \\ (x-130) / -19 & 111 \leq x \leq 130 \\ 0 & x > 130 \end{cases}$$

$$\mu_{W'}(x) = \begin{cases} 0 & x < 50 \\ (x-50) / 40 & 50 \leq x \leq 90 \\ (x-100) / -10 & 90 \leq x \leq 100 \\ 0 & x > 100 \end{cases}$$

$$\mu_{X'}(x) = \begin{cases} 0 & x < 25 \\ (x-25) / 15 & 25 \leq x \leq 40 \\ (x-60) / -20 & 40 \leq x \leq 60 \\ 0 & x > 60 \end{cases}$$

$$\mu_{Y'}(x) = \begin{cases} 0 & x < 63 \\ (x-63) / 12 & 63 \leq x \leq 75 \\ (x-86) / -11 & 75 \leq x \leq 86 \\ 0 & x > 86 \end{cases}$$

$$\mu_{A''}(x) = \begin{cases} 0 & x < 29 \\ (x-29) & 29 \leq x \leq 30 \\ (x-48) / -18 & 30 \leq x \leq 48 \\ 0 & x > 48 \end{cases}$$

$$\mu_{B''}(x) = \begin{cases} 0 & x < 57 \\ (x-57) / 13 & 57 \leq x \leq 70 \\ (x-82) / -12 & 70 \leq x \leq 82 \\ 0 & x > 82 \end{cases}$$

$$\mu_{C''}(x) = \begin{cases} 0 & x < 100 \\ (x-100) / 20 & 100 \leq x \leq 120 \\ (x-140) / -20 & 120 \leq x \leq 140 \\ 0 & x > 140 \end{cases}$$

$$\mu_{D''}(x) = \begin{cases} 0 & x < 85 \\ (x-85) / 30 & 85 \leq x \leq 115 \\ (x-125) / -10 & 115 \leq x \leq 125 \\ 0 & x > 125 \end{cases}$$

$$\mu_{E''}(x) = \begin{cases} 0 & x < 450 \\ (x-450) / 130 & 450 \leq x \leq 580 \\ (x-650) / -70 & 580 \leq x \leq 650 \\ 0 & x > 650 \end{cases}$$

$$\mu_{F''}(x) = \begin{cases} 0 & x < 480 \\ (x-480) / 20 & 480 \leq x \leq 500 \\ (x-520) / -20 & 500 \leq x \leq 520 \\ 0 & x > 520 \end{cases}$$

$$\mu_{G''}(x) = \begin{cases} 0 & x < 380 \\ (x-380) / 40 & 380 \leq x \leq 420 \\ (x-450) / -30 & 420 \leq x \leq 450 \\ 0 & x > 450 \end{cases}$$

$$\mu_{H''}(x) = \begin{cases} 0 & x < 300 \\ (x-300) / 10 & 300 \leq x \leq 310 \\ (x-360) / -50 & 310 \leq x \leq 360 \\ 0 & x > 360 \end{cases}$$

$$\mu_{I''}(x) = \begin{cases} 0 & x < 350 \\ (x-350) / 10 & 350 \leq x \leq 360 \\ (x-400) / -40 & 360 \leq x \leq 400 \\ 0 & x > 400 \end{cases}$$

$$\mu_{J''}(x) = \begin{cases} 0 & x < 240 \\ (x-240) / 25 & 240 \leq x \leq 265 \\ (x-300) / -35 & 265 \leq x \leq 300 \\ 0 & x > 300 \end{cases}$$

$$\mu_{K''}(x) = \begin{cases} 0 & x < 300 \\ (x-300) / 50 & 300 \leq x \leq 350 \\ (x-380) / -30 & 350 \leq x \leq 380 \\ 0 & x > 380 \end{cases}$$

$$\mu_{L''}(x) = \begin{cases} 0 & x < 450 \\ (x-450) / 30 & 450 \leq x \leq 480 \\ (x-500) / -20 & 480 \leq x \leq 500 \\ 0 & x > 500 \end{cases}$$

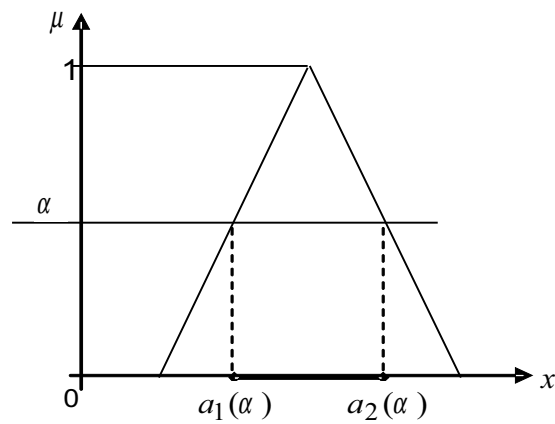
$$\mu_{M''}(x) = \begin{cases} 0 & x < 500 \\ (x-500) / 50 & 500 \leq x \leq 550 \\ (x-600) / -50 & 550 \leq x \leq 600 \\ 0 & x > 600 \end{cases}$$

La función de membresía se puede representar por el intervalo:

$$[a_1(\alpha), a_2(\alpha)], \quad \alpha \in [0,1] \quad (2.16.)$$

El mismo que es considerado como el intervalo de confianza.

Figura No.2.13.  $\alpha$  - corte



Con los datos del número difuso triangular  $A$  despejamos  $x$  en función de  $\alpha$  :

$$\begin{aligned} x - 23 &= \alpha \\ x &= \alpha + 23 \end{aligned} \qquad \begin{aligned} \frac{x - 27}{-3} &= \alpha \\ x - 27 &= -3 \alpha \\ x &= -3 \alpha + 27 \end{aligned}$$

y obtenemos el intervalo de confianza para  $\mu_A(x)$  :

$$[\alpha + 23, -3\alpha + 27], \quad \alpha \in [0,1]$$

En forma seguida se encuentran los intervalos de confianza para los números difusos triangulares del precio del suelo urbano en los diferentes barrios de Quito.

$$\begin{aligned}
 \text{IC } \mu_B(x) &= [ 2 \alpha + 20, -20 \alpha + 42 ] \\
 \text{IC } \mu_C(x) &= [ \alpha + 44, 0 \alpha + 45 ] \\
 \text{IC } \mu_D(x) &= [ 11 \alpha + 35, -18 \alpha + 64 ] \\
 \text{IC } \mu_E(x) &= [ 70 \alpha + 110, -40 \alpha + 220 ] \\
 \text{IC } \mu_F(x) &= [ 11 \alpha + 63, -12 \alpha + 86 ] \\
 \text{IC } \mu_G(x) &= [ 30 \alpha + 30, -10 \alpha + 70 ] \\
 \text{IC } \mu_H(x) &= [ 4 \alpha + 26, -24 \alpha + 54 ] \\
 \text{IC } \mu_I(x) &= [ 6 \alpha + 18, -14 \alpha + 38 ] \\
 \text{IC } \mu_J(x) &= [ 3 \alpha + 35, -37 \alpha + 75 ] \\
 \text{IC } \mu_K(x) &= [ 20 \alpha + 30, -20 \alpha + 70 ] \\
 \text{IC } \mu_L(x) &= [ 10 \alpha + 108, -21 \alpha + 139 ] \\
 \text{IC } \mu_M(x) &= [ 34 \alpha + 266, -44 \alpha + 344 ] \\
 \text{IC } \mu_N(x) &= [ 6 \alpha + 68, -7 \alpha + 81 ] \\
 \text{IC } \mu_O(x) &= [ 13 \alpha + 43, -12 \alpha + 68 ] \\
 \text{IC } \mu_P(x) &= [ 17 \alpha + 87, -16 \alpha + 120 ] \\
 \text{IC } \mu_Q(x) &= [ 20 \alpha + 80, -21 \alpha + 121 ] \\
 \text{IC } \mu_R(x) &= [ 6 \alpha + 106, -6 \alpha + 118 ] \\
 \text{IC } \mu_S(x) &= [ 20 \alpha + 40, -20 \alpha + 80 ] \\
 \text{IC } \mu_T(x) &= [ 10 \alpha + 50, -5 \alpha + 65 ] \\
 \text{IC } \mu_U(x) &= [ 5 \alpha + 20, -5 \alpha + 30 ] \\
 \text{IC } \mu_V(x) &= [ 17 \alpha + 23, -20 \alpha + 60 ] \\
 \text{IC } \mu_W(x) &= [ 4 \alpha + 15, -10 \alpha + 29 ] \\
 \text{IC } \mu_X(x) &= [ 6 \alpha + 24, -12 \alpha + 42 ] \\
 \text{IC } \mu_Y(x) &= [ 14 \alpha + 23, -11 \alpha + 48 ] \\
 \text{IC } \mu_{A'}(x) &= [ 2 \alpha + 13, -6 \alpha + 21 ] \\
 \text{IC } \mu_{B'}(x) &= [ 4 \alpha + 13, -1 \alpha + 18 ] \\
 \text{IC } \mu_{C'}(x) &= [ 41 \alpha + 49, -5 \alpha + 95 ] \\
 \text{IC } \mu_{D'}(x) &= [ 15 \alpha + 100, -85 \alpha + 200 ] \\
 \text{IC } \mu_{E'}(x) &= [ 6 \alpha + 67, -6 \alpha + 79 ]
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{IC } \mu_{F'}(x) &= [ 43 \alpha + 110 , -52 \alpha + 205 ] \\
\text{IC } \mu_{G'}(x) &= [ 15 \alpha + 40 , -20 \alpha + 75 ] \\
\text{IC } \mu_{H'}(x) &= [ 25 \alpha + 50 , -5 \alpha + 80 ] \\
\text{IC } \mu_{I'}(x) &= [ \alpha + 37 , -1 \alpha + 39 ] \\
\text{IC } \mu_{J'}(x) &= [ 10 \alpha + 130 , -10 \alpha + 150 ] \\
\text{IC } \mu_{K'}(x) &= [ 15 \alpha + 120 , -15 \alpha + 150 ] \\
\text{IC } \mu_{L'}(x) &= [ 8 \alpha + 56 , -39 \alpha + 103 ] \\
\text{IC } \mu_{M'}(x) &= [ 26 \alpha + 50 , -8 \alpha + 84 ] \\
\text{IC } \mu_{N'}(x) &= [ 16 \alpha + 50 , -16 \alpha + 82 ] \\
\text{IC } \mu_{O'}(x) &= [ 2 \alpha + 40 , -2 \alpha + 44 ] \\
\text{IC } \mu_{P'}(x) &= [ 16 \alpha + 77 , -16 \alpha + 109 ] \\
\text{IC } \mu_{Q'}(x) &= [ 16 \alpha + 51 , -16 \alpha + 83 ] \\
\text{IC } \mu_{R'}(x) &= [ 10 \alpha + 100 , -10 \alpha + 120 ] \\
\text{IC } \mu_{S'}(x) &= [ 12 \alpha + 10 , -11 \alpha + 33 ] \\
\text{IC } \mu_{T'}(x) &= [ \alpha + 30 , 0 \alpha + 31 ] \\
\text{IC } \mu_{U'}(x) &= [ \alpha + 117 , -2 \alpha + 120 ] \\
\text{IC } \mu_{V'}(x) &= [ 19 \alpha + 92 , -19 \alpha + 130 ] \\
\text{IC } \mu_{W'}(x) &= [ 40 \alpha + 50 , -10 \alpha + 100 ] \\
\text{IC } \mu_{X'}(x) &= [ 15 \alpha + 25 , -20 \alpha + 60 ] \\
\text{IC } \mu_{Y'}(x) &= [ 12 \alpha + 63 , -11 \alpha + 86 ] \\
\text{IC } \mu_{A''}(x) &= [ \alpha + 29 , -18 \alpha + 48 ] \\
\text{IC } \mu_{B''}(x) &= [ 13 \alpha + 57 , -12 \alpha + 82 ] \\
\text{IC } \mu_{C''}(x) &= [ 20 \alpha + 100 , -20 \alpha + 140 ] \\
\text{IC } \mu_{D''}(x) &= [ 30 \alpha + 85 , -10 \alpha + 125 ] \\
\text{IC } \mu_{E''}(x) &= [ 130 \alpha + 450 , -70 \alpha + 650 ] \\
\text{IC } \mu_{F''}(x) &= [ 20 \alpha + 480 , -20 \alpha + 520 ] \\
\text{IC } \mu_{G''}(x) &= [ 40 \alpha + 380 , -30 \alpha + 450 ] \\
\text{IC } \mu_{H''}(x) &= [ 10 \alpha + 300 , -50 \alpha + 360 ] \\
\text{IC } \mu_{I''}(x) &= [ 10 \alpha + 350 , -40 \alpha + 400 ] \\
\text{IC } \mu_{J''}(x) &= [ 25 \alpha + 240 , -35 \alpha + 300 ] \\
\text{IC } \mu_{K''}(x) &= [ 50 \alpha + 300 , -30 \alpha + 380 ] \\
\text{IC } \mu_{L''}(x) &= [ 30 \alpha + 450 , -20 \alpha + 500 ] \\
\text{IC } \mu_{M''}(x) &= [ 50 \alpha + 500 , -50 \alpha + 600 ]
\end{aligned}$$

## 2.4. OPERACIONES ARITMÉTICAS CON NÚMEROS TRIANGULARES

### 2.4.1. Adición de números triangulares

Podemos realizar la suma de dos números triangulares  $A_1 = (a_1^{(1)}, a_M^{(1)}, a_2^{(1)})$  y  $A_2 = (a_1^{(2)}, a_M^{(2)}, a_2^{(2)})$  y obtener un número triangular,

$$\begin{aligned} A_1 + A_2 &= (a_1^{(1)}, a_M^{(1)}, a_2^{(1)}) + (a_1^{(2)}, a_M^{(2)}, a_2^{(2)}) \\ &= (a_1^{(1)} + a_1^{(2)}, a_M^{(1)} + a_M^{(2)}, a_2^{(1)} + a_2^{(2)}) \end{aligned} \quad (2.17.)$$

Esta fórmula de suma puede ser extendida para  $n$  números triangulares. Así puede ser aplicada para números triangulares izquierdos y derechos. Por ejemplo:

$$\begin{aligned} A_1^r + A_2^r &= (a_M^1, a_M^1, a_2^1) + (a_1^2, a_M^2, a_2^2) \\ &= (a_M^1 + a_1^2, a_M^1 + a_M^2, a_2^1 + a_2^2) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_1^l + A_2^l &= (a_1^1, a_M^1, a_M^1) + (a_1^2, a_M^2, a_M^2) \\ &= (a_1^1 + a_1^2, a_M^1 + a_M^2, a_M^1 + a_M^2) \end{aligned}$$

Realicemos la suma de los números triangulares:

$$A_1 = (-6, -1, 8) \quad A_2 = (-8, 2, 7)$$

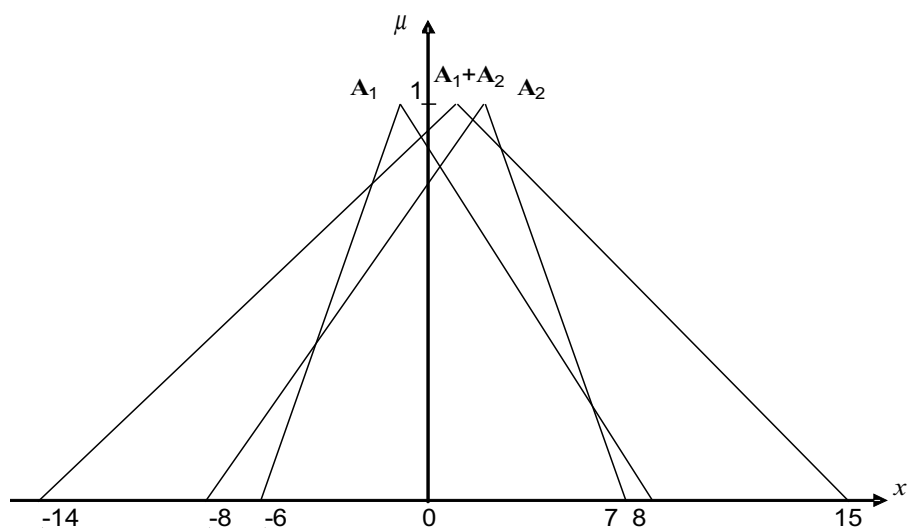
Tenemos:

$$A_1 + A_2 = (-6 + (-8), -1 + 2, 8 + 7)$$

$$A_1 + A_2 = (-14, 1, 15)$$



Figura No.2.14. Suma de dos números triangulares



De la figura anterior podemos interpretar que, si  $A_1$  describe el número real cercano a -1 y  $A_2$  describe el número real cercano a 2, entonces,  $A_1 + A_2$  representan el número real cercano a  $-1 + 2 = 1$ .

Ahora vamos a encontrar la suma de tres números triangulares:

$$A_1^r = (0, 0, 3)$$

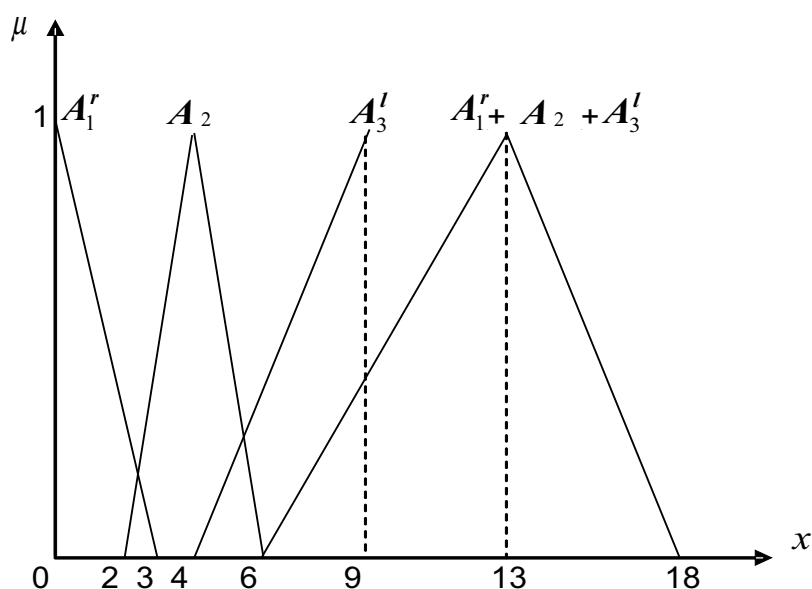
$$A_2 = (2, 4, 6)$$

$$A_3^l = (4, 9, 9)$$

$A_1^r$  y  $A_3^l$  son números triangulares izquierdo y derecho, respectivamente. La extensión de la fórmula (2.17.) nos da:

$$A_1^r + A_2 + A_3^l = (0 + 2 + 4, 0 + 4 + 9, 3 + 6 + 9) = (6, 13, 18)$$

Figura No.2.15. Suma de  $A_1^r$ ,  $A_2$ , y  $A_3^l$ .



#### 2.4.2. Multiplicación de un número triangular por un número real positivo

El producto de un número triangular  $A$  con un número real positivo  $r$  es también un número triangular.

$$Ar = rA = r(a_1, a_M, a_2) = (ra_1, ra_M, ra_2) \quad (2.18.)$$

Ejemplo:

El producto de  $A = (0, 5, 8)$  por 2 es igual a:

$$2A = 2(0, 5, 8) = (2(0), 2(5), 2(8)) = (0, 10, 16)$$

### 2.4.3. División de un número triangular por un número real positivo

Esta operación está definida como multiplicación de  $A$  por  $1/r$  para  $r > 0$ . Así tenemos:

$$\frac{A}{r} = \frac{1}{r}(a_1, a_M, a_2) = \left(\frac{a_1}{r}, \frac{a_M}{r}, \frac{a_2}{r}\right) \quad (2.19.)$$

Ejemplo:

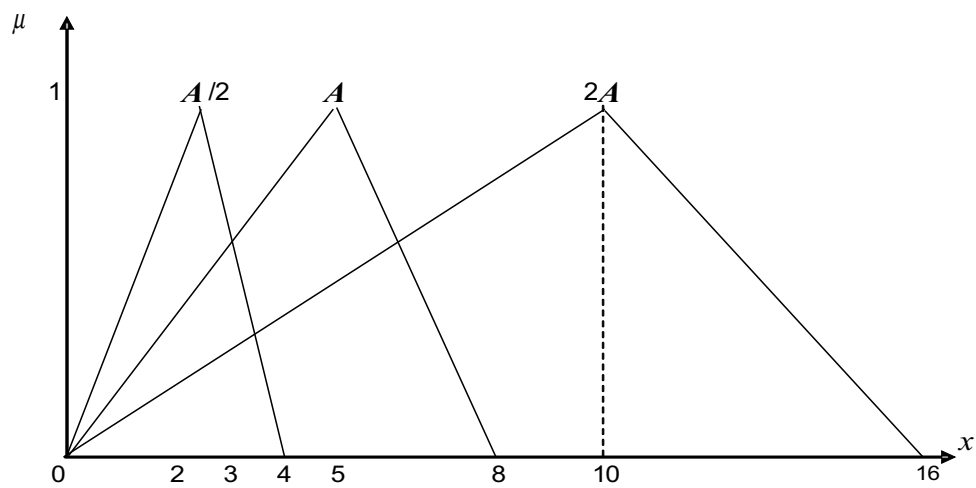
La división de  $A = (0, 5, 8)$  por 2 es:

$$\frac{A}{2} = \frac{1}{2}(0, 5, 8) = (0, 2.5, 4)$$

Tenemos también:

$$\frac{2A}{2} = \frac{(0, 10, 16)}{2} = A, \quad 2\left(\frac{A}{2}\right) = 2(0, 2.5, 4) = A$$

Figura No. 2.16. Número triangular  $A = (0, 5, 8)$ ; producto  $2A$ ; cuociente  $A/2$ .





## CAPITULO 3

### RELACIONES DIFUSAS

#### E INTRODUCCION A LA LÓGICA DIFUSA

##### 3.1. DEFINICIÓN DE RELACIÓN DIFUSA

Consideremos el producto cartesiano:

$$A \times B = \{(x, y) / x \in A, y \in B\},$$

donde  $A$  y  $B$  son subconjuntos de los conjuntos universos  $U_1$  y  $U_2$ , respectivamente.

Una relación difusa de  $A \times B$ , denotada por  $R$  o  $R(x, y)$ , es definida como un conjunto:

$$R = \{((x, y), \mu_R(x, y)) / (x, y) \in A \times B, \mu_R(x, y) \in [0, 1]\}, \quad (3.1.)$$

donde  $\mu_R(x, y)$  es una función de dos variables llamada *función de membresía*. Esta da los grados de pertenencia del par  $(x, y)$  en  $R$  asociándola con cada par  $(x, y)$  en  $A \times B$  un número real en el intervalo  $[0, 1]$ . Los grados de membresía indican los grados con el cual  $x$  está relacionado con  $y$ . Se asume que  $\mu_R(x, y)$  toma valores en un intervalo continuo ó en un conjunto discreto para el dominio  $A \times B$ . Para el primer caso describe una superficie, es decir, si  $x, y$  son datos continuos en un rectángulo del plano, entonces,  $\mu_R(x, y)$  representa una superficie; pero si son datos discretos indican puntos aislados. Formalmente, la relación difusa  $R$  es una clásica relación trinaría, es decir, un conjunto de tríos ordenados.

La definición 3.1. es una generalización de la definición de conjunto difuso desde un espacio de dos dimensiones  $(x, \mu_A(x))$  a un espacio tridimensional  $(x, y, \mu_R(x, y))$ .

Las relaciones difusas en comparación a las relaciones clásicas poseen poder expresivo fuerte mientras relaciona  $x$  y  $y$  debido a la función de membresía  $\mu_R(x, y)$  la cual asigna valores específicos (grados) a cada par  $(x, y)$ .

La relación lingüística común puede ser descrita por relaciones difusas apropiadas como: *x es mas grande que y*, *x está cercana a y*, *x es mas relevante que y*, *x y y son casi iguales*, *x y y son muy distantes*, etc.

Por ejemplo, consideremos una relación difusa, la cual consiste en números finitos de pares ordenados,

$$R = \{((x_1, y_1), 0.2), ((x_1, y_2), 0), ((x_1, y_3), 0.3), ((x_2, y_1), 0.5), ((x_2, y_2), 0.7), ((x_2, y_3), 1), ((x_3, y_1), 0.3), ((x_3, y_2), 0.2), ((x_3, y_3), 0.4)\}$$

Se puede escribir a través de la siguiente tabla:

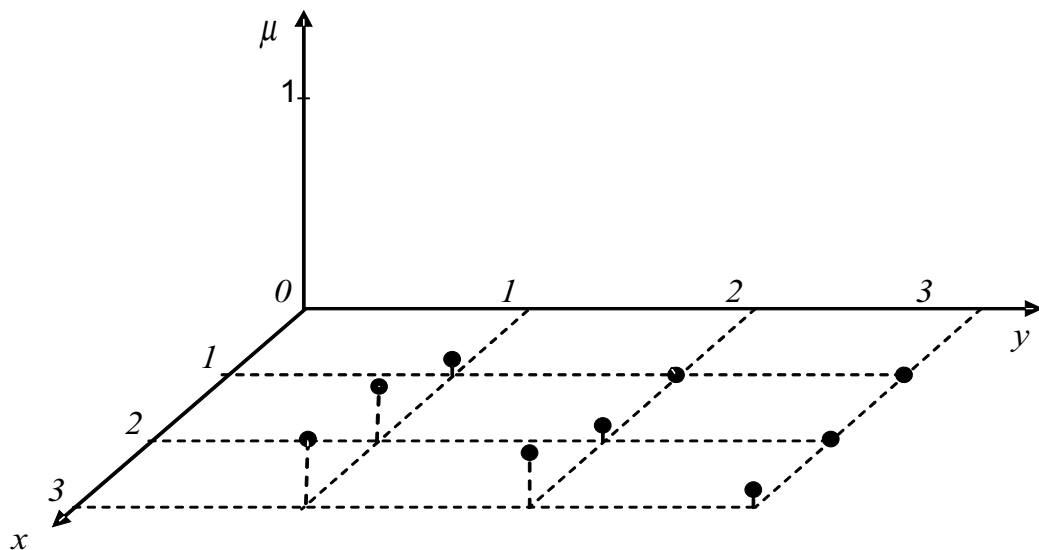
		Y	$y_1$	$y_2$	$y_3$
$R =$	X	$x_1$	0.2	0	0.3
	$x_2$	$x_3$	0.5	0.7	1
			0.3	0.2	0.4

En donde los números dentro de las celdas localizadas en la intersección de filas y columnas son los valores de la función de membresía:

$$\begin{aligned} \mu_R(x_1, y_1) &= 0.2, & \mu_R(x_1, y_2) &= 0, & \mu_R(x_1, y_3) &= 0.3, \\ \mu_R(x_2, y_1) &= 0.5, & \mu_R(x_2, y_2) &= 0.7, & \mu_R(x_2, y_3) &= 1, \\ \mu_R(x_3, y_1) &= 0.3, & \mu_R(x_3, y_2) &= 0.2, & \mu_R(x_3, y_3) &= 0.4. \end{aligned}$$

Podemos expresar gráficamente  $R$  por puntos en un espacio tridimensional  $(x, y, \mu)$ .

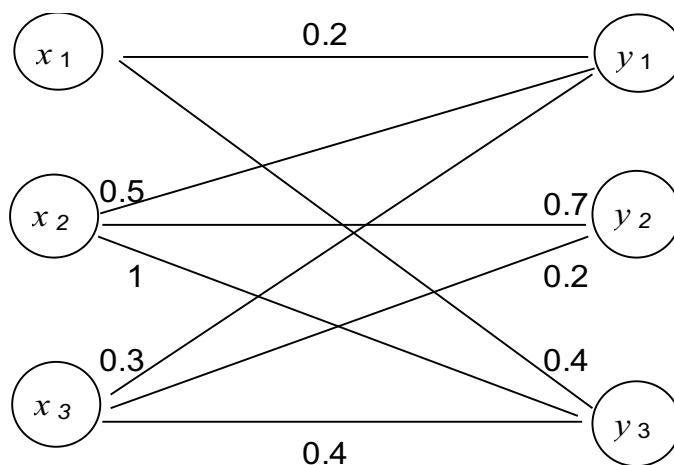
Figura No.3.1. Relación difusa  $R$  que describe que  $x$  es mas grande que  $y$ .



La relación difusa  $R$  puede ser expresada como un grafo difuso. Los números de los segmentos son los grados de membresía.



Figura No.3.2. Relación difusa  $R$  presentada como un grafo difuso.



Ejemplo:

Consideremos los siguientes dos conjuntos cuyos elementos son barrios del área urbana de Quito:  $A = \{\text{barrio } a_1, \text{barrio } a_2, \text{barrio } a_3\}$ ,  $B = \{\text{barrio } b_1, \text{barrio } b_2\}$ .  $R$  es la relación difusa entre los dos conjuntos, esta representará la relación lingüística *muy lejana* referente a la distancia entre los barrios:

$$R = \{((\text{barrio } a_1, \text{barrio } b_1), 0.7),$$

$$((\text{barrio } a_1, \text{barrio } b_2), 0.5),$$

$$((\text{barrio } a_2, \text{barrio } b_1), 0.3),$$

$$((\text{barrio } a_2, \text{barrio } b_2), 1),$$

$$((\text{barrio } a_3, \text{barrio } b_1), 0.2),$$

$$((\text{barrio } a_3, \text{barrio } b_2), 0.1)\}.$$

La relación puede ser presentada por la siguiente tabla:

	barrio $b_1$	barrio $b_2$
$R =$	barrio $a_1$	0.7      0.5
	barrio $a_2$	0.3      1
	barrio $a_3$	0.2      0.1

Los valores de membresía indican a que grado los barrios están *muy lejos* uno del otro. Por ejemplo, el barrio  $a_2$  y el barrio  $b_2$  están muy lejanos (grado de membresía 1) mientras  $a_3$  y  $b_2$  no están muy lejanos (grado de membresía 0,1).

### 3.1.1. Operaciones básicas en relaciones difusas

$R_1$  y  $R_2$  son dos relaciones difusas en  $A \times B$ ,

$$R_1 = \{(x, y), \mu_{R_1}(x, y)\}, \quad (x, y) \in A \times B,$$

$$R_2 = \{(x, y), \mu_{R_2}(x, y)\}, \quad (x, y) \in A \times B.$$

Utilizamos las funciones de membresía  $\mu_{R_1}(x, y)$  y  $\mu_{R_2}(x, y)$ , respectivamente, para introducir operaciones con  $R_1$  y  $R_2$ , similarmente a las operaciones con conjuntos difusos tratadas en el capítulo 2.

#### **Igualdad**

$R_1 = R_2$  si y solo si para todos los pares  $(x, y) \in A \times B$ ,

$$\mu_{R_1}(x, y) = \mu_{R_2}(x, y)$$

#### **Inclusión**

Si para todos los pares  $(x, y) \in A \times B$ ,

$$\mu_{R_1}(x, y) \leq \mu_{R_2}(x, y),$$

La relación  $R_1$  está incluida en  $R_2$  o  $R_2$  es más grande que  $R_1$ , denotada por

$$R_1 \subseteq R_2$$

Si  $R_1 \subseteq R_2$  y además si para al menos un par  $(x, y)$ ,

$$\mu_{R_1}(x, y) < \mu_{R_2}(x, y)$$

Entonces, tenemos una inclusión propia  $R_1 \subset R_2$ .

### Complemento

El complemento de una relación  $R$ , denotada por  $\bar{R}$ , está definida por:

$$\mu_{\bar{R}}(x, y) = 1 - \mu_R(x, y) \quad (3.2.)$$

Lo cual es válido para todo par  $(x, y) \in A \times B$ .

### Intersección

La intersección de  $R_1$  y  $R_2$  denotada  $R_1 \cap R_2$  es definida por:

$$\mu_{R_1 \cap R_2}(x, y) = \min\{\mu_{R_1}(x, y), \mu_{R_2}(x, y)\}, \quad (x, y) \in A \times B \quad (3.3.)$$

### Unión

La unión de  $R_1$  y  $R_2$  denotada  $R_1 \cup R_2$  es definida por:

$$\mu_{R_1 \cup R_2}(x, y) = \max\{\mu_{R_1}(x, y), \mu_{R_2}(x, y)\}, \quad (x, y) \in A \times B \quad (3.4.)$$

Las operaciones de intersección y unión son ilustradas en el siguiente ejemplo:

Consideremos las relaciones  $R_1$  y  $R_2$  dadas a continuación:

		$y_1$	$y_2$	$y_3$
$R_1 \triangleq$	$x_1$	0.7	0.3	0.4
	$x_2$	0.3	0.3	0.5
	$x_3$	0	1	0.1

		$y_1$	$y_2$	$y_3$
$R_2 \triangleq$	$x_1$	0	0.5	1
	$x_2$	0.4	0.3	0.6
	$x_3$	0	0.7	1

Utilizando las definiciones (3.3.) y (3.4.) para cada par ordenado  $(x_i, y_j)$ ,  $i, j = 1, 2, 3$ , obtenemos:

		$y_1$	$y_2$	$y_3$
$R_1 \cap R_2 \triangleq$	$x_1$	0	0.3	0.4
	$x_2$	0.3	0.3	0.5
	$x_3$	0	0.7	0.1

		$y_1$	$y_2$	$y_3$
$R_1 \cup R_2 \triangleq$	$x_1$	0.7	0.5	1
	$x_2$	0.4	0.3	0.6
	$x_3$	0	1	1

Una comparación entre los correspondientes valores miembros en  $R_1 \cap R_2$  y  $R_1 \cup R_2$  demuestran que  $R_1 \cap R_2 \subset R_1 \cup R_2$  (inclusión propia).

### Producto directo

Consideremos los conjuntos difusos  $A$  y  $B$ :

$$A = \{(x, \mu_A(x)), \quad \mu_A(x) \in [0,1]\},$$

$$B = \{(y, \mu_B(y)), \quad \mu_B(y) \in [0,1]\}.$$

Definido en  $x \in A \subset U_1$  y  $y \in B \subset U_2$ , correspondientemente.

Introducimos dos tipos de productos directos:

*Producto Min Directo* de los conjuntos difusos  $A$  y  $B$  denotado  $A \times B$  con

funciones de membresía  $\mu_{A \times B}$  es una relación difusa definida por:

$$A \times B = \{(x, y), \min(\mu_A(x), \mu_B(y)), (x, y) \in A \times B\}, \quad (3.5.)$$

Mediante la cual calculamos el producto Cartesiano  $A \times B$  y a cada par  $(x, y)$  se atribuye como valor de membresía el más pequeño entre  $\mu_A(x)$  y  $\mu_B(y)$ .

*Producto Max Directo* de los conjuntos difusos  $A$  y  $B$  denotado  $A \overset{\bullet}{\times} B$  con

función de membresía  $\mu_{A \overset{\bullet}{\times} B}(x, y)$  es una relación difusa definida por:

$$A \overset{\bullet}{\times} B = \{(x, y), \max(\mu_A(x), \mu_B(y)), (x, y) \in A \times B\} \quad (3.6.)$$

Cada par  $(x, y)$  tiene como valor de membresía el más grande entre  $\mu_A(x)$  y  $\mu_B(y)$ .

Ejemplo:

Dados los conjuntos difusos:

$$A = \{(x_1, 1), (x_2, 0), (x_3, 0.3)\}$$

$$B = \{(y_1, 0.2), (y_2, 0.1), (y_3, 0.4), (y_4, 1)\}$$

El producto min directo y el producto max directo de acuerdo con (3.5.) y (3.6) son las relaciones difusas:

$$A \times B = \begin{array}{c|cccc} & y & y_1 & y_2 & y_3 & y_4 \\ \hline x & & & & & \\ \hline x_1 & & 0.2 & 0.1 & 0.4 & 1 \\ x_2 & & 0 & 0 & 0 & 0 \\ x_3 & & 0.2 & 0.1 & 0.3 & 0.3 \end{array}$$

$$\bullet \Delta A \times B = \begin{array}{c|cccc} & y & y_1 & y_2 & y_3 & y_4 \\ \hline x & & & & & \\ \hline x_1 & & 1 & 1 & 1 & 1 \\ x_2 & & 0.2 & 0.1 & 0.4 & 1 \\ x_3 & & 0.3 & 0.3 & 0.4 & 1 \end{array}$$

## 3.2. INTRODUCCIÓN A LA LÓGICA DIFUSA

### 3.2.1. Lógica difusa

El fundador de la lógica difusa es Lotfi Zadeh (1973), quien hace un avance significativo en el establecimiento de la lógica difusa como una disciplina científica.

No es un sistema único de conocimiento llamado lógica difusa sino una variedad de metodologías de propuestas lógicas considerando el conocimiento impreciso y vago. Esta es un área activa y actual con algunos tópicos en discusión y debate.

La lógica difusa utiliza como herramienta la teoría de conjuntos difusos.

La lógica difusa es una extensión de la lógica de multi-valores en el sentido

de la incorporación de conjuntos difusos y relaciones difusas en el sistema lógico de multi-valores o lógica de infinitos valores. La lógica difusa provee una metodología para el tratamiento de variables lingüísticas y describe modificadores como *muy*, *algo*, *no*, etc. La lógica difusa facilita el razonamiento y el sentido común con proposiciones imprecisas y vagas tratadas con lenguaje natural y sirve como una base para análisis de decisiones y control de acciones.

### 3.2.2. Lógica multi-valores

En lógica al principio toda proposición se consideraba verdadera o falsa. Una razón para cuestionarnos esto es la dificultad para estimar proposiciones expresivas futuras como *mañana lloverá*, futuros eventos que todavía no son verdaderos o falsos. Esa verdad es desconocida, será determinada cuando el evento suceda. La lógica clásica no es suficiente para describir el valor verdadero de ese tipo de eventos. Miramos naturalmente otro tercer valor de verdad que la verdad o falsedad pura lo que nos da un tercer valor lógico. Dependiendo de cómo el tercer valor está definido, la lógica del tercer valor se introduce.

Suponemos que una proposición tiene tres valores: verdadero denotado por 1, *falso* denotado por 0, y *neutral o indeterminado* denotado por  $\frac{1}{2}$ . Ellos forman el conjunto valor de verdad:

$$T_3 = \{0, \frac{1}{2}, 1\}$$

Si  $p$  y  $q$  son proposiciones, los conectores lógicos negación ( $\bar{\quad}$ ) ó ( $\sim$ ), conjunción ( $\wedge$ ), disyunción ( $\vee$ ), e implicación ( $\rightarrow$ ) son definidos como:

*Negación de  $p$* , denotada por  $\bar{p}$  (léase *no  $p$* ) es verdad cuando  $p$  es falso y viceversa, así:

$$\bar{p} = 1 - p \quad (3.7.)$$

*Conjunción de  $p$  y  $q$* , denotada por  $p \wedge q$  (léase  *$p$  y  $q$* ) es verdad cuando  $p$  y  $q$  son ambos verdaderos.

$$p \wedge q = \min ( p, q ) \quad (3.8.)$$

*Disyunción de  $p$  y  $q$* , denotada por  $p \vee q$  (léase  *$p$  o  $q$* ) es verdad cuando  $p$  o  $q$  son verdaderos o cuando ambos son verdaderos.

$$p \vee q = \max ( p, q ) \quad (3.9.)$$

*Implicación (proposición condicional)*, la proposición  $p$  implica a  $q$ , denotada por  $p \rightarrow q$  (léase *si  $p$  entonces  $q$* ).

$$p \rightarrow q = \min ( 1, 1 + q - p ) \quad (3.10.)$$

Los valores de verdad de  $p$  y  $q$  son los del conjunto  $T_3$ .



Tabla No.3.1. Valores de verdad en  $T_3$  para negación, conjunción, disyunción e implicación.

$p$	$q$	$\bar{p}$	$\bar{q}$	$p \wedge q$	$p \vee q$	$p \rightarrow q$
1	1	0	0	1	1	1
1	1/2	0	1/2	1/2	1	1/2
1	0	0	1	0	1	0
1/2	1	1/2	0	1/2	1	1
1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1
1/2	0	1/2	1	0	1/2	1/2
0	1	1	0	0	1	1
0	1/2	1	1/2	0	1/2	1
0	0	1	1	0	0	1

FUENTE: Fuzzy logic for business, finance and management

ELABORACIÓN: Cecilia Ramos

### 3.2.3. Variables Lingüísticas

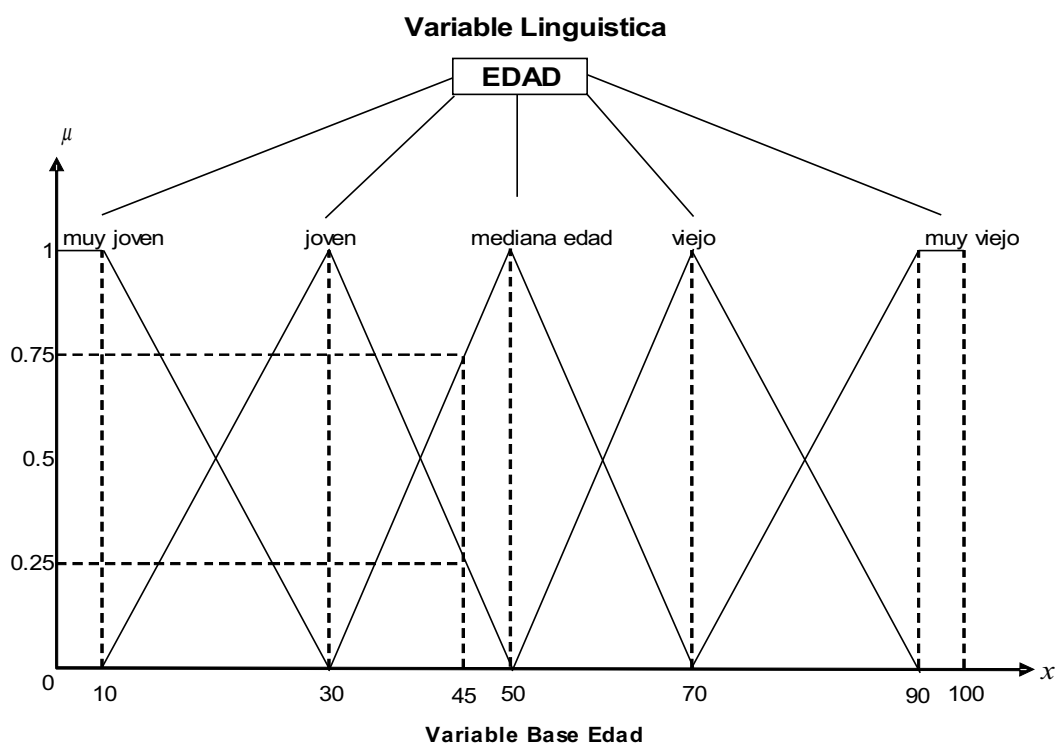
Se denominan variables lingüísticas a valores, palabras u oraciones en lenguaje natural o artificial. Para ilustrar este concepto consideremos la palabra *edad* en el lenguaje usual; esta es un resumen de las experiencias de un gran número de individuos y no se puede caracterizarla con precisión. Utilizando los conjuntos difusos (usualmente números difusos), podemos describir *edad* aproximadamente. Si se supone que *edad* es una variable lingüística cuyos valores son palabras como *muy joven*, *joven*, *mediana edad*, *viejo*, *muy viejo*, estos son llamados niveles de la variable lingüística *edad* y son expresados por conjuntos difusos en un conjunto  $U \subset R_+$  llamado *dominio* con medidas en años. Esto representa la *variable base* edad. Cada nivel es definido por una función de membresía apropiada. Buenos candidatos de funciones de membresía son las triangulares, trapezoidales o gráfico tipo campana, con o sin estandarización, o partes de este.

Ejemplo:

Describiremos la variable lingüística *edad* en un conjunto  $U = [ 0, 100 ]$  o dominio de  $x$  (variable base) representando la edad en años para números triangulares y parte trapezoidales cuyos niveles específicos son muy joven, joven, mediana edad, viejo y muy viejo.

A continuación se presenta la figura No.3.3 en la que se puede observar la representación gráfica de los niveles de la variable lingüística *edad*.

Figura No.3.3. Niveles de la variable lingüística *edad*.



Las funciones de membresía de estos niveles son:

$$\mu_{muy\ joven}(x) = \begin{cases} 1 & \text{para } 0 \leq x \leq 10, \\ \frac{30-x}{20} & \text{para } 10 \leq x \leq 30, \end{cases}$$

$$\mu_{joven}(x) = \begin{cases} \frac{x-10}{20} & \text{para } 10 \leq x \leq 30, \\ \frac{50-x}{20} & \text{para } 30 \leq x \leq 50, \end{cases}$$

$$\mu_{mediana\ edad}(x) = \begin{cases} \frac{x-30}{20} & \text{para } 30 \leq x \leq 50, \\ \frac{70-x}{20} & \text{para } 50 \leq x \leq 70, \end{cases}$$

$$\mu_{viejo}(x) = \begin{cases} \frac{x-50}{20} & \text{para } 50 \leq x \leq 70, \\ \frac{90-x}{20} & \text{para } 70 \leq x \leq 90, \end{cases}$$

$$\mu_{muy\ viejo}(x) = \begin{cases} \frac{x-70}{20} & \text{para } 70 \leq x \leq 90, \\ 1 & \text{para } 90 \leq x \leq 100 \end{cases}$$

Por ejemplo, una persona cuya edad es 45 años, es joven en el grado 0.25 y es de mediana edad al grado 0.75. Los grados se encontraron sustituyendo 45 por  $x$  en la segunda ecuación del término  $\mu_{joven}(x)$  y en la primera ecuación del término  $\mu_{mediana\ edad}(x)$ , respectivamente. Así que una persona de 45 años de edad, es menos joven (grado 0.25) y más de mediana edad (grado 0.75).

Un ejemplo relacionado con la valoración predial y sus afectaciones es la variable lingüística “estado de conservación del predio” que da a los predios la siguiente clasificación: óptimo, muy bueno, bueno, intermedio, regular, deficiente, malo, muy malo y sin valor.

El nivel es el demérito que puede sufrir el valor de un inmueble de acuerdo a su estado de conservación.

Para obtener el grado de membresía se transformó a valores relativos las calificaciones establecidas por Heidecke para esta variable (ver capítulo No.1).

La representación gráfica del nivel de demérito de la variable lingüística estado de conservación para mantener o demeritar el valor del predio se presenta en la figura No.3.4.

Figura No.3.4. Nivel demérito de la variable lingüística *estado de conservación para demeritar el valor del predio*.

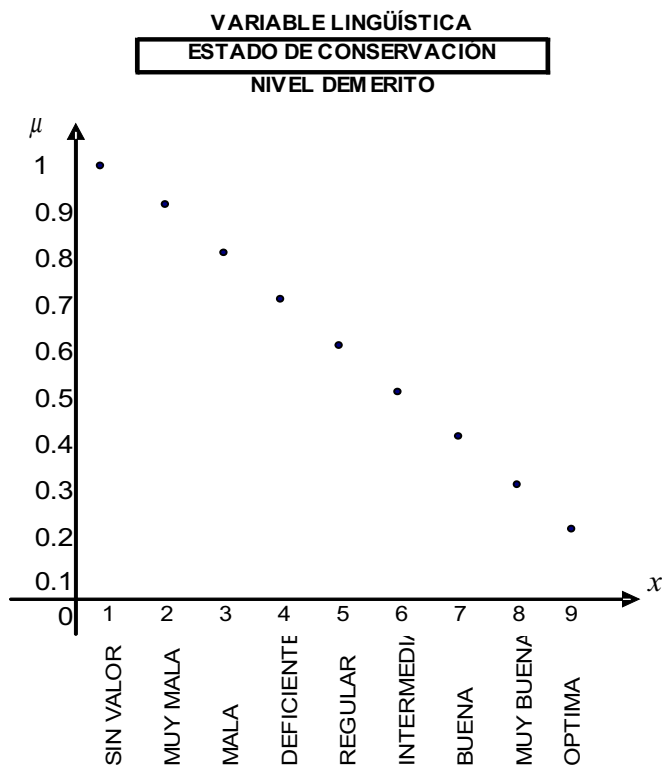


Tabla No.3.2. Función de membresía de demérito de Heidecke del estado de conservación del predio.

<b>FUNCIÓN DE PERTENENCIA DE DEMERITO DE HEIDECKE DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL PREDIO</b>	
<b>CLASIFICACION</b>	<b>GRADO DE PERTENENCIA</b>
Optima	0,2
Muy buena	0,3
Buena	0,4
Intermedia	0,5
Regular	0,6
Deficiente	0,7
Mala	0,8
Muy mala	0,9
Sin valor	1

FUENTE: EPN-CEC. Texto del curso Avalúo de Inmuebles

ELABORACIÓN: Cecilia Ramos

### 3.2.4. Modificadores Lingüísticos

Dado  $x \in U$  y  $A$  es un conjunto difuso con función de membresía  $\mu_A(x)$ . Denotamos con  $m$  al *modificador lingüístico*, por ejemplo: *muy*, *no*, *algo* (más o menos), etc. Entonces  $mA$  significa un conjunto difuso modificado por  $m$  con función de membresía  $\mu_{mA}(x)$ .

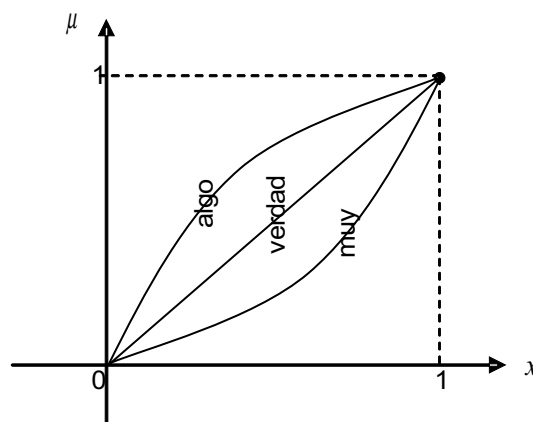
Las selecciones siguientes para  $\mu_{mA}(x)$  son recomendadas y bastante utilizadas para describir las modificaciones *no*, *muy* y *algo* :

$$\text{No: } \mu_{noA}(x) = 1 - \mu_A(x), \quad (3.11.)$$

$$\text{Muy: } \mu_{muyA}(x) = [\mu_A(x)]^2, \quad (3.12.)$$

$$\text{Algo: } \mu_{algoA}(x) = [\mu_A(x)]^{\frac{1}{2}}. \quad (3.13.)$$

Figura No.3.5. Variable lingüística verdad y varias modificaciones.



Ejemplo:

Consideremos el conjunto difuso  $A$  que describe el valor lingüístico calificación *baja* definido como:

$X$	0	20	40	60	80	100
$\mu_{baja}(x)$	0	0.3	0.6	0.7	0.9	1

En donde  $x$  es la variable base en  $U_1 = \{0, 20, 40, 60, 80, 100\}$ , el conjunto universo es numérico y representa una escala discreta de las calificaciones usadas en el modelo.

La variable *calificación baja* puede ser modificada por *calificación no baja*, *calificación muy baja* y *calificación algo baja*. Para el ejemplo utilizaremos *calificación no baja*:

$$\mu_{no\ baja}(0) = 1 - \mu_{baja}(0) = 1 - 0 = 1,$$

$$\mu_{no\ baja}(20) = 1 - \mu_{baja}(20) = 1 - 0.3 = 0.7,$$

$$\mu_{no\ baja}(40) = 1 - \mu_{baja}(40) = 1 - 0.6 = 0.4,$$

$$\mu_{no\ baja}(60) = 1 - \mu_{baja}(60) = 1 - 0.7 = 0.3,$$

$$\mu_{no\ baja}(80) = 1 - \mu_{baja}(80) = 1 - 0.9 = 0.1,$$

$$\mu_{no\ baja}(x) = 1 - \mu_{baja}(x)$$

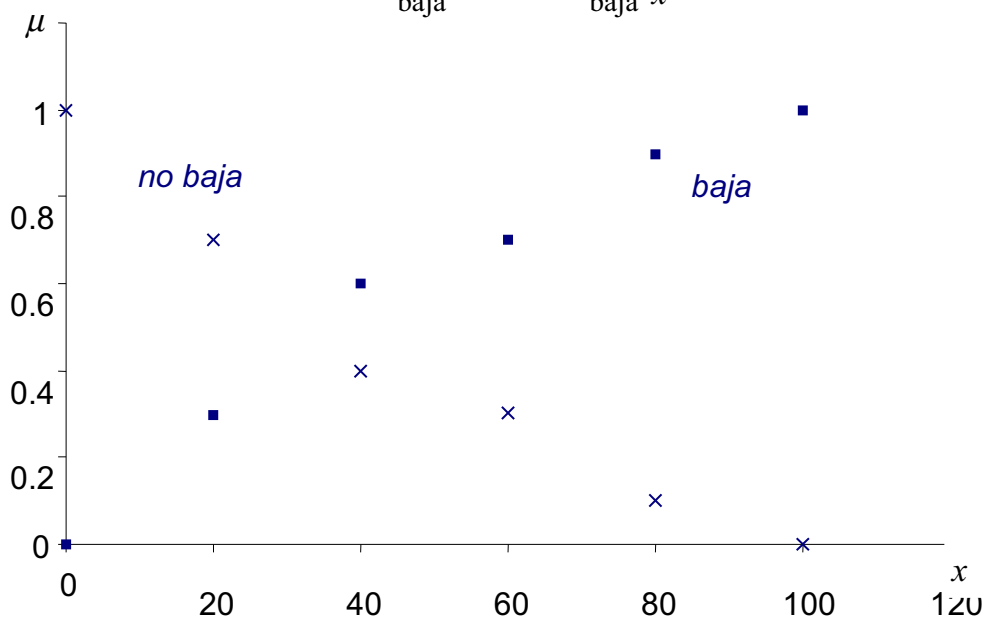
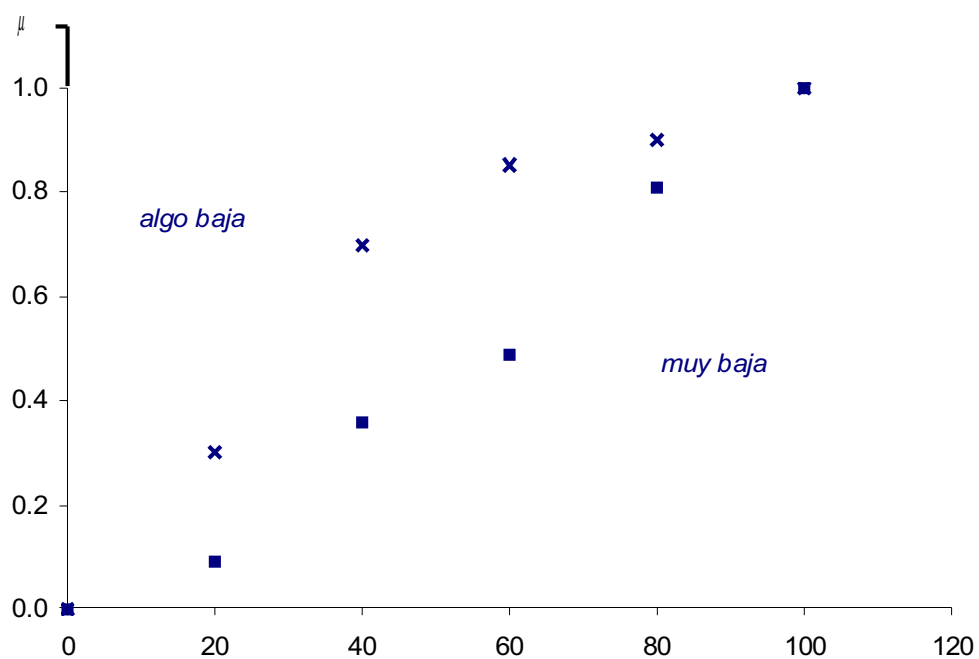


Figura No.3.7. Conjuntos difusos calificación *algo baja* y calificación *muy baja*.







Ambas se definen en un mismo universo  $U$ . Decimos que la proposición  $p$  vincula semánticamente la proposición  $q$  (o  $q$  está semánticamente vinculada por  $p$ ), es denotada por:

$$\triangleright q \quad (3.14.)$$

Si y solo si:

$$\mu_A(x) \leq \mu_B(x), \quad x \in U \quad (3.15.)$$

El significado que se basa en el concepto de subconjunto, es que  $p$  trae como una consecuencia inevitable  $q$  en el sentido de que  $q$  es menos específica que  $p$ .

Ejemplo:

La proposición:  $p \underline{\underline{\Delta}}$  Precio del suelo se incrementa anualmente es una muy alta calificación

Semánticamente vincula la proposición:  $q \underline{\underline{\Delta}}$  Precio del suelo se incrementa anualmente es una alta calificación.

No importa cómo la variable lingüística calificación alta esté definida, porque desde la proposición “Precio del suelo se incrementa anualmente es una muy alta calificación” podemos inferir que “Precio del suelo se incrementa anualmente es una alta calificación”. Podemos decir que la semántica vinculada es fuerte.

$$\mu_{\text{muy alto}}(x) \leq \mu_{\text{alto}}(x)$$

La semántica vinculada tiene un importante rol en la lógica difusa como una principal regla de inferencia que se conoce como el principio de vinculación en el sentido de que la validación de la  $q$  es inferida desde la validación de la proposición  $p$ .

El principio de vinculación puede ser generalizado para más de dos proposiciones. Por ejemplo, si  $p \underline{\Delta} x$  es  $A$ ,  $q \underline{\Delta} x$  es  $B$ ,  $r \underline{\Delta} x$  es  $C$ , y  $\mu_A(x)$ ,  $\mu_B(x)$ ,  $\mu_C(x)$  son las funciones de membresía respectivas, tenemos:

$$p \rightarrow q \rightarrow r$$

si y solo si:

$$\mu_A(x) \leq \mu_B(x) \leq \mu_C(x).$$



## CAPÍTULO 4

# APLICACIÓN DE LA LÓGICA DIFUSA EN LA DETERMINACIÓN DEL PRECIO PROMEDIO DEL SUELO URBANO

### 4.1. DETERMINACIÓN DE LOS PRECIOS PROMEDIOS DIFUSOS

Uno de los más importantes conceptos en estadística es el promedio o media de  $n$  cantidades, lecturas o estimaciones expresadas por números reales  $r_1, \dots, r_n$  y que se define por:

$$r_{ave} = \frac{r_1 + \dots + r_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n r_i}{n} \quad (4.1.)$$

Los promedios son valores típicos o representativos de los  $n$  datos, siendo estos una medida de tendencia central.

Sin embargo, en la realidad un valor promedio puede excluir datos importantes y válidos, pues la realidad es generalmente imprecisa, así en el estudio que nos ocupa, los precios ofertados y/o demandados por una misma propiedad puede variar dependiendo de las personas que negocian y de las urgencias que alguna de ellas pueda tener por realizar esa transacción.

Es por ello, que en la búsqueda de identificar los valores más apropiados de los precios del suelo urbano de los diferentes sectores de la urbe, se puede recurrir a la lógica difusa que permite tratar estos valores imprecisos de los  $n$  valores encontrados en la investigación de la oferta y demanda, pues los datos pueden ser aceptados o

rechazados con diferente grado de pertenencia ampliando nuestra visión y acercándonos de mejor manera a la realidad.

Para el efecto vamos a tratar los datos, en una primera instancia, a nivel de Áreas de Intervención Valorativa (AIVAS), determinando los precios como números difusos triangulares de cada una de estas unidades de investigación.

Y, en una segunda instancia, procesaremos los datos a nivel de parroquia urbana con la finalidad de obtener los promedios difusos, ponderados, de ser el caso.

Los datos que vamos a procesar corresponden a los diferentes precios del suelo por metro cuadrado encontrados en cada AIVA, el resultado será el promedio difuso y el precio desdifusificado por AIVA, entregando a la Municipalidad la base (valor m<sup>2</sup> del lote tipo) para aplicar los factores de individualización del avalúo conforme a las características propias de cada predio.

#### 4.1.1. Precios triangulares (en dólares)

Los precios triangulares denotados por:

$$\mathbf{A}_i = \left( a_1^{(i)}, a_M^{(i)}, a_2^{(i)} \right), \quad i = 1, \dots, n$$

En donde:

$\mathbf{A}_i$  es el precio triangular  $i$

$a_1$  es el precio mínimo observado en el AIVA

$a_M$  es el precio de mayor repetición o precio modal observado

$a_2$  es el precio máximo observado en el AIVA

Para la aplicación se recurrió a los datos resultantes del trabajo que esta realizando la Dirección de Avalúos y Catastros del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito durante el presente año para actualizar los precios del suelo urbano a través de la investigación de la oferta y demanda de los inmuebles ubicados en el área urbana. La información que se presenta en este documento corresponde a 63 áreas de intervención valorativas que se actualizaron en el primer semestre del año 2007, la DAYC continúa realizando la actualización hasta completar la totalidad.

Para aquellas, AIVAS en las cuales no se pudo encontrar suficientes propiedades en venta como para determinar el precio modal se recurrirá a solventar esta falta de  $a_M$  con el precio promedio de los datos obtenidos dentro de la unidad de investigación.

Así, en la tabla No.4.1. tenemos los precios triangulares de las AIVAs investigadas, las mismas que tienen un identificador (además de su nombre) que es un código conformado por el código de la parroquia que corresponde a los tres primeros dígitos y por el código del barrio o sector que son los dos siguientes dígitos.

Tabla No.4.1. Números difusos triangulares de los precios del suelo urbano de barrios y/o sectores de Quito.

ID	NOMBRE	NÚMERO TRIANGULAR
		PRECIO TRIANGULAR EN DÓLARES
	PARROQUIA QUITUMBE	
10466	Pueblo Unido II	$A = ( 23 \ 24 \ 27 )$
10468	Tambo del Inca	$B = ( 20 \ 22 \ 42 )$
10467	San Martín de Porres	$C = ( 44 \ 45 \ 45 )$
	PARROQUIA CENTRO HISTÓRICO	
30314	Tola Baja	$D = ( 35 \ 46 \ 64 )$
30317	Sector La Loja	$E = ( 110 \ 180 \ 220 )$
30321	La Tola	$F = ( 63 \ 74 \ 86 )$



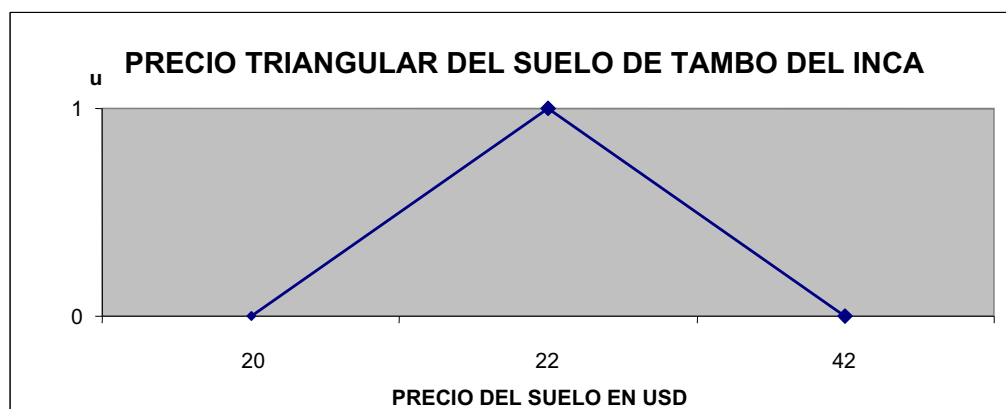
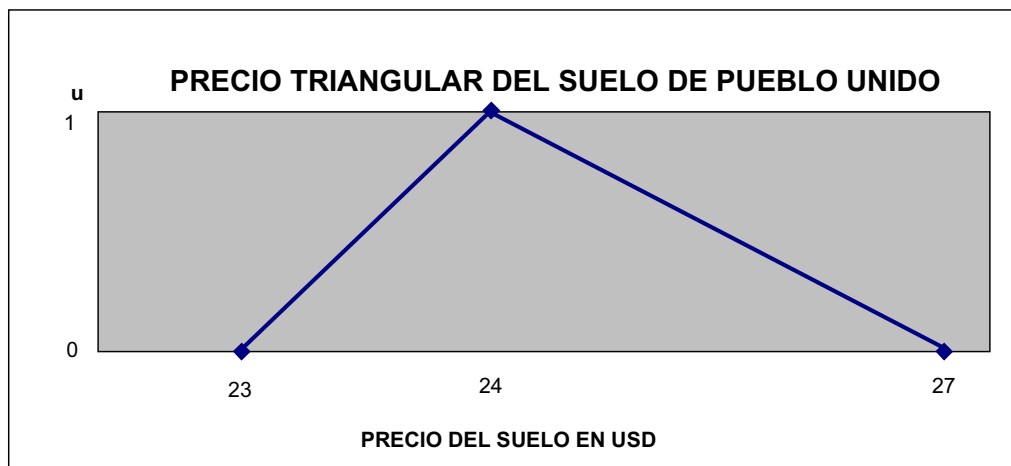
ID	NOMBRE	NÚMERO TRIANGULAR
		PRECIO TRIANGULAR EN DÓLARES
	PARROQUIA COTOCOLLAO	
50106	Bellavista Baja	$L' = ( 56 \ 64 \ 103 )$
50121	Villas Amazonas	$M' = ( 50 \ 76 \ 84 )$
50122	Multifamiliares Inglaterra	$N' = ( 50 \ 66 \ 82 )$
50125-A	San José de Jarrín	$O' = ( 40 \ 42 \ 44 )$
50132	Condominios Los Andes	$P' = ( 77 \ 93 \ 109 )$
50135-B	Cotocollao	$Q' = ( 51 \ 67 \ 83 )$
	PARROQUIA SAN ISIDRO	
40934	Coop. de Viv. 6 de Julio	$R' = ( 100 \ 110 \ 120 )$
40937	San Miguel de Amagásí	$S' = ( 10 \ 22 \ 33 )$
40930	Amagásí del Inca II	$T' = ( 30 \ 31 \ 31 )$
40940-A	Urb. San Gregorio I	$U' = ( 117 \ 118 \ 120 )$
40940-B	Urb. San Gregorio II	$V' = ( 92 \ 111 \ 130 )$
40939	Coop. Nuestra Sra. de la Merced	$W' = ( 50 \ 90 \ 100 )$
40943	Coop. de Viv. Quintana	$X' = ( 25 \ 40 \ 60 )$
	PARROQUIA COMITÉ DEL PUEBLO	
50313	La Bota	$Y' = ( 63 \ 75 \ 86 )$
50310	Cristianía (sector residencial)	$A'' = ( 29 \ 30 \ 48 )$
50321	Urb. FAE (27 de Octubre)	$B'' = ( 57 \ 70 \ 82 )$
	PARROQUIA IÑAQUITO	
40328	El Batán I	$C'' = ( 100 \ 120 \ 140 )$
40316	Bellavista Alta	$D'' = ( 85 \ 115 \ 125 )$
40369	Eje Av. Naciones Unidas	$E'' = ( 450 \ 580 \ 650 )$
40375	Eje Av. de los Shyris tramo I	$F'' = ( 480 \ 500 \ 520 )$
40376	Eje Av. de los Shyris tramo II	$G'' = ( 380 \ 420 \ 450 )$
40349	Eje Av. 6 de Diciembre tramo I	$H'' = ( 300 \ 310 \ 360 )$
40350	Eje Av. 6 de Diciembre tramo II	$I'' = ( 350 \ 360 \ 400 )$
40348	Eje Av. 6 de Diciembre tramo III	$J'' = ( 240 \ 265 \ 300 )$
40351	Eje Av. Amazonas tramo I	$K'' = ( 300 \ 350 \ 380 )$
40352	Eje Av. Amazonas tramo II	$L'' = ( 450 \ 480 \ 500 )$
40353	Eje Av. Amazonas tramo III	$M'' = ( 500 \ 550 \ 600 )$

FUENTE: Dirección de Avalúos y Catastros

ELABORACIÓN: Cecilia Ramos

Para la graficación del precio triangular tenemos en el eje  $Y$  el rango 0 y 1, en el cual 1 formará la coordenada con el precio de mayor repetición dentro del AIVA; y, para  $a_1$  y  $a_2$  el valor de  $Y$  será 0. El eje  $X$  esta formado por los valores del precio del suelo por metro cuadrado.

Figura No.4.1. Precios Triangulares del Suelo de las Áreas de Intervención  
Valorativas Urbanas



La ilustración gráfica de los demás precios triangulares se encuentra en el anexo No.9.

#### 4.1.2. Precios Promedios Difusos

Consideramos los  $n$  precios triangulares para cada parroquia

$A_i = (a_1^{(i)}, a_M^i, a_2^i)$ ,  $i = 1, \dots, n$ . Usando la adición de números triangulares y la división de números reales obtenemos el “Promedio Triangular” o Media denotada como  $A_{ave}$  :

$$\begin{aligned}
A_{ave} &= \frac{A_1 + \dots + A_n}{n} \\
&= \frac{(a_1^{(1)}, a_M^1, a_2^1) + \dots + (a_1^n, a_M^n, a_2^n)}{n} \\
&= \left( \frac{\left( \sum_{i=1}^n a_1^{(i)} \right), \left( \sum_{i=1}^n a_M^{(i)} \right), \left( \sum_{i=1}^n a_2^{(i)} \right)}{n} \right)
\end{aligned}$$

Entonces el promedio triangular es un número también triangular:

$$A_{ave} = (m_1, m_M, m_2) = \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_1^{(i)}, \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_M^{(i)}, \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_2^{(i)} \right) \quad (4.2.)$$

La estimación de los promedios difusos del precio del suelo para las parroquias urbanas del DMQ es la siguiente:

ID	NOMBRE PARROQUIA	NÚMERO TRIANGULAR
		$a_1^{(i)} \quad a_M^{(i)} \quad a_2^{(i)}$
	PARROQUIA QUITUMBE	
10466	Pueblo Unido II	<b>A</b> = ( 23 , 24 , 27 )
10468	Tambo del Inca	<b>B</b> = ( 20 , 22 , 42 )
10467	San Martín de Porres	<b>C</b> = ( 44 , 45 , 45 )
$A_{ave} = (m_1, m_M, m_2) = \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_1^{(i)}, \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_M^{(i)}, \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_2^{(i)} \right) = \left( \frac{87}{3}, \frac{90}{3}, \frac{113}{3} \right)$		
<b>PROMEDIO DIFUSO:</b> $A_{ave} = (m_1, m_M, m_2) = ( 29 , 30 , 38 )$		
	PARROQUIA CENTRO HISTÓRICO	
30314	Tola Baja	<b>D</b> = ( 35 , 50 , 64 )
30317	Sector La Loja	<b>E</b> = ( 110 , 180 , 220 )
30321	La Tola	<b>F</b> = ( 63 , 74 , 86 )
$A_{ave} = (m_1, m_M, m_2) = \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_1^{(i)}, \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_M^{(i)}, \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_2^{(i)} \right) = \left( \frac{208}{3}, \frac{304}{3}, \frac{370}{3} \right)$		
<b>PROMEDIO DIFUSO:</b> $A_{ave} = (m_1, m_M, m_2) = ( 69 , 101 , 123 )$		

## PARROQUIA GUAMANI

10101	Victoria Central	<b>G</b> =	(	30	,	60	,	70	)
10102	Victoria Alta	<b>H</b> =	(	26	,	30	,	54	)
10103	La Florencia	<b>I</b> =	(	18	,	24	,	38	)
10105	Héroes de Paquisha	<b>J</b> =	(	35	,	38	,	75	)
10107	Matilde Álvarez Alto	<b>K</b> =	(	30	,	50	,	70	)

$$A_{ave} = (m_1, m_M, m_2) = \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_1^{(i)}, \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_M^{(i)}, \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_2^{(i)} \right) = \left( \frac{139}{5}, \frac{202}{5}, \frac{307}{5} \right)$$

**PROMEDIO DIFUSO:**  $A_{ave} = (m_1, m_M, m_2) = (28, 40, 61)$

## PARROQUIA RUMIPAMBA

40412	Ñaquito Alto I	<b>L</b> =	(	108	,	118	,	139	)
40423	Urb. El Bosque II	<b>M</b> =	(	266	,	300	,	344	)

$$A_{ave} = (m_1, m_M, m_2) = \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_1^{(i)}, \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_M^{(i)}, \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_2^{(i)} \right) = \left( \frac{374}{2}, \frac{418}{2}, \frac{483}{2} \right)$$

**PROMEDIO DIFUSO:**  $A_{ave} = (m_1, m_M, m_2) = (187, 209, 241)$

## PARROQUIA PUENGASI

30112	San Juanito	<b>N</b> =	(	68	,	74	,	81	)
30110	Patrimonio Familiar	<b>O</b> =	(	43	,	56	,	68	)

$$A_{ave} = (m_1, m_M, m_2) = \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_1^{(i)}, \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_M^{(i)}, \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_2^{(i)} \right) = \left( \frac{111}{2}, \frac{130}{2}, \frac{149}{2} \right)$$

**PROMEDIO DIFUSO:**  $A_{ave} = (m_1, m_M, m_2) = (56, 65, 74)$

## PARROQUIA LA CONCEPCIÓN

40721	Andalucía Baja	<b>P</b> =	(	87	,	104	,	120	)
40703	Eje Av. Emperador Carlos V	<b>Q</b> =	(	80	,	100	,	121	)
40708	El Pinar Bajo	<b>R</b> =	(	106	,	112	,	118	)

$$A_{ave} = (m_1, m_M, m_2) = \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_1^{(i)}, \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_M^{(i)}, \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_2^{(i)} \right) = \left( \frac{273}{3}, \frac{316}{3}, \frac{359}{3} \right)$$

**PROMEDIO DIFUSO:**  $A_{ave} = (m_1, m_M, m_2) = (91, 105, 120)$

## PARROQUIA SAN JUAN

30526	Cdla. América	<b>S</b> =	(	40	,	60	,	80	)
30529	Cdla. Larrea	<b>T</b> =	(	50	,	60	,	65	)
30507	Miraflores Medio	<b>U</b> =	(	20	,	25	,	30	)
30511	EL Rocío - 4 Estacas	<b>V</b> =	(	23	,	40	,	60	)

$$A_{ave} = (m_1, m_M, m_2) = \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_1^{(i)}, \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_M^{(i)}, \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_2^{(i)} \right) = \left( \frac{133}{4}, \frac{185}{4}, \frac{235}{4} \right)$$

**PROMEDIO DIFUSO:**  $A_{ave} = (m_1, m_M, m_2) = (33, 46, 59)$

## PARROQUIA EL CONDADO

50430	Vista Hermosa (Jaime Roldós)	$W =$	(	15,	19,	29)
50431	Jaime Roldós Bajo	$X =$	(	24,	30,	42)
50432	Urb. Consejo Provincial	$Y =$	(	23,	37,	48)
50446	Barrio La Paz	$A' =$	(	13,	15,	21)
50447	Tiwinsa (José Roldós II etapa)	$B' =$	(	13,	17,	18)

$$A_{ave} = (m_1, m_M, m_2) = \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_1^{(i)}, \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_M^{(i)}, \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_2^{(i)} \right) = \left( \frac{88}{5}, \frac{118}{5}, \frac{158}{5} \right)$$

**PROMEDIO DIFUSO:**  $A_{ave} = (m_1, m_M, m_2) = (18, 24, 32)$

## PARROQUIA PONCIANO

50253C	Sector Industrial	$C' =$	(	49,	90,	95)
--------	-------------------	--------	---	-----	-----	-----

## PARROQUIA CARCELEN

50510	Urb. Balcón del Norte II	$D' =$	(	100,	115,	200)
50513	Urb. Uraba	$E' =$	(	67,	73,	79)
50520	Urb. Einstein	$F' =$	(	110,	153,	205)
50527	Conj. Residencial Carcelen	$G' =$	(	40,	55,	75)
50535	Corazón de Jesús II	$H' =$	(	50,	75,	80)
50543	La Josefina	$I' =$	(	37,	38,	39)

$$A_{ave} = (m_1, m_M, m_2) = \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_1^{(i)}, \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_M^{(i)}, \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_2^{(i)} \right) = \left( \frac{404}{6}, \frac{509}{6}, \frac{678}{6} \right)$$

**PROMEDIO DIFUSO:**  $A_{ave} = (m_1, m_M, m_2) = (67, 85, 113)$

## PARROQUIA KENNEDY

40828	La Kennedy	$J' =$	(	130,	140,	150)
40856	Sector Ital Motors - Industria	$K' =$	(	120,	135,	150)

$$A_{ave} = (m_1, m_M, m_2) = \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_1^{(i)}, \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_M^{(i)}, \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_2^{(i)} \right) = \left( \frac{250}{2}, \frac{275}{2}, \frac{300}{2} \right)$$

**PROMEDIO DIFUSO:**  $A_{ave} = (m_1, m_M, m_2) = (125, 138, 150)$

## PARROQUIA COTOCOLLAO

50106	Bellavista Baja	$L' =$	(	56,	64,	103)
50121	Villas Amazonas	$M' =$	(	50,	76,	84)
50122	Multifamiliares Inglaterra	$N' =$	(	50,	66,	82)
50125-A	San José de Jarrín	$O' =$	(	40,	42,	44)
50132	Condominios Los Andes	$P' =$	(	77,	93,	109)
50135-B	Cotocollao	$Q' =$	(	51,	67,	83)

$$A_{ave} = (m_1, m_M, m_2) = \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_1^{(i)}, \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_M^{(i)}, \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_2^{(i)} \right) = \left( \frac{324}{6}, \frac{408}{6}, \frac{505}{6} \right)$$

**PROMEDIO DIFUSO:**  $A_{ave} = (m_1, m_M, m_2) = (54, 68, 84)$

## PARROQUIA SAN ISIDRO

40934	Coop. de Viv. 6 de Julio	$R' =$	(	100,	110,	120)
40937	San Miguel de Amagasi	$S' =$	(	10,	22,	33)
40930	Amagasi del Inca II	$T' =$	(	30,	31,	31)
40940-A	Urb. San Gregorio I	$U' =$	(	117,	118,	120)
40940-B	Urb. San Gregorio II	$V' =$	(	92,	111,	130)
40939	Coop. Nuestra Sra. de la Merced	$W' =$	(	50,	90,	100)
40943	Coop. de Viv. Quintana	$X' =$	(	25,	40,	60)

$$A_{ave} = (m_1, m_M, m_2) = \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_1^{(i)}, \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_M^{(i)}, \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_2^{(i)} \right) = \left( \frac{424}{7}, \frac{522}{7}, \frac{594}{7} \right)$$

**PROMEDIO DIFUSO:**  $A_{ave} = (m_1, m_M, m_2) = (61, 75, 85)$

## PARROQUIA COMITÉ DEL PUEBLO

50313	La Bota	$Y' =$	(	63,	75,	86)
50310	Cristianía (sector residencial)	$A'' =$	(	29,	30,	48)
50321	Urb. FAE (27 de Octubre)	$B'' =$	(	57,	70,	82)

$$A_{ave} = (m_1, m_M, m_2) = \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_1^{(i)}, \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_M^{(i)}, \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_2^{(i)} \right) = \left( \frac{149}{3}, \frac{175}{3}, \frac{216}{3} \right)$$

**PROMEDIO DIFUSO:**  $A_{ave} = (m_1, m_M, m_2) = (50, 58, 72)$

## PARROQUIA IÑAQUITO

40328	El Batán I	$C'' =$	(	100,	120,	140)
40316	Bellavista Alta	$D'' =$	(	85,	115,	125)
40369	Eje Av. Naciones Unidas	$E'' =$	(	450,	580,	650)
40375	Eje Av. de los Shyris tramo I	$F'' =$	(	480,	500,	520)
40376	Eje Av. de los Shyris tramo II	$G'' =$	(	380,	420,	450)
40349	Eje Av. 6 de Diciembre tramo I	$H'' =$	(	300,	310,	360)
40350	Eje Av. 6 de Diciembre tramo II	$I'' =$	(	350,	360,	400)
40348	Eje Av. 6 de Diciembre tramo III	$J'' =$	(	240,	265,	300)
40351	Eje Av. Amazonas tramo I	$K'' =$	(	300,	350,	380)
40352	Eje Av. Amazonas tramo II	$L'' =$	(	450,	480,	500)
40353	Eje Av. Amazonas tramo III	$M'' =$	(	500,	550,	600)

$$A_{ave} = (m_1, m_M, m_2) = \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_1^{(i)}, \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_M^{(i)}, \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_2^{(i)} \right) = \left( \frac{3635}{11}, \frac{4050}{11}, \frac{4425}{11} \right)$$

**PROMEDIO DIFUSO:**  $A_{ave} = (m_1, m_M, m_2) = (330, 368, 402)$

Para cada parroquia investigada obtuvimos el precio promedio difuso por metro cuadrado del suelo urbano, así en la parroquia Quitumbe obtuvimos un promedio difuso que oscila entre 29 y 38 dólares.

La adopción de un valor dentro del rango del promedio difuso tiene el aval que le da el haber sido obtenido mediante un mecanismo técnico sustentado matemáticamente por la lógica difusa.



El valor a utilizar dependerá de la causa para la cual se va utilizar, así podríamos decir que en una expropiación el afectado reclamará el valor mas alto, debiendo entonces, la Municipalidad definir el criterio a tomar, esto es, si afectar lo menos posible al propietario del inmueble, pagar el menor precio a fin de resguardar el presupuesto municipal o tomar valores intermedios.

El promedio difuso nos da el intervalo dentro del cual se enmarcará la negociación.

#### 4.1.3. Promedios Ponderados

Si las medidas  $r_1, \dots, r_n$  tienen diferente importancia expresada por números reales positivos  $\lambda_1, \dots, \lambda_n$  correspondientemente, entonces el concepto de Promedio Ponderado o Media Ponderada es introducido por la fórmula:

$$r_{ave}^w = \frac{\lambda_1 r_1 + \dots + \lambda_n r_n}{\lambda_1 + \dots + \lambda_n} = w_1 r_1 + \dots + w_n r_n = \sum_{i=1}^n w_i r_i \quad (4.3.)$$

Aquí  $w_i$  se denomina a la importancia o peso dado por:

$$0 \leq w_i = \frac{\lambda_i}{\lambda_1 + \dots + \lambda_n} \leq 1, \quad i = 1, \dots, n, \quad w_1 + \dots + w_n = \sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad (4.4.)$$

Los pesos reflejan la importancia relativa o fuerza de las medidas  $r_i$ .

#### 4.1.4. Promedio Ponderado Triangular

Las operaciones aritméticas con números difusos para ser calculadas requieren operaciones computacionales algo complicadas por ello se restringe la generalización del procedimiento a números triangulares para facilitar el cálculo de las operaciones aritméticas.

Entonces, si el número real  $\lambda_i$  representa la importancia de

$A_i = (a_1^{(i)}, a_M^{(i)}, a_2^{(i)})$ ,  $i = 1, \dots, n$ . Reemplazando en (4.2.), (4.3.) y (4.4.) obtenemos el *Promedio Triangular Ponderado (Media)*.

$$\begin{aligned} A_{ave}^w &= \frac{\lambda_1 A_1 + \dots + \lambda_n A_n}{\lambda_1 + \dots + \lambda_n} \\ &= w_1 (a_1^{(1)}, a_M^{(1)}, a_2^{(1)}) + \dots + w_n (a_1^{(n)}, a_M^{(n)}, a_2^{(n)}) \\ &= (w_1 a_1^{(1)}, w_1 a_M^{(1)}, w_1 a_2^{(1)}) + \dots + (w_n a_1^{(n)}, w_n a_M^{(n)}, w_n a_2^{(n)}) \\ &= (w_1 a_1^{(1)} + \dots + w_n a_1^{(n)}, w_1 a_M^{(1)} + \dots + w_n a_M^{(n)}, w_1 a_2^{(1)} + \dots + w_n a_2^{(n)}) \end{aligned}$$

Lo cual puede ser escrito así:

$$A_{ave}^w = (m_1^w, m_M^w, m_2^w) = \left( \sum_{i=1}^n w_i a_1^{(i)}, \sum_{i=1}^n w_i a_M^{(i)}, \sum_{i=1}^n w_i a_2^{(i)} \right) \quad (4.5.)$$

En el desarrollo de los precios promedios ponderados triangulares para el metro cuadrado del suelo urbano de Quito, tuvimos que recurrir a la experticia de los técnicos en avalúos y valoración predial, quienes de conformidad con el conocimiento sobre las características socio-económicas del Distrito Metropolitano de Quito y especialmente lo que concierne a la oferta y demanda del suelo urbano y los factores que afectan a la misma, asignaron los pesos  $W_i$  a cada Área de Intervención Valorativa (AIVA); a partir de los

cuales desarrollamos a continuación los precios promedios ponderados triangulares para cada parroquia urbana investigada.

$$A_{ave}^w = (m_1^w, m_M^w, m_2^w) = \left( \sum_{i=1}^n w_i a_1^{(i)}, \sum_{i=1}^n w_i a_M^{(i)}, \sum_{i=1}^n w_i a_2^{(i)} \right)$$

	NUMERO TRIANGULAR	PESOS $w_i$	$w_i * A_i$ $\lambda_i A_i$
$\Sigma =$	$A =$ ( 23 , 24 , 27 )	0.30	( 6.90 , 7.20 , 8.10 )
	$B =$ ( 20 , 22 , 42 )	0.40	( 8.00 , 8.80 , 16.80 )
	$C =$ ( 44 , 45 , 45 )	<u>0.30</u>	( <u>13.20</u> , <u>13.50</u> , <u>13.50</u> )
		1.00	$A_{ave}^w =$ ( 28.10 , 29.50 , 38.40 )
$\Sigma =$	$D =$ ( 35 , 46 , 64 )	0.25	( 8.75 , 11.50 , 16.03 )
	$E =$ ( 110 , 180 , 478 )	0.25	( 27.57 , 45.00 , 119.47 )
	$F =$ ( 63 , 74 , 86 )	<u>0.50</u>	( <u>31.34</u> , <u>37.11</u> , <u>42.87</u> )
		1.00	$A_{ave}^w =$ ( 67.65 , 93.61 , 178.37 )
$\Sigma =$	$G =$ ( 30 , 60 , 70 )	0.20	( 6.00 , 12.00 , 14.00 )
	$H =$ ( 26 , 40 , 54 )	0.20	( 5.20 , 7.98 , 10.77 )
	$I =$ ( 18 , 24 , 38 )	0.20	( 3.60 , 4.80 , 7.63 )
	$J =$ ( 35 , 38 , 75 )	0.20	( 7.00 , 7.50 , 15.00 )
	$K =$ ( 30 , 50 , 70 )	<u>0.20</u>	( <u>6.09</u> , <u>10.04</u> , <u>14.00</u> )
		1.00	$A_{ave}^w =$ ( 27.89 , 42.33 , 61.40 )
$\Sigma =$	$L =$ ( 108 , 118 , 139 )	0.50	( 53.84 , 59.20 , 69.29 )
	$M =$ ( 266 , 300 , 344 )	<u>0.50</u>	( <u>133.16</u> , <u>150.00</u> , <u>172.03</u> )
		1.00	$A_{ave}^w =$ ( 187.00 , 209.20 , 241.32 )
$\Sigma =$	$N =$ ( 68 , 74 , 81 )	0.50	( 34.00 , 37.24 , 40.48 )
	$O =$ ( 43 , 56 , 68 )	<u>0.50</u>	( <u>21.67</u> , <u>27.76</u> , <u>33.85</u> )
		1.00	$A_{ave}^w =$ ( 55.67 , 64.99 , 74.32 )
$\Sigma =$	$P =$ ( 87 , 104 , 120 )	0.35	( 30.37 , 36.26 , 42.15 )
	$Q =$ ( 80 , 100 , 121 )	0.35	( 28.00 , 35.13 , 42.27 )
	$R =$ ( 106 , 112 , 118 )	<u>0.30</u>	( <u>31.80</u> , <u>33.56</u> , <u>35.31</u> )
		1.00	$A_{ave}^w =$ ( 90.17 , 104.95 , 119.73 )
$\Sigma =$	$S =$ ( 40 , 60 , 80 )	0.30	( 12.00 , 18.00 , 24.00 )
	$T =$ ( 50 , 60 , 65 )	0.20	( 10.00 , 12.00 , 13.00 )
	$U =$ ( 20 , 25 , 30 )	0.20	( 4.00 , 5.00 , 6.00 )
	$V =$ ( 23 , 40 , 60 )	<u>0.30</u>	( <u>6.90</u> , <u>12.00</u> , <u>18.00</u> )
		1.00	$A_{ave}^w =$ ( 32.90 , 47.00 , 61.00 )
$\Sigma =$	$W =$ ( 15 , 19 , 29 )	0.20	( 3.00 , 3.80 , 5.81 )
	$X =$ ( 24 , 30 , 42 )	0.20	( 4.80 , 6.00 , 8.30 )
	$Y =$ ( 23 , 37 , 48 )	0.20	( 4.60 , 7.40 , 9.60 )
	$A' =$ ( 13 , 15 , 21 )	0.20	( 2.60 , 3.00 , 4.20 )
	$B' =$ ( 13 , 17 , 18 )	<u>0.20</u>	( <u>2.60</u> , <u>3.40</u> , <u>3.60</u> )
		1.00	$A_{ave}^w =$ ( 17.60 , 23.60 , 31.51 )

$C' = ( 49 , 90 , 95 )$	1.00	$A_{ave}^w = ( 49.00 , 90.00 , 95.00 )$
$D' = ( 100 , 115 , 200 )$	0.15	$( 15.00 , 17.25 , 30.00 )$
$E' = ( 67 , 73 , 79 )$	0.20	$( 13.40 , 14.60 , 15.80 )$
$F' = ( 110 , 153 , 205 )$	0.15	$( 16.50 , 22.95 , 30.75 )$
$G' = ( 40 , 55 , 75 )$	0.20	$( 8.00 , 11.00 , 15.00 )$
$H' = ( 50 , 75 , 80 )$	0.15	$( 7.50 , 11.25 , 12.00 )$
$I' = ( 37 , 38 , 39 )$	0.15	$( 5.55 , 5.70 , 5.85 )$
$\Sigma =$	1.00	$A_{ave}^w = ( 65.95 , 82.75 , 109.40 )$
$J' = ( 130 , 140 , 150 )$	0.50	$( 65.00 , 70.00 , 75.00 )$
$K' = ( 120 , 135 , 150 )$	0.50	$( 60.00 , 67.50 , 75.00 )$
$\Sigma =$	1.00	$A_{ave}^w = ( 125.00 , 137.50 , 150.00 )$
$L' = ( 56 , 64 , 103 )$	0.15	$( 8.40 , 9.60 , 15.45 )$
$M' = ( 50 , 76 , 84 )$	0.20	$( 10.00 , 15.20 , 16.80 )$
$N' = ( 50 , 66 , 82 )$	0.20	$( 10.00 , 13.20 , 16.40 )$
$O' = ( 40 , 42 , 44 )$	0.10	$( 4.00 , 4.20 , 4.40 )$
$P' = ( 77 , 93 , 109 )$	0.15	$( 11.55 , 13.95 , 16.35 )$
$Q' = ( 51 , 67 , 83 )$	0.20	$( 10.20 , 13.40 , 16.60 )$
$\Sigma =$	1.00	$A_{ave}^w = ( 54.15 , 69.55 , 86.00 )$
$R' = ( 100 , 110 , 120 )$	0.15	$( 15.00 , 16.50 , 18.00 )$
$S' = ( 10 , 22 , 33 )$	0.15	$( 1.50 , 3.30 , 4.95 )$
$T' = ( 30 , 31 , 31 )$	0.15	$( 4.50 , 4.65 , 4.65 )$
$U' = ( 117 , 118 , 120 )$	0.15	$( 17.55 , 17.70 , 18.00 )$
$V' = ( 92 , 111 , 130 )$	0.15	$( 13.80 , 16.65 , 19.50 )$
$W' = ( 50 , 90 , 100 )$	0.15	$( 7.50 , 13.50 , 15.00 )$
$X' = ( 25 , 40 , 60 )$	0.10	$( 2.50 , 4.00 , 6.00 )$
$\Sigma =$	1.00	$A_{ave}^w = ( 62.35 , 76.30 , 86.10 )$
$Y' = ( 63 , 75 , 86 )$	0.40	$( 25.20 , 30.00 , 34.40 )$
$A'' = ( 29 , 30 , 48 )$	0.20	$( 5.80 , 6.00 , 9.60 )$
$B'' = ( 57 , 70 , 82 )$	0.40	$( 22.80 , 28.00 , 32.80 )$
$\Sigma =$	1.00	$A_{ave}^w = ( 53.80 , 64.00 , 76.80 )$
$C'' = ( 100 , 120 , 140 )$	0.05	$( 5.00 , 6.00 , 7.00 )$
$D'' = ( 85 , 115 , 125 )$	0.05	$( 4.25 , 5.75 , 6.25 )$
$E'' = ( 450 , 580 , 650 )$	0.15	$( 67.50 , 87.00 , 97.50 )$
$F'' = ( 480 , 500 , 520 )$	0.10	$( 48.00 , 50.00 , 52.00 )$
$G'' = ( 380 , 420 , 450 )$	0.10	$( 38.00 , 42.00 , 45.00 )$
$H'' = ( 300 , 310 , 360 )$	0.10	$( 30.00 , 31.00 , 36.00 )$
$I'' = ( 350 , 360 , 400 )$	0.10	$( 35.00 , 36.00 , 40.00 )$
$J'' = ( 240 , 265 , 300 )$	0.05	$( 12.00 , 13.25 , 15.00 )$
$K'' = ( 300 , 350 , 380 )$	0.05	$( 15.00 , 17.50 , 19.00 )$
$L'' = ( 450 , 480 , 500 )$	0.10	$( 45.00 , 48.00 , 50.00 )$
$M'' = ( 500 , 550 , 600 )$	0.15	$( 75.00 , 82.50 , 90.00 )$
$\Sigma =$	1.00	$A_{ave}^w = ( 374.75 , 419.00 , 457.75 )$

#### 4.1.5. Desdifusificación del promedio difuso

La agregación definida por un número promedio triangular difuso (promedio

difuso) muchas veces tiene que ser expresada por un número clásico, el cual debe ser el mejor representante del promedio correspondiente. Esta operación se llama desdifusificación.

Primero consideramos la desdifusificación de  $A_{ave} = (m_1, m_M, m_2)$  en la fórmula (4.2.). Es posible seleccionar valores  $m_M$  en el intervalo  $[m_1, m_2]$  de  $A_{ave}$ ;  $m_M$  es el grado más alto de membresía en  $A_{ave}$ . En otras palabras,  $A_{ave}$  alcanza el máximo en:

$$x_{\max} = m_M \quad (4.6.)$$

Al cual llamamos *valor maximizado*.

Cuando  $m_M$  tiene un número muy alto de membresía en  $A_{ave}$  o cuando es el punto medio de  $m_1$  y  $m_2$ , entonces el precio maximizado, denotado por

$x_{\max}$  es igual a  $m_M$ .

Cuando esto no sucede, la operación para desdifusificar

$A_{ave} = (m_1, m_M, m_2)$  esencialmente la fórmula del promedio estadístico:

$$\begin{aligned} (1) \quad x_{\max}^{(1)} &= \frac{m_1 + m_M + m_2}{3}, \\ (2) \quad x_{\max}^{(2)} &= \frac{m_1 + 2m_M + m_2}{4}, \\ (3) \quad x_{\max}^{(3)} &= \frac{m_1 + 4m_M + m_2}{6}, \end{aligned} \quad (4.7.)$$

Generalizando, tenemos la siguiente fórmula de desdifusificación:

$$X_{\max}^{n-2} = \frac{m_1 + (n-2)m_M + m_2}{n} \quad n > 2 \quad (4.8.)$$

Contrario a la fórmula (4.6.) los valores de (4.7.) y (4.8.) toman en consideración la contribución de  $m_1$  y  $m_2$  pero dan diferente peso a  $m_M$ .

Si un número triangular  $A_{ave}$  es cercano a un número triangular central (ver Figura No. 2.11.) significa que  $m_M$  está casi en la mitad de  $[m_1, m_2]$ , entonces (4.6) da un buen valor clásico  $x_{\max} = m_M$ . Entonces las tres fórmulas de (4.7.) y la fórmula (4.8.) también producen números (valores maximizados) cercanos a  $m_M$  por lo tanto no necesitan ser usadas.

En la tabla No.4.2. mostramos los valores máximos del precio del suelo urbano por metro cuadrado que pueden aplicarse en los procesos expropiatorios, de adjudicación, venta y permutas de los predios de propiedad municipal y/o aquellos particulares afectados por la obra pública, de acuerdo a la parroquia en la que se encuentran ubicados dentro del Distrito Metropolitano de Quito:

Tabla No.4.2. Valores maximizados de los precios del suelo de las parroquias urbanas del Distrito Metropolitano de Quito.

PARROQUIA	PROMEDIO DIFUSO	VALORES MAXIMIZADOS		
	$A_{ave} = (m_1, m_M, m_2)$	$x_{max}^{(1)} = \frac{m_1 + m_M + m_2}{3}$	$x_{max}^{(2)} = \frac{m_1 + 2m_M + m_2}{4}$	$x_{max}^{(3)} = \frac{m_1 + 4m_M + m_2}{6}$
QUITUMBE:	$A_{ave} = ( 29 , 30 , 38 )$	$x_{max}^{(1)} = 32$	$x_{max}^{(2)} = 32$	$x_{max}^{(3)} = 31$
CENTRO HISTÓRICO:	$A_{ave} = ( 69 , 101 , 123 )$	$x_{max}^{(1)} = 98$	$x_{max}^{(2)} = 99$	$x_{max}^{(3)} = 100$
GUAMANÍ:	$A_{ave} = ( 28 , 40 , 61 )$	$x_{max}^{(1)} = 43$	$x_{max}^{(2)} = 42$	$x_{max}^{(3)} = 42$
RUMPAMBA:	$A_{ave} = ( 187 , 209 , 241 )$	$x_{max}^{(1)} = 213$	$x_{max}^{(2)} = 212$	$x_{max}^{(3)} = 211$
PUENGASÍ:	$A_{ave} = ( 56 , 65 , 74 )$	$x_{max}^{(1)} = 65$	$x_{max}^{(2)} = 65$	$x_{max}^{(3)} = 65$
LA CONCEPCIÓN:	$A_{ave} = ( 91 , 105 , 120 )$	$x_{max}^{(1)} = 105$	$x_{max}^{(2)} = 105$	$x_{max}^{(3)} = 105$
SAN JUAN:	$A_{ave} = ( 33 , 46 , 59 )$	$x_{max}^{(1)} = 46$	$x_{max}^{(2)} = 46$	$x_{max}^{(3)} = 46$



EL CONDADO:	$A_{ave} = ( 18 , 24 , 32 )$	$x_{max}^{(1)} = 24$	$x_{max}^{(2)} = 24$	$x_{max}^{(3)} = 24$
PONCIANO:	$A_{ave} = ( 49 , 90 , 95 )$	$x_{max}^{(1)} = 78$	$x_{max}^{(2)} = 81$	$x_{max}^{(3)} = 84$
CARCELÉN:	$A_{ave} = ( 67 , 85 , 113 )$	$x_{max}^{(1)} = 88$	$x_{max}^{(2)} = 88$	$x_{max}^{(3)} = 87$
KENNEDY:	$A_{ave} = ( 125 , 138 , 150 )$	$x_{max}^{(1)} = 138$	$x_{max}^{(2)} = 138$	$x_{max}^{(3)} = 138$
COTOCOLLAO:	$A_{ave} = ( 54 , 68 , 84 )$	$x_{max}^{(1)} = 69$	$x_{max}^{(2)} = 69$	$x_{max}^{(3)} = 68$
SAN ISIDRO:	$A_{ave} = ( 61 , 75 , 85 )$	$x_{max}^{(1)} = 73$	$x_{max}^{(2)} = 74$	$x_{max}^{(3)} = 74$
COMITÉ DEL PUEBLO:	$A_{ave} = ( 50 , 58 , 72 )$	$x_{max}^{(1)} = 60$	$x_{max}^{(2)} = 60$	$x_{max}^{(3)} = 59$
ÍÑAQUITO	$A_{ave} = ( 330 , 368 , 402 )$	$x_{max}^{(1)} = 367$	$x_{max}^{(2)} = 367$	$x_{max}^{(3)} = 368$

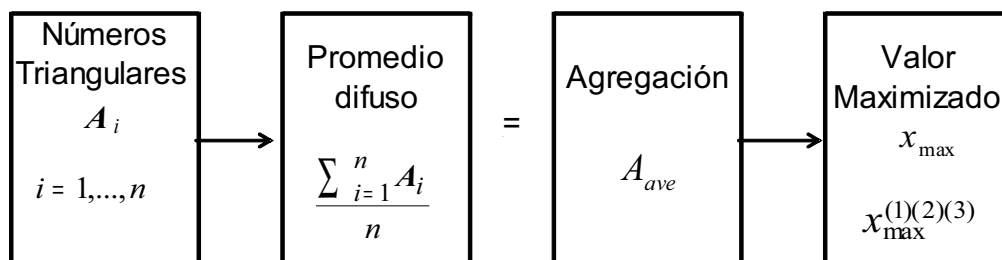
FUENTE: Dirección de Avalúos y Catastros del Municipio del DMQ.

ELABORACIÓN: Cecilia Ramos

Los expertos en valoración deberán usar su juicio profesional cuando seleccionen un precio del suelo maximizado.

La graficación siguiente nos muestra el proceso desarrollado hasta aquí:

Figura No.4.2. Desdifusificación del promedio difuso  $A_{ave} = (m_1, m_2, m_3)$ .



#### 4.2. Distancia entre dos números difusos

Para el efecto observemos las siguientes definiciones:

#### 4.2.1. Distancia a izquierda:

$$d_i(\mathbf{A}, \mathbf{B}) = \int_0^1 |a_1(\alpha) - b_1(\alpha)| d\alpha \quad (4.9.)$$

#### 4.2.2. Distancia a derecha:

$$d_d(\mathbf{A}, \mathbf{B}) = \int_0^1 |a_2(\alpha) - b_2(\alpha)| d\alpha \quad (4.10.)$$

#### 4.2.3. Distancia entre $\mathbf{A}$ y $\mathbf{B}$ :

$$d(\mathbf{A}, \mathbf{B}) = d_i(\mathbf{A}, \mathbf{B}) + d_d(\mathbf{A}, \mathbf{B}) \quad (4.11.)$$

En cada caso  $\mathbf{A} = [a_1(\alpha), a_2(\alpha)]$  y  $\mathbf{B} = [b_1(\alpha), b_2(\alpha)]$ , que es la representación del número difuso por su intervalo,  $\alpha \in [0,1]$ .

Para obtener las distancias en casos similares al que nos ocupa, precios del suelo, las fórmulas (4.9), (4.10) y (4.11) son la forma generalizada para el cálculo de las distancias.

En el caso que nos ocupa, vamos a determinar la distancia desde el precio máximo hacia cada uno de los precios triangulares del suelo urbano de Quito que fueron investigados en el campo. Para el efecto, obtenemos el máximo de  $a_2, b_2, c_2, \dots$

Entonces, si tenemos el número triangular  $\mathbf{A} = (a_1, a_M, a_2)$  y el máximo

$\mathbf{Z} = (z_1, z_M, z_2)$ , en donde  $z_1 = z_M = z_2$ , la definición de la distancia es:

Distancia a Izquierda:

$$d_i(A, Max) = \frac{(z_1 - a_1) + (z_M - a_M)}{2} \quad (4.12)$$

Distancia a Derecha:

$$d_d(A, Max) = \frac{(z_2 - a_2) + (z_M - a_M)}{2} \quad (4.13)$$

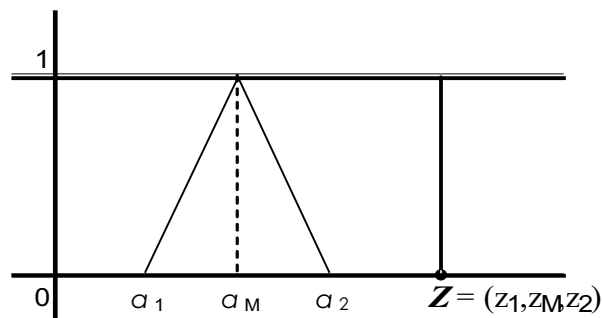
Distancia entre  $A$  y el máximo:

$$d(A, Max) = d_i(A, Max) + d_d(A, Max) \quad (4.14)$$

El cálculo para obtener la distancia se puede abreviar de la siguiente manera:

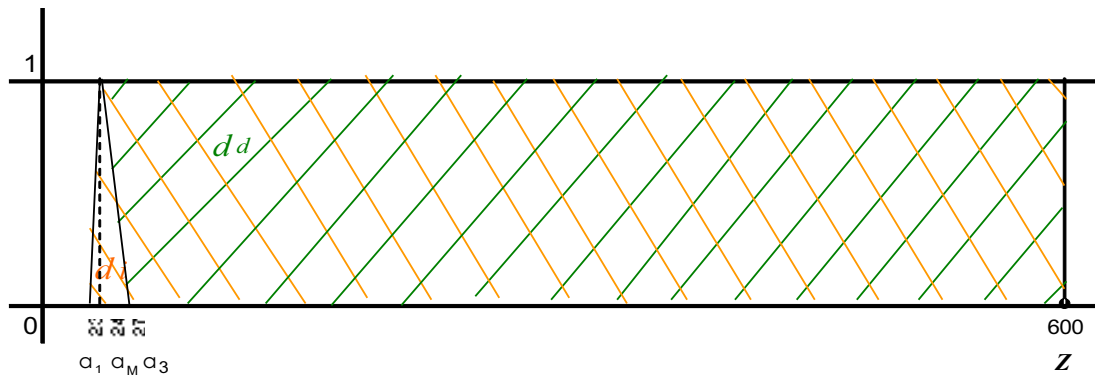
$$\begin{aligned} d &= \frac{(z_1 - a_1) + (z_M - a_M)}{2} + \frac{(z_2 - a_2) + (z_M - a_M)}{2} \\ d &= \frac{z_1 - a_1 + z_M - a_M + z_2 - a_2 + z_M - a_M}{2} \\ d &= \frac{4z - (a_1 + a_2 + 2a_M)}{2} \end{aligned} \quad (4.15)$$

Figura No.4.3. Número triangular y el máximo.



De los precios triangulares en dólares del suelo urbano de las AIVAS investigadas, se encontró la distancia con respecto a su máximo, con los siguientes resultados:

Figura No.4.4. Distancia entre el precio triangular del suelo de Pueblo Unido II y el precio triangular máximo de las AIVAS urbanas de Quito

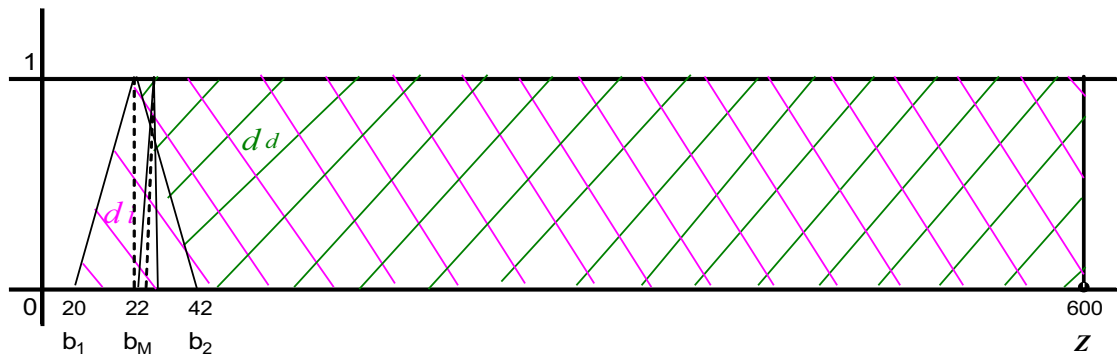


$$d_i(A,Max) = \frac{577 + 576}{2} = 576.5$$

$$d_d(A,Max) = \frac{573 + 576}{2} = 574.5$$

$$d(A,Max) = 576.5 + 574.5 = 1151$$

Figura No.4.5. Distancia entre el precio triangular del suelo de Tambo del Inca y el precio triangular máximo de las AIVAS urbanas de Quito.

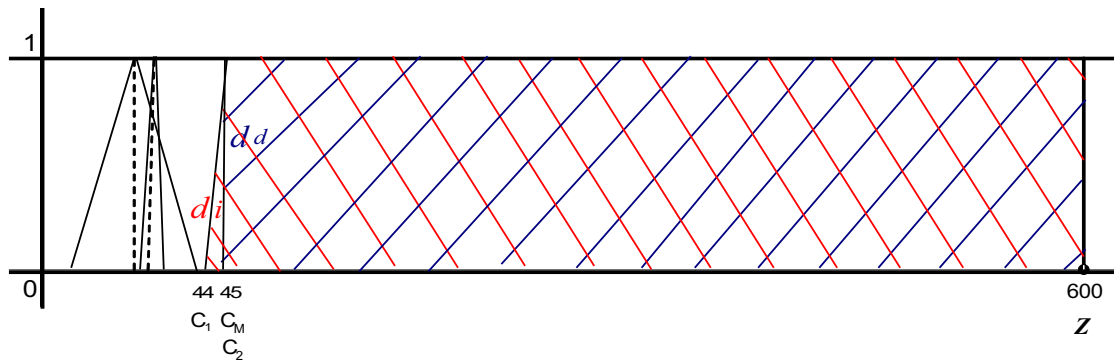


$$d_i(B,Max) = \frac{580 + 578}{2} = 579$$

$$d_d(B,Max) = \frac{558 + 578}{2} = 568$$

$$d(B,Max) = 579 + 568 = 1147$$

Figura No.4.6. Distancia entre el precio triangular del suelo de San Martín de Porres y el precio triangular máximo de las AIVAS urbanas de Quito.



$$d_i(C,Max) = \frac{556 + 555}{2} = 555.5$$

$$d_d(C,Max) = \frac{555 + 555}{2} = 555.0$$

$$d(C,Max) = 555.5 + 555.0 = 1110.5$$

La tabla que se presenta a continuación muestra las distancias de todos y cada uno de los precios triangulares, que fueron obtenidos para cada AIVA investigada, con respecto al máximo:

Tabla No.4.3. Distancias de los precios del suelo urbano de Quito al máximo.

Número Triangular	Distancia hacia el máximo $d$	Número Triangular	Distancia hacia el máximo $d$	Número Triangular	Distancia hacia el máximo $d$	Número Triangular	Distancia hacia el máximo $d$	Número Triangular	Distancia hacia el máximo $d$	Número Triangular	Distancia hacia el máximo $d$
A	1151	L	958.5	W	1159	I'	1124	T'	1138.5	F''	200
B	1147	M	595	X	1137	J'	920	U'	963.5	G''	365
C	1110.5	N	1051.5	Y	1127.5	K'	930	V'	978	H''	560
D	1104.5	O	1088.5	A'	1168	L'	1056.5	W'	1035	I''	465
E	855	P	992.5	B'	1167.5	M'	1057	X'	1117.5	J''	665
F	1051.5	Q	999.5	C'	1038	N'	1068	Y'	1050.5	K''	510
G	1090	R	976	D'	935	O'	1116	A''	1131.5	L''	245
H	1130	S	1080	E'	1054	P'	1014	B''	1060.5	M''	100
I	1148	T	1082.5	F'	889.5	Q'	1066	C''	960		
J	1107	U	1150	G'	1087.5	R'	980	D''	980		
K	1100	V	1118.5	H'	1060	S'	1156.5	E''	70		

ELABORACIÓN: Cecilia Ramos

### 4.3. Criterio de ordenamiento para números difusos triangulares

Teniendo el número triangular  $A = (a_1, a_M, a_2)$ , se define su representación a la expresión:

$$\bar{a} = \frac{a_1 + 2a_2 + a_3}{4} \quad (4.16.)$$

Esta representación es  $\frac{1}{2}d(O, A)$ . Si  $B = (b_1, b_2, b_3)$ , el criterio afirma que:

$$\frac{a_1 + 2a_2 + a_3}{4} < \frac{b_1 + 2b_2 + b_3}{4} \Rightarrow A < B$$

Cuando dos números difusos triangulares son diferentes pero con la misma representación, se puede utilizar el criterio de ordenar según  $a_2$ .

En nuestro caso, ordenamos de acuerdo a la mayor distancia en forma ascendente:

<b><i>E''</i></b>	<	<b><i>M''</i></b>	<	<b><i>F''</i></b>	<	<b><i>L''</i></b>	<	<b><i>G''</i></b>	<	<b><i>I''</i></b>	<	<b><i>K''</i></b>	<	<b><i>H''</i></b>	<	<b><i>M</i></b>
70	<	100	<	200	<	245	<	365	<	465	<	510	<	650	<	595
<b><i>M</i></b>	<	<b><i>J''</i></b>	<	<b><i>E</i></b>	<	<b><i>F</i></b>	<	<b><i>J'</i></b>	<	<b><i>K'</i></b>	<	<b><i>D'</i></b>	<	<b><i>L</i></b>	<	<b><i>C''</i></b>
595	<	665	<	855	<	889.5	<	920	<	930	<	935	<	958.5	<	960
<b><i>C''</i></b>		<b><i>U'</i></b>	<	<b><i>R</i></b>	<	<b><i>V'</i></b>	<	<b><i>R'</i></b>	<	<b><i>D''</i></b>	<	<b><i>P</i></b>	<	<b><i>Q</i></b>	<	<b><i>P'</i></b>
960	<	963.5	<	976	<	978	<	980	<	980	<	992.5	<	999.5	<	1014
<b><i>P'</i></b>	<	<b><i>W''</i></b>	<	<b><i>C'</i></b>	<	<b><i>Y'</i></b>	<	<b><i>F</i></b>	<	<b><i>N</i></b>	<	<b><i>E'</i></b>	<	<b><i>L'</i></b>	<	<b><i>M'</i></b>
1014	<	1035	<	1038	<	1050.5	<	1051.5	<	1051.5	<	1054	<	1056.5	<	1057
<b><i>M'</i></b>	<	<b><i>H'</i></b>	<	<b><i>B''</i></b>	<	<b><i>Q'</i></b>	<	<b><i>N'</i></b>	<	<b><i>S</i></b>	<	<b><i>T</i></b>	<	<b><i>G'</i></b>	<	<b><i>O</i></b>
1057	<	1060	<	1060.5	<	1066	<	1068	<	1080	<	1082.5	<	1087.5	<	1088.5
<b><i>O</i></b>	<	<b><i>G</i></b>	<	<b><i>K</i></b>	<	<b><i>D</i></b>	<	<b><i>J</i></b>	<	<b><i>C</i></b>	<	<b><i>O'</i></b>	<	<b><i>X'</i></b>	<	<b><i>V</i></b>
1088.5	<	1090	<	1100	<	1104.5	<	1107	<	1110.5	<	1116	<	1117.5	<	1118.5
<b><i>V</i></b>	<	<b><i>I'</i></b>	<	<b><i>Y</i></b>	<	<b><i>H</i></b>	<	<b><i>A''</i></b>	<	<b><i>X</i></b>	<	<b><i>T'</i></b>	<	<b><i>B</i></b>	<	<b><i>I</i></b>
1118.5	<	1124	<	1127.5	<	1130	<	1131.5	<	1137	<	1138.5	<	1147	<	1148
<b><i>I</i></b>	<	<b><i>U</i></b>	<	<b><i>A</i></b>	<	<b><i>S'</i></b>	<	<b><i>W</i></b>	<	<b><i>B'</i></b>	<	<b><i>A'</i></b>				
1148	<	1150	<	1151	<	1156.5	<	1159	<	1167.5	<	1168				

#### 4.4. Mapa de ordenamiento de los precios del suelo urbano de Quito

Al final del documento se encuentra el mapa de las AIVAS urbanas cuyos datos sobre precio del suelo fueron actualizados durante el año 2007 y clasifica a éstos en: bajos, medios bajos, medios, medios altos y altos, de acuerdo a la proximidad de sus distancias.

## **CAPÍTULO 5**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1. CONCLUSIONES**

- 5.1.1. Los promedios difusos del precio del suelo por parroquia tienen una amplitud grande y variada.
- 5.1.2. Generación de grandes brechas económicas de precios del suelo en áreas de intervención valorativas colindantes, pues éstas pueden diferir sus precios hasta en dos veces su valor.
- 5.1.3. Los precios del suelo no necesariamente representan el nivel económico de los habitantes del sector objeto de intervención, es así que los precios más altos corresponden a áreas de desarrollo comercial, bancario y de negocios aunque los estratos sociales altos no residan en estos lugares.
- 5.1.4. La estratificación de precios del suelo, clasificados como bajo, medio bajo y medio tienen un alejamiento de una clase hacia la inmediata leve y ascendente, pero la clase de precios medio alta experimenta la ascensión de sus valores en forma exponencial con respecto a clase inmediata anterior, lo que propicia una gran brecha con los grupos altos.
- 5.1.5. Actualmente, los precios del suelo se generan en base a un interés meramente especulativo (propietarios y corredores de bienes raíces), exentos de un criterio técnico aprovechándose de las circunstancias económico-políticas del momento.



- 5.1.6. La lógica difusa es aplicable a datos extraídos de la oferta y demanda, aún cuando éstos sean escasos, imprecisos y subjetivos, y consecuentemente se acepta a estos datos como procesables.
- 5.1.7. La amplitud de la varianza no es un impedimento para el procesamiento de datos dentro de la lógica difusa, en cambio en la estadística clásica con una varianza muy amplia el procesamiento de datos arroja resultados carentes de confiabilidad.
- 5.1.8. Para los procesos expropiatorios, de adjudicación, permuta o ventas directas la lógica difusa permite tener un juego de valores para negociar la transacción sin perjuicio de los involucrados en la transacción, pues el precio triangular es un rango dentro del cual se puede negociar, ya que cualquier precio pactado dentro de éste pertenece en cierto grado al precio del área de intervención valorativa en donde está ubicado el inmueble. Lo que permite acordar un precio razonado con satisfacción de las partes.
- 5.1.9. Igualmente, para el establecimiento de los avalúos prediales, base para la fijación del impuesto predial, el precio triangular constituye un soporte técnico para la formulación del plano de precios del suelo.
- 5.1.10. El procesamiento de datos en ámbitos de intervención extensos no permite la adopción de un solo valor, pues dentro del mismo coexisten otros ámbitos subordinados (AIVAS) y detentan valores extremadamente disímiles entre ellos, consecuentemente distorsionaría el mercado.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

- 5.2.1. Las Municipalidades, en tanto organismos responsables de la planificación, gobierno y gestión del territorio correspondiente a su

jurisdicción debería asumir la función reguladora y servir de referente para la fijación de los precios de los terrenos afincados en su jurisdicción a fin de mantener una estandarización en el régimen de precios dentro del mercado inmobiliario y consecuentemente evitar la práctica especulativa.

- 5.2.2. Como consecuencia de lo anterior, la Municipalidad deberá mantener un racionamiento y coordinación con los agentes intervinientes en el mercado inmobiliario (agencias de corretaje de bienes raíces, asociaciones de peritos evaluadores, etc.).
- 5.2.3. Por la existencia de una gran variabilidad de los precios en un mismo sector se dificulta visualizar la tendencia y poder procesarlos utilizando la estadística clásica, por lo que se justifica la utilización de la lógica difusa para el tratamiento de datos que no denotan tendencia alguna.
- 5.2.4. Es importante la utilización de la lógica difusa en los procesos expropiatorios ya que viabiliza la aplicación de un precio sustentado técnicamente, acorde con la realidad del mercado y satisfactorio para las partes intervinientes en el proceso, la institución y el propietario afectado.
- 5.2.5. Utilizar el valor obtenido de la desdifusificación en lugar del promedio clásico.
- 5.2.6. La investigación de precios del suelo en las diferentes fuentes, en un ámbito territorial amplio y determinado, debe realizárselo integralmente en un mismo espacio de tiempo para evitar distorsiones que invalidarían cualquier comparación.
- 5.2.7. Mediante la coordinación, las fuentes de información deberán procurar mantener una coherencia en los precios del suelo.

5.2.8. Establecer periodos de investigación con diferentes observadores para obtener varios precios triangulares y poderlos promediar.

## BIBLIOGRAFIA

1. Ross Timothy J. ( 2004). Fuzzy Logic with engineering applications. Second edition. University of New Mexico, USA: John Wiley & Sons, Ltd.
2. Tanaka Kasuo (2004). An Introduction to Fuzzy Logic for Practical Applications.
3. Bojadziev George y María Bojadziev (1999). Fuzzy logic for business, finance, and management. Singapore: World Scientific.
4. Zimmermann H.J. (1991), Fuzzy Set Theory and Its Applications. Segunda edición. Boston/Dordrecht/London: Allied Published Ltd. - Kluwer Academic.
5. Klir G.J., B. Yuan B. (1995). Fuzzy Sets and Fuzzy Logic: Theory and Applications, , Englewood Cliffs. N.J., U.S.A.: Prentice-Hall Inc.
6. Gupta M.M., T. Yamakawa (1988). Fuzzy Logic in Knowledge-Based Systems, Decision and Control. Amsterdam, The Netherlands: North-Holland / Elsevier Science Publishers B.V.
7. Nguyen Hung T.,y E. A.Walker (2002). A first course in fuzzy logic, Tercera edición.
8. Masao Mukaidono (2000), Fuzzy logic for beginners.
9. Mendel Jerry M. (2002), Uncertain Rule-based fuzzy logic systems: Introduction and new directions.
10. Horna Luis (2006). Introducción a la matemática borrosa con Aplicaciones. Quito: EPN
11. Pedrycz W., F. Gomide (1998). An Introduction to Fuzzy Sets: Analysis and Design (Complex Adaptive Systems).
12. Kosko B., S. Isaka (1993). Fuzzy Logic.
13. Borrero Ochoa Oscar A. (2000). Avalúos de inmuebles y garantías. Quito: EPN.
14. Purcell Edwin J. y Dale Varberg (2000). Cálculo diferencial e integral. Sexta

edición.

15. Alves, Dantan Rubens (2002), Ingeniería de Tasaciones una introducción a la metodología científica. Primera edición en castellano.

**ANEXOS**

**ANEXO No.1**  
**TABLA DE VALORES DE LA CONSTRUCCIÓN**

### TABLA DE VALORES DE LA CONSTRUCCION

USO	TIPOLOGIA CONSTRUCTIVA	1-3 PISOS				4-5 PISOS				6-9 PISOS		
		ACABADOS				ACABADOS				ACABADOS		
		LUJO	PRIMERA	SEGUNDA	ECONOMICO	LUJO	PRIMERA	SEGUNDA	ECONOMICO	LUJO	PRIMERA	SEGUNDA
VIVIENDA	H.A	575	437	303	178	632	481	333	196	689	525	363
	METALICO	471	358	248	146	632	481	333	196	689	525	363
	LAD/BLOQ	366	279	193	114	403	307	212	125			
	MADERA											
	ADOB/TAPIAL	314	239	166	96	345	263	183	106			
COMERCIO	H.A	754	612	471	311	830	674	518	343	995	808	621
	METALICO	618	501	386	256	830	674	518	343	995	808	621
	LAD/BLOQ	480	391	300	200	528	430	330	219			
	MADERA											
	ADOB/TAPIAL	412	335	258	169	453	368	284	186			
OFICINAS	H.A	646	525	403	267	711	577	444	294	853	693	532
	METALICO	530	430	331	219	583	473	364	241	699	567	436
	LAD/BLOQ	412	335	257	171	453	368	283	188	544	442	340
	MADERA											
	ADOB/TAPIAL	353	287	221	145	389	315	243	159	466	379	292
INDUSTRIA	NAVES INDUST.	703	535	370	218							
C. COMERCIALES	H.A./METALICO	1142	927	713	472							

1,8

TIPOLOGIA CONSTRUCTIVA	LUJO			PRIMERA			SEGUNDA			ECONOMICC	
	CD	M.C.	VALOR	CD	M.C.	VALOR	CD	M.C.	VALOR	CD	M.C.
H.A	359,10	1,60	575	291,60	1,50	437	224,10	1,35	303	148,29	1,20
METALICO	294,38	1,60	471	238,67	1,50	358	183,70	1,35	248	121,67	1,20
LAD/BLOQ	228,75	1,60	366	186	1,50	279	142,96	1,35	193	95	1,20
MADERA		1,60			1,50			1,35			1,20
ADOB/TAPIAL	196,25	1,60	314	159,33	1,50	239	122,96	1,35	166	80,33	1,20

ALTURA

4-5 PISOS	1,10	10%	632			481			333		
6-9 PISOS	1,20	20%	689			525			363		
MAS DE 9 PISOS	1,30	30%	747			569			393		

TIPOLOGIA CONSTRUCTIVA	LUJO			PRIMERA			SEGUNDA			ECONOMICC	
	CD	M.C.	VALOR	CD	M.C.	VALOR	CD	M.C.	VALOR	CD	M.C.
NAVES INDUST.	439,37	1,60	703	356,66	1,50	535	274,07	1,35	370	181,66	1,20

2,6



**ANEXO No.2**  
**TABLA DE FITTO Y CORVINI**

### TABLAS DE FITTO Y CORVINI

Edad en %	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00
0,00	0,00	0,05	2,50	8,05	18,10	33,20	51,60	g	100,00
1,00	0,50	0,55	3,01	8,55	18,51	33,54	52,84	75,32	100,00
2,00	1,02	1,05	3,51	9,03	18,94	33,89	53,09	75,45	100,00
3,00	1,54	1,57	4,03	9,51	19,37	34,23	53,34	75,58	100,00
4,00	2,08	2,11	4,55	10,00	19,80	34,59	53,59	75,71	100,00
5,00	2,62	2,65	5,08	10,50	20,25	34,95	53,94	75,85	100,00
6,00	3,10	3,21	5,62	11,01	20,70	35,32	54,11	75,99	100,00
7,00	3,74	3,77	6,17	11,53	21,17	35,70	54,38	76,13	100,00
8,00	4,32	4,35	6,73	12,06	21,64	36,09	54,65	76,27	100,00
9,00	4,90	4,93	7,30	12,60	22,12	36,43	54,93	76,41	100,00
10,00	5,50	5,53	7,88	13,15	22,60	36,87	55,21	76,56	100,00
11,00	6,10	6,13	8,47	13,70	23,10	37,27	55,49	76,71	100,00
12,00	6,72	6,75	9,07	14,27	23,61	37,68	55,78	76,86	100,00
13,00	7,34	7,37	9,88	14,84	24,12	38,10	56,08	77,02	100,00
14,00	7,99	8,00	10,30	15,42	24,53	38,52	56,38	77,18	100,00
15,00	8,62	8,65	10,93	16,02	25,16	38,95	56,69	77,34	100,00
16,00	9,29	9,30	11,57	16,62	25,70	39,39	57,00	77,50	100,00
17,00	9,94	9,97	12,22	17,23	26,25	39,84	57,31	77,66	100,00
18,00	10,62	10,64	12,87	17,85	26,80	40,29	57,63	77,83	100,00
19,00	11,30	11,33	13,54	18,48	27,36	40,75	57,96	78,00	100,00
20,00	12,00	12,01	14,22	19,12	27,93	41,22	58,29	78,17	100,00
21,00	12,70	12,73	14,91	19,77	28,51	41,69	58,62	78,35	100,00
22,00	13,42	13,44	15,60	20,42	29,09	42,16	58,96	78,53	100,00
23,00	14,14	14,17	16,31	21,09	29,68	42,85	59,30	78,71	100,00
24,00	14,92	14,90	17,03	21,77	30,28	43,14	59,85	78,89	100,00
25,00	15,62	15,65	17,75	22,45	30,89	43,64	60,00	79,07	100,00
26,00	16,33	16,40	18,49	23,14	31,51	44,14	60,36	79,26	100,00
27,00	17,14	17,17	19,23	23,85	32,14	44,65	60,72	79,45	100,00
28,00	17,92	17,95	19,99	24,56	32,78	45,17	61,09	79,64	100,00
29,00	18,70	18,73	20,75	25,28	33,42	45,69	61,46	79,84	100,00
30,00	19,50	19,52	21,53	26,01	34,07	46,22	61,84	80,04	100,00
31,00	20,30	20,33	22,31	26,75	34,73	46,76	62,22	80,24	100,00
32,00	21,12	21,15	23,11	27,50	35,40	47,31	62,61	80,44	100,00
33,00	21,94	21,97	23,90	28,26	36,07	47,86	63,00	80,64	100,00
34,00	22,78	22,80	24,73	29,03	36,76	48,42	63,40	80,85	100,00
35,00	23,62	23,64	25,55	29,80	37,45	48,98	63,80	81,06	100,00
36,00	24,48	24,50	26,38	30,59	38,15	49,55	64,20	81,27	100,00
37,00	25,34	25,34	27,23	31,38	38,86	50,13	64,61	81,48	100,00
38,00	26,22	26,24	28,08	32,19	39,57	50,71	65,03	81,70	100,00
39,00	27,10	27,12	28,94	33,00	40,30	51,30	65,45	81,92	100,00
40,00	28,00	28,02	29,81	33,82	41,03	51,90	65,87	82,14	100,00
41,00	28,90	28,92	30,70	34,66	41,77	52,51	66,30	82,37	100,00
42,00	29,87	29,84	31,59	35,50	42,52	53,12	66,73	82,60	100,00
43,00	30,74	30,76	32,49	36,35	43,28	53,74	67,17	82,83	100,00
44,00	31,68	31,70	33,40	37,21	44,05	54,36	67,61	83,06	100,00
45,00	32,62	32,64	34,32	38,08	44,82	54,99	68,06	83,29	100,00
46,00	33,58	33,60	35,25	38,95	45,60	55,63	68,51	83,53	100,00


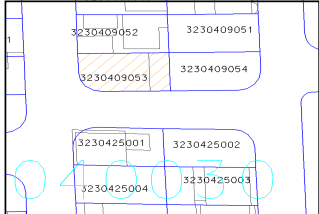
Edad en %	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00
47,00	34,54	34,56	36,19	39,84	46,39	56,23	68,97	83,77	100,00
48,00	35,52	35,54	37,14	40,74	47,19	56,93	69,43	84,01	100,00
49,00	36,50	36,52	38,10	41,64	48,00	57,59	69,90	84,25	100,00
50,00	37,50	37,52	39,07	42,56	48,81	58,25	70,37	84,50	100,00
51,00	38,50	38,52	40,05	43,48	49,63	58,92	70,85	84,75	100,00
52,00	39,52	39,53	41,04	44,41	50,46	59,60	71,33	85,00	100,00
53,00	40,54	40,56	42,04	43,35	51,30	60,28	71,82	85,25	100,00
54,00	41,58	41,59	43,05	46,30	52,15	60,97	72,31	85,51	100,00
55,00	42,62	42,64	44,07	47,26	53,01	61,67	72,80	85,77	100,00
56,00	43,68	43,69	45,10	48,24	53,87	62,39	73,30	86,03	100,00
57,00	44,74	44,76	46,14	49,22	54,74	63,09	73,81	83,29	100,00
58,00	45,82	45,83	47,19	50,20	55,62	63,81	74,32	86,56	100,00
59,00	46,90	46,92	48,25	51,20	56,51	64,53	74,83	86,83	100,00
60,00	48,00	48,01	49,32	52,20	57,41	65,26	75,35	87,10	100,00
61,00	49,10	49,12	50,39	53,22	58,32	66,00	75,87	87,38	100,00
62,00	50,22	50,23	51,47	54,25	59,23	66,75	76,40	87,69	100,00
63,00	51,34	51,36	52,57	55,28	60,15	67,50	76,94	87,94	100,00
64,00	52,48	52,49	53,68	56,32	61,08	68,26	77,48	88,22	100,00
65,00	53,62	53,64	54,80	57,38	62,02	69,02	78,02	88,50	100,00
66,00	54,78	54,79	55,93	58,44	62,96	69,79	78,57	88,79	100,00
67,00	55,94	55,95	57,06	59,51	63,92	70,57	79,12	89,08	100,00
68,00	57,12	57,13	58,20	60,59	64,88	71,36	79,63	89,37	100,00
69,00	58,30	58,31	59,36	61,68	65,05	72,15	80,24	89,66	100,00
70,00	59,50	59,51	60,52	62,78	66,83	72,95	80,80	89,96	100,00
71,00	60,70	60,71	61,70	63,88	67,82	73,75	81,37	90,26	100,00
72,00	61,92	61,93	62,88	65,00	68,81	74,56	81,95	90,56	100,00
73,00	63,14	63,15	64,08	66,13	69,81	75,38	82,53	90,85	100,00
74,00	64,38	64,39	65,28	67,24	70,83	76,21	83,12	91,17	100,00
75,00	65,62	65,63	66,49	68,40	71,85	77,04	83,71	91,47	100,00
76,00	66,88	66,89	67,71	69,56	72,87	77,88	84,30	91,78	100,00
77,00	68,14	68,15	68,95	70,72	73,91	78,72	84,90	92,10	100,00
78,00	69,42	69,43	70,19	71,89	74,95	79,57	85,50	92,42	100,00
79,00	70,70	70,71	71,44	73,07	76,01	80,43	86,11	92,74	100,00
80,00	72,00	73,00	72,71	74,27	77,07	81,30	86,73	93,00	100,00
81,00	73,30	73,31	73,98	75,47	78,14	82,17	87,35	93,38	100,00
82,00	74,62	74,82	75,26	76,07	79,21	83,05	87,97	93,70	100,00
83,00	75,94	75,95	76,56	77,89	80,30	83,93	88,60	94,03	100,00
84,00	77,48	77,28	77,85	79,12	81,39	84,83	89,23	94,36	100,00
85,00	78,62	78,63	79,16	80,35	82,49	85,72	89,87	94,70	100,00
86,00	79,98	79,98	80,48	81,60	83,60	86,63	90,51	95,04	100,00
87,00	81,34	81,35	81,82	82,85	84,72	87,54	91,16	95,38	100,00
88,00	82,72	82,73	83,16	84,12	85,85	88,46	91,81	95,72	100,00
89,00	84,10	84,11	84,51	85,39	86,93	89,38	92,47	96,05	100,00
90,00	85,50	85,50	85,87	86,67	88,12	90,31	93,13	96,40	100,00
91,00	86,90	86,90	87,23	87,96	89,27	91,25	93,79	96,75	100,00
92,00	88,32	88,32	88,61	89,26	90,43	92,20	94,46	97,10	100,00
93,00	89,74	89,74	90,00	90,57	91,57	93,15	95,14	97,45	100,00
94,00	91,18	91,18	91,40	91,89	92,77	94,11	95,82	98,01	100,00
95,00	92,62	92,62	92,81	93,22	93,96	95,07	96,50	98,17	100,00



**ANEXO No.3**  
**EJEMPLO DE DETERMINACIÓN DEL VALOR DEL**  
**TERRENO POR METRO CUADRADO**

**MUNICIPIO DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO**  
**DIRECCION DE AVALUOS Y CATASTROS**  
**UNIDAD DE VALORACION**

**DETERMINACION DEL VALOR DEL TERRENO POR M2**

INFORME A.I.V.A. No 104030 NUEVOS HORIZONTES DEL SUR		
<b>DATOS DE UBICACIÓN</b>		
PARROQUIA	<b>QUITUMBE</b>	
CLAVE CATASTRAL (referencia)		
PROPIETARIO		
TELEFONO		
<b>AVALUO DE LA CONSTRUCCION USADA</b>		
AREA DE TERRENO	200	m <sup>2</sup>
AREA DE CONSTRUCCION	50	m <sup>2</sup>
EDAD DE LA CONSTRUCCION	5	años
TIPOLOGIA CONSTRUCCION	Hormigón Armado	
ACABADOS	Economicos	
ESTADO DE CONSERVACION	1,50	MUY BUENO
VALOR COMO NUEVO (VN)	178,0	
VIDA UTIL (VU)	55,0	años
% EDAD = (E.CO /VU )	9,1	%
VALOR RESIDUAL ( R )	8,0	%
FACTOR FITTO Y CORVINTA	4,93	
VALOR DE CONSTRUCCION USADA (VC=VN*(R+(1-R)*(1-D)))	169,93	USD/m <sup>2</sup>
<b>AVALUO TOTAL</b>		
COSTO NEGOCIABLE (TERRENO+CONSTRUCCION)	20000,00	USD
COSTO (TERRENO+CONSTRUCCION)	20000,00	USD
COSTO TOTAL DE CONSTRUCCION	8496,33	USD
COSTO TOTAL DE TERRENO	11503,67	USD
COSTO/m2 DE TERRENO	57,52	USD
TAMAÑO LOTE TIPO	200,00	m <sup>2</sup>
VALOR CORREGIDO (lote)	57,52	USD/m <sup>2</sup>
VALOR / m2 TERRENO	<b>60</b>	USD/m <sup>2</sup>
OBSERVACION:		
<b>FOTOGRAFIA</b>		
<b>UBICACION</b>		

**ANEXO No.4**  
**MATRIZ VALORATIVA 1**

**MUNICIPIO DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO**  
**DIRECCION METROPOLITANA DE AVALUOS Y CATASTROS**  
**UNIDAD DE VALORACION**

**MATRIZ VALORATIVA 1**

FECHA : 24 ABRIL DEL 2007  
 NOMBRE DE PARROQUIA/SECTOR : GUAMANI  
 CODIGO DE PARROQUIA/SECTOR: 101

No. POLIGONO ANTERIOR	No. POLIGONO ACTUAL	IDENTIFICACION DEL POLIGONO  Nombre del barrio, urbanización, lotización, tramo de eje vial, etc.	REFERENCIA  HOJA CATASTRAL	PARAMETRO 1		PARAMETRO 2								VALOR DE MERCADO (USD)	PUNTAJE 3	PUNTAJE TOTAL O SUMATORIA PARAMETROS	USO DEL SUELO	LOTE TIPO O MODAL			ZONIFICACION		OBSERVACIONES		
				CODIGO	PUNTAJE 1	ZONIFICACION Y CONSTRUCCION		INFRAESTRUCTURA																	
						2	1	SERVICIOS				VIAS													
								AGUA POTABLE	AGUA ENTUBADA	ENERGIA ELECT.	ALCANTARILLADO	TELEFONO	ASFALTO O ADQC.					EMPEDRADO O LASTR.	TIERRA	PUNTAJE 2					
51	51	PLAN QUITUMBE VII	32007	3	40	2	0	3	4	1	0	3	0	13	45.00		53	VIVIENDA	25	23	600	D304-80	300	320	LOTE TIPO NO CUMPLE CON LA PROPORCIÓN.
52	52	LOTIZACIÓN AYMESA	32106	3	40	2	0	3	4	1	5	0	0	15	65.00		55	VIVIENDA	10	20	200	D203-80	200	240	
53	53	INDUSTRIA II	32106	3	40	2	0	3	4	1	0	0	1	11	40.00		51	INDUSTRIA	10	20	200	D203-80	200	240	ZONA SIN FRACCIONAMIENTO, DATOS DE ZONIFICACION
54	54	INSTITUTO SOLIDARIDAD	32106	3	40	2	0	3	4	1	0	3	0	13	45.00		53	EDUCACION	10	20	200	D203-80	200	240	
55	55	FUNDACIÓN ECUADOR SIGLO XXI	32206	5	30	2	0	3	4	1	0	3	0	13	35.00		43	VIVIENDA	12	17	200	D203-80	200	240	
56	56	EMPRESA METROPOLITANA DE TRANSPORTE	31708	3	40	2	0	3	4	1	5	0	0	15	65.00		55	A. VERDE	10	20	200	D203-80	200	240	DATOS DE ZONIFICACION POR EQUIPAMIENTO.
57	57	VIVIENDA MUNICIPAL LAS CUADRAS	31808	3	40	2	0	3	4	1	5	0	0	15	100.00		55	A. VERDE	12	33	400	D408-70	400	560	ZONA SIN FRACCIONAMIENTO, DATOS DE ZONIFICACION
58	58	PLAN QUITUMBE VIII	31907	3	40	2	0	3	4	1	0	3	0	13	70.00		53	VIVIENDA	6	15	100	D304-80	300	320	
59	59	PLAN QUITUMBE IX	31907	2	45	2	0	3	4	1	5	0	0	15	95.00		60	VIVIENDA	15	30	500	D408-70	400	560	
60	60	INDUSTRIA III	31906	2	45	2	0	3	4	1	5	0	0	15	95.00		60	INDUSTRIA	20	40	800	A804 -50	800	240	DATOS DE ZONIFICACION
61	61	PLAYWOOD	32006	4	35	2	0	3	4	1	5	0	0	15	50.00		50	VIVIENDA	12	25	300	D304-80	300	320	
62	62	LOTIZACIÓN 6 DE DICIEMBRE	32006	4	35	2	0	3	4	1	5	0	0	15	45.00		50	VIVIENDA	15	30	450	D304-80	300	320	
63	63	VALLE DEL SUR I ETAPA	32205	4	35	2	0	3	4	1	5	0	0	15	40.00		50	VIVIENDA	10	20	200	D203-80	200	240	
64	64	VALLE DEL SUR II ETAPA	32205	4	35	2	0	3	4	1	0	3	0	13	35.00		48	VIVIENDA	10	20	200	D203-80	200	240	
65	65	PUEBLO UNIDO I	32205	3	30	2	0	3	4	1	0	3	0	13	50.00		43	VIVIENDA	10	20	200	D304-80	300	320	
66	66	PUEBLO UNIDO II	32204	3	30	2	0	3	4	1	0	3	0	13	30.00		43	VIVIENDA	12	25	300	D203-80	200	240	
67	67	SAN MARTIN DE PORRAS	32203	3	30	2	0	3	4	1	0	3	0	13	40.00		43	VIVIENDA	12	30	360	D203-80	200	240	
68	68	TAMBO DEL INCA	32202	4	35	2	0	3	4	1	0	0	1	11	30.00		46	VIVIENDA	12	21	250	D203-80	200	240	
69	69	CHILLOGALLO MONUMENTO SUCRE	31608	2	45	2	0	3	4	1	5	0	0	15	60.00		60	VIVIENDA	10	20	200	D203-80	200	240	DATOS DE ZONIFICACION



**ANEXO No.5**  
**DETERMINACIÓN DEL LOTE TIPO**

## DIRECCION DE AVALUOS Y CATASTROS

## DETERMINACION DEL LOTE TIPO

FECHA: 12/02/2007

NOMBRE DE PARROQUIA/SECTOR : QUITUMBE

CODIGO DE PARROQUIA/SECTOR: 104

CODIGO POLIGONO	NOMBRE DEL POLIGONO	HOJA CATASTRAL (CODIGO BARRIO)	MANZANA	LOTE	FRENTE (m)	FONDO (m)	TAMAÑO (m <sup>2</sup> )	PROPORCIÓN	LOTE TIPO			OBSERVACIONES
									FRENTE TIPO	FONDO TIPO	TAMAÑO TIPO	
53	INDUSTRIA II							d3	10	20	200	Zona sin fraccionamientos para establecer lote tipo. Se manejan datos de zonificación.
54	INSTITUTO SOLIDARIDAD							d3	10	20	200	Zona sin fraccionamientos para establecer lote tipo. Se manejan datos de zonificación.
55	FUNDACIÓN ECUADOR SIGLO XXI	32206	51	3	12	17	200	1.42	12	17	200	
		32206	54	28	12	17	200	1.42				
56	EMPRESA METROPOLITANA DE TRANSPORTE							d3	10	20	200	Se adoptan datos de zonificación por se equipamiento
57	VIVIENDA MUNICIPAL LAS CUADRAS							eq-z1	12	33	400	Zona sin fraccionamientos para establecer lote tipo. Se manejan datos de zonificación.
58	PLAN QUITUMBE VIII	31807	5	9	7	13	94	1.9	6	15	100	d5
		31907	10	41	6	15	100	2.5				
59	PLAN QUITUMBE IX	31907	8	12	15	32	480	2.1	15	30	500	d7
		32007	2	40	15	38	517	2.5				
60	INDUSTRIA III							a13	20	40	800	Zona heterogénea. Se adoptan datos de zonificación.
61	PLYWOOD	32006	13	6	10	22	255	2.2	12	25	300	d5
		32106	5	13	12	22	264	1.8				
62	LOTIZACIÓN 6 DE DICIEMBRE	32006	6	5	17	30	510	1.8	15	30	450	d5
		32106	8	2	15	33	495	2.2				
63	VALLE DEL SUR I ETAPA	32205	21	20	11	19	209	1.7	10	20	200	d3
		32105	32	5	10	20	200	2.0				
64	VALLE DEL SUR II ETAPA	32205	30	2	10	20	200	2.0	10	20	200	d3
		32105	34	13	10	20	200	2.0				
65	PUEBLO UNIDO I	32004	10	3	10	20	200	2.0	10	20	200	d5
		32205	14	13	9	21	189	2.3				
66	PUEBLO UNIDO II	32204	11	4	12	25	300	2.1	12	25	300	d3
		32104	23	2	12	25	300	2.1				
67	SAN MARTIN DE PORRAS	32104	36	14	16	28	452	1.8	12	30	360	d3
		32103	7	64	11	26	286	2.4				
		32103	18	26	15	28	420	1.9				
		32203	17	2	11	30	330	2.7				

Relevador

Fiscalizador

**ANEXO No.6**  
**MEMORIA FOTOGRAFICA DE LAS AREAS**  
**DE INTERVENCIÓN VALORATIVAS DEL AREA URBANA**  
**DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO**



AIVA: 1  
 TREBOLES DEL SUR I  
 TIPOLOGIA DE CONSTRUCCION: SIN  
 TIPOLOGIA CONSTRUCTIVA  
 CLAVE CATASTRAL:

AIVA: 2  
 GIRASOLES  
 TIPOLOGIA DE CONSTRUCCION:  
 HORMIGON ARMADO CON  
 ACABADOS REGULARES  
 CLAVE CATASTRAL: 32507-10-001



AIVA: 3  
 TREBOLES DEL SUR II  
 TIPOLOGIA DE CONSTRUCCION:  
 HORMIGON ARMADO CON  
 ACABADOS REGULARES  
 CLAVE CATASTRAL: 32405-07-001

AIVA: 4  
 CAMPO ALEGRE  
 TIPOLOGIA DE CONSTRUCCION:  
 HORMIGON ARMADO CON  
 ACABADOS MALOS  
 CLAVE CATASTRAL: 32703-06-003



AIVA: 5  
 CAMINOS DEL INCA  
 TIPOLOGIA DE CONSTRUCCION:  
 HORMIGON ARMADO CON  
 ACABADOS MUY BUENOS  
 CLAVE CATASTRAL: 32109-05-001

AIVA: 6  
 NINALLACTA QUITUMBE BEV  
 TIPOLOGIA DE CONSTRUCCION:  
 HORMIGON ARMADO CON  
 ACABADOS BUENOS  
 CLAVE CATASTRAL: 32209-09-001

MUNICIPIO DEL DISTRITO  
 METROPOLITANO DE QUITO



DIRECCION  
 DE AVALÚOS Y CATASTROS  
 UNIDAD DE ESTUDIOS -VALORACION

MEMORIA FOTOGRAFICA DE LAS  
 AREAS DE INTERVENCION  
 VALORATIVA DEL AREA URBANA  
 DEL DISTRITO METROPOLITANO DE  
 QUITO

PARROQUIA :	QUITUMBE
CODIGO :	104
VIGENCIA :	2008 - 2009

APROBO:

**ANEXO No.7**  
**DETERMINACIÓN DEL VALOR DEL TERRENO POR**  
**METRO CUADRADO**

**MUNICIPIO DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO**  
**DIRECCION METROPOLITANA DE AVALUOS Y CATASTROS**  
**UNIDAD DE VALORACION**

**MATRIZ VALORATIVA 2**  
**DETERMINACION DEL VALOR DEL TERRENO POR M2**

FECHA : DICIEMBRE 2006

NOMBRE DE PARROQUIA/SECTOR : GUAMANI

CODIGO: 101

Nº.	CODIGO POLIGONO ACTUAL	CLAVE CATASTRAL	No. PREDIO	USO	AREA		FUENTE DE INFORMACION			DIRECCION	NOMBRE PROPIETARIO	VALOR TOTAL	VALOR DE TERRENO	TOPOGRAF.	UBICACION EN LA MANZANA	TIPO DE VIA	VALOR CONST. NUEVO	AÑO CONST.	TIPOLOGIA CONST.	ESTADO DE LA CONST.	FACTOR DEPRECIAC.	VALOR DE CONST.	OBSERVACIONES
					TERRENO	CONSTRUCCION	SITIO	PRENSA	OTROS														
1	101007	33308-01-001	1238062	VIVIENDA	1380	nc	2614938-2623374				Lauro Enrique Rivadeneira	42000	42000	MINIMA	INTERMEDIA	ADOQUINADA	0	0	0	0	0	0	
2		33308-08-008	546247	VIVIENDA			3400146_2536891																No quiere dar informacion
3	101007	33408-01-001	153370	VIVIENDA	200	nc	3006522-2695475				Hugo Chiguano	14000	14000	MINIMA	INTERMEDIA	ASFALTADA	0	0	0	0	0	0	
4	101051	33408-06-018	628216	VIVIENDA	500	261	2634864				Roberto Verdosoto	144000	95496.34	0	INTERMEDIA	ASFALTADA	240	1999	HORMIGON	REGULAR	24.53	48503.66	
5		33507-02-028		VIVIENDA			3006154																No contesta
6		33508-12-002	605222	VIVIENDA			2420435																No contesta
7		33509-07-007	601180	VIVIENDA			2414790																No contesta
8	101001	33608-06-019	2890474	VIVIENDA	20000	nc	2690474				Omnibras SA	60000	60000	MINIMA	INTERMEDIA	ASFALTADA	0	0	0	0	0	0	El número es de otra propiedad
9		33508-07-014	604837	VIVIENDA			674157_686919																No contesta
10	101003	33508-07-009	604831	VIVIENDA	200	35	2693339				Villamarin Granja Luis	10800	7626.25	MINIMA	INTERMEDIA	PIEDRA	114	2002	MIXTA	INTERMEDIA	21.09	3173.75	No contesta
11		33508-17-033	605616	VIVIENDA			2641579																No contesta
12		33509-08-062	536015	VIVIENDA			2282328-2693612																No contesta
13	101001	33609-03-008	639161	VIVIENDA	210	nc	2691964				Sr. Vega	14000	14000	MINIMA	INTERMEDIA	ASFALTADA	0	0	0	0	0	0	Responde una grabadora
14		33609-03-017	669845	VIVIENDA			3122234																No contesta
15	101003	33508-16-011	605552	VIVIENDA	200	65	3112562				Sr. Yandun	12000	1943.63	MINIMA	INTERMEDIA	ADOQUINADA	178	1995	HORMIGON	REGULAR	14.22	10056.37	
16	101001	33708-01-001	543678	VIVIENDA	300	nc	2690474				Yanez Marcelo	20000	20000	MINIMA	INTERMEDIA	ASFALTADA	0	0	0	0	0	0	
17		33708-05-030	539118	VIVIENDA			2546293																El número es de otra propiedad
18		33508-18-007	160138	VIVIENDA			269340																No contesta
19	101002	33509-15-012	160062	VIVIENDA	260	nc	2547601				Benavides Gualavasi José	14000	14000	MINIMA	INTERMEDIA	TIERRA	0	0	0	0	0	0	No contesta
20	101002	33509-21-013	160229	VIVIENDA	260	180	3006316				Salazar Valarezo Daniela	30000	1674.08	MINIMA	INTERMEDIA	TIERRA	178	2001	HORMIGON	INTERMEDIA	12.6	28325.92	El número es de otra propiedad
21		33509-02-002	166897	VIVIENDA			2841742																No contesta
22		33409-04-003	416373	VIVIENDA			2323451																No contesta
23		33409-04-014	1204766	VIVIENDA			32974629																No contesta
24	101005	33409-03-005	337845	VIVIENDA	320	nc	2677841				Sra. Ojeda	24000	24000	MINIMA	INTERMEDIA	TIERRA	0	0	0	0	0	0	
25	101005	33409-02-005	337836	VIVIENDA	320	nc	2641493				Sr. Molina	12000	12000	MINIMA	INTERMEDIA	TIERRA	0	0	0	0	0	0	
26	101005	33309-07-014	337927	VIVIENDA	200	nc	3033018				Cooperativa Paquisha	7000	7000	MINIMA	INTERMEDIA	TIERRA	0	0	0	0	0	0	
27		33309-18-013	1204918	VIVIENDA			2694949																No contesta
28		33309-18-011	1204913	VIVIENDA			2624402																No contesta
29		33209-10-018	162062	VIVIENDA			32812744																No contesta
30	101006	33209-06-003	435841	VIVIENDA	660		3110466				Sr. Diaz	15000		MINIMA	INTERMEDIA	ADOQUINADA	0	0	0	0	0	0	
31		33209-05-10		VIVIENDA			2694099																No contesta
32	101016	33209-03-001	162707	VIVIENDA	1300		2610830-663522				Sra. Laura de Jurado	25000		MINIMA	INTERMEDIA	ASFALTADA	0	0	0	0	0	0	
33	101009	33209-14-020	162443	VIVIENDA	300		2974684				Luis Campos	20000		MINIMA	INTERMEDIA	ADOQUINADA	0	0	0	0	0	0	
34		33209-10-008	162128	VIVIENDA			2571159-2286174																No contesta
35		33210-18-001	160165	VIVIENDA			2730021-2650764																No contesta
36		33310-05-005	603838	VIVIENDA			2730021-2650764																No contesta
37	101009	33310-24-008	345494	VIVIENDA	250	44	3003155				Luis Yasinchana	8000		MINIMA	INTERMEDIA	PIEDRA	114	1988	MIXTO	REGULAR	36.01	3261	
38		33210-39-008	160996	VIVIENDA			2291487																No contesta
39		33311-38-008	157883	VIVIENDA			32850321																No contesta
40		3311-40-016	157628	VIVIENDA			3003349																No contesta
41		33411-22-007	155870	VIVIENDA			2665976																No contesta
42	101011	33310-29-003	681802	VIVIENDA	225		2730149				Margarita Garcia	14000		MINIMA	INTERMEDIA	ASFALTADA	0	0	0	0	0	0	
43		33209-01-002	575533	VIVIENDA			2955949																No contesta
44	101015	33209-02-003	618458	VIVIENDA	800	60	2640458				Sr. Urgiles	48000		MINIMA	INTERMEDIA	ADOQUINADA	178	2001	HORMIGON	INTERMEDIA	12.6	9441.97	No contesta

TIPOLOGIAS DE LA CONSTRUCTIVA		
Hormigón armado	Bloque/ladrillo	Adobe/tapijal
Mxto:		Madera
Metálico		Otros

ACABADOS	
Lujo	Segunda
Primera	Económicos

CONDICION DE LA CONSTRUCCION	
Optima	Regular
Muy Buena	Deficiente
Buena	Mala
Intermedia	Muy Mala
	Sin valor








**ANEXO No.8**  
**MATRIZ DE CALCULOS PARA DETERMINACIÓN DEL**  
**VALOR DEL TERRENO**

**MUNICIPIO DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO**  
**DIRECCION DE AVALUOS Y CATASTROS**  
**UNIDAD DE VALORACION**


**DETERMINACION DEL VALOR DEL TERRENO POR M2**

INFORME A.I.V.A. No 101003 (LA FLORENCIA)		
<b>DATOS DE UBICACIÓN</b>		
PARROQUIA	<b>GUAMANI</b>	
CLAVE CATASTRAL	33508-07-009	
No DE PREDIO	604829	
PROPIETARIO	Villamarin granja Luis	
TELEFONO	2693339	
<b>AVALUO DE LA CONSTRUCCION USADA</b>		
AREA DE TERRENO	200	m <sup>2</sup>
AREA DE CONSTRUCCION (A.CO)	35	m <sup>2</sup>
EDAD DE LA CONSTRUCCION (E.CO)	9	años
TIPOLOGIA CONSTRUCTIVA	Mixta	
ACABADOS	Economicos	
ESTADO DE CONSERVACION	2.50	Intermedio
VALOR COMO NUEVO (VN)	114.0	
VIDA UTIL (VU)	40.0	años
% EDAD = (E.CO / VU )	22.5	%
VALOR RESIDUAL ( R )	3.0	%
FACTOR FITTO Y CORVINI (D)	21.09	
VALOR DE CONSTRUCCION USADA VC=VN*[R+(1-R)(1-D)]	90.68	USD/m <sup>2</sup>
<b>AVALUO TOTAL</b>		
COSTO NEGOCIABLE (TERRENO+CONSTRUCCION)	12000.00	USD
COSTO (TERRENO+CONSTRUCCION) x 0.9	10800.00	USD
COSTO TOTAL DE CONSTRUCCION	3173.75	USD
COSTO TOTAL DE TERRENO	7626.25	USD
COSTO/m2 DE TERRENO	38.13	USD
TAMAÑO LOTE TIPO	200.00	m <sup>2</sup>
VALOR CORREGIDO (lote tipo)	38.13	USD/m <sup>2</sup>
VALOR / m2 TERRENO	<b>40</b>	USD/m <sup>2</sup>
OBSERVACION:		

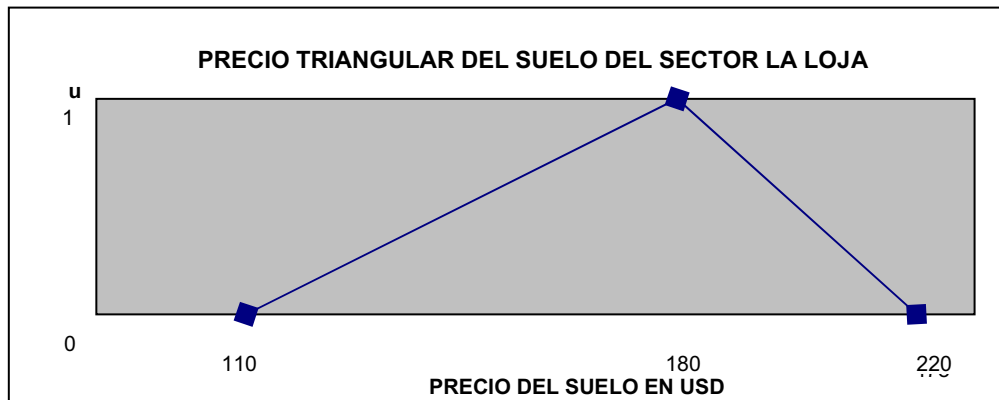
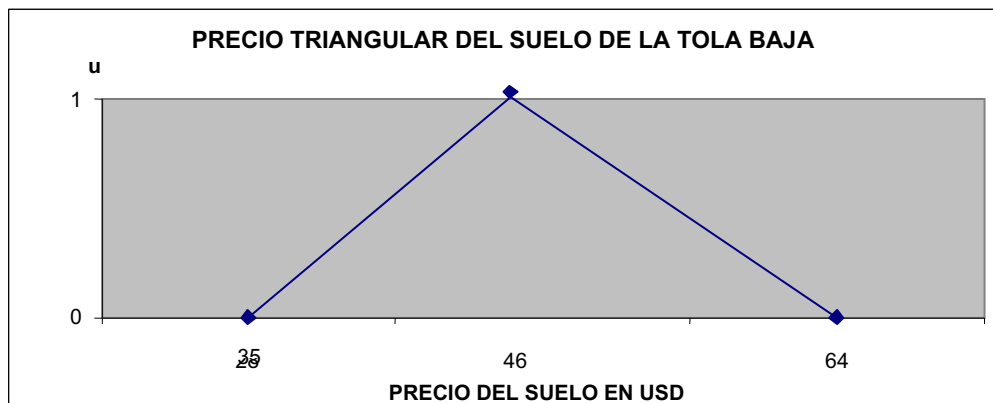
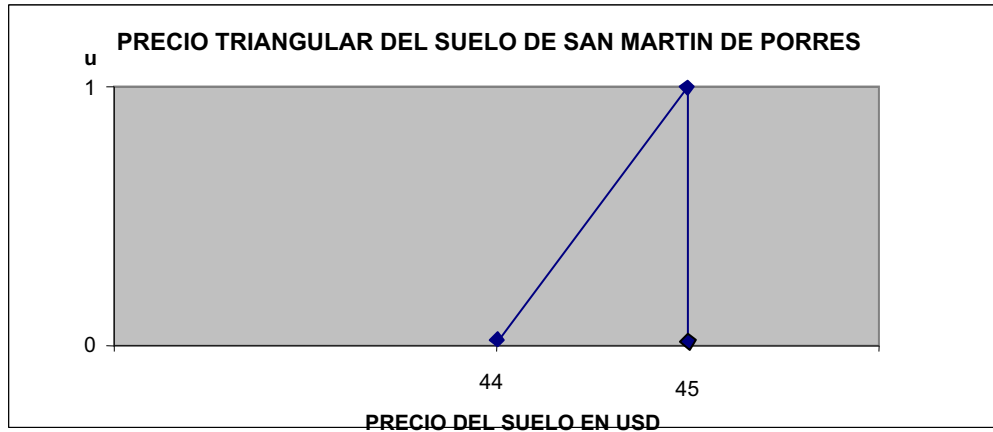
FOTOGRAFIA

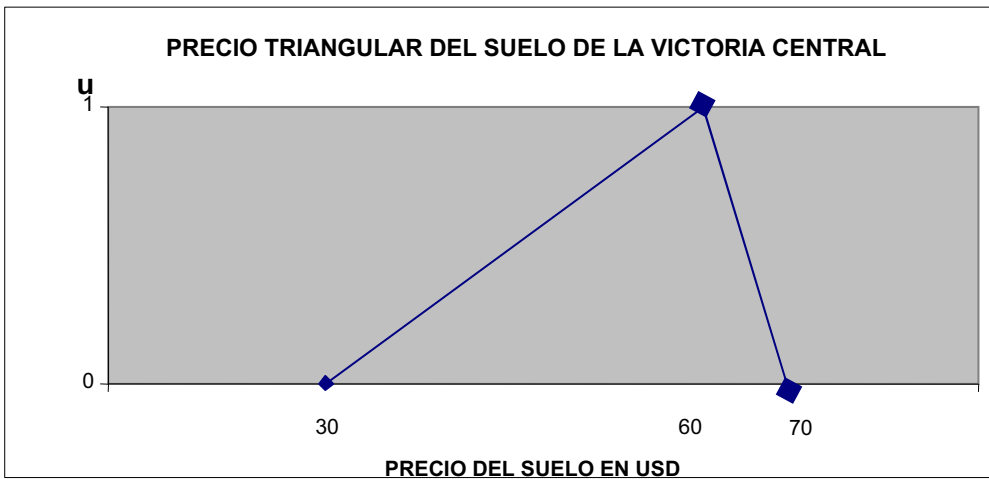
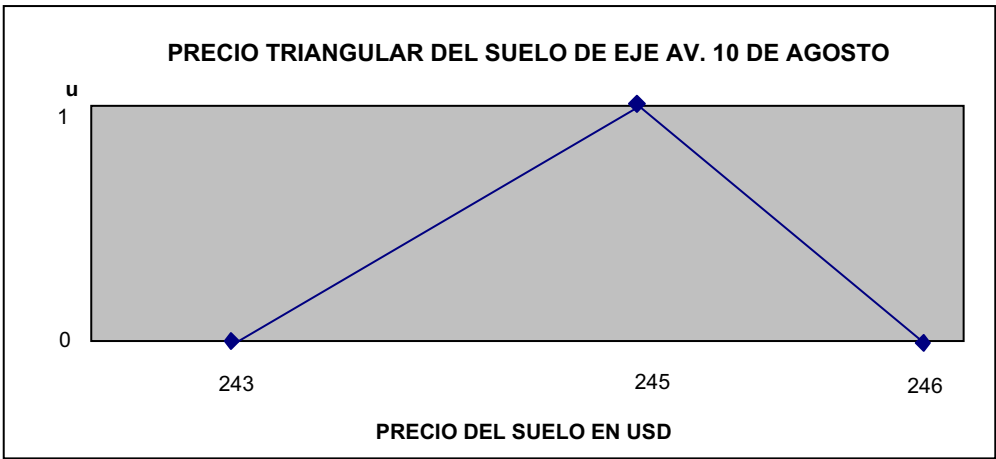
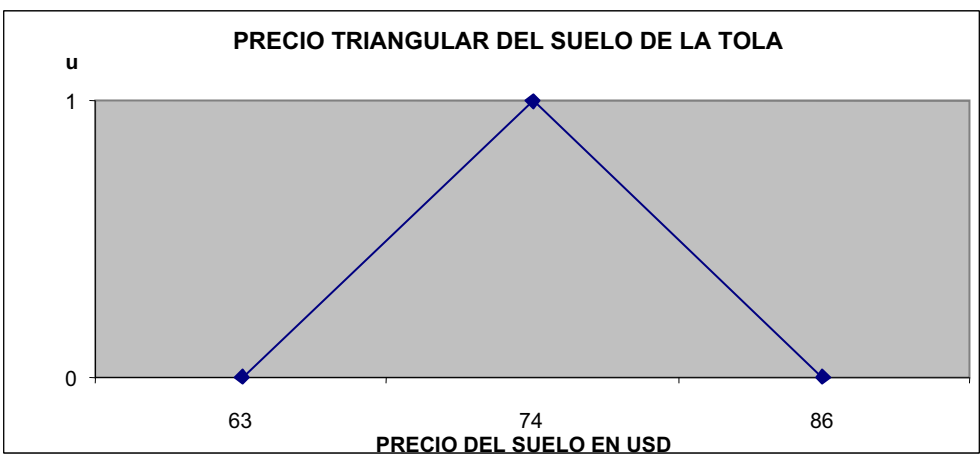


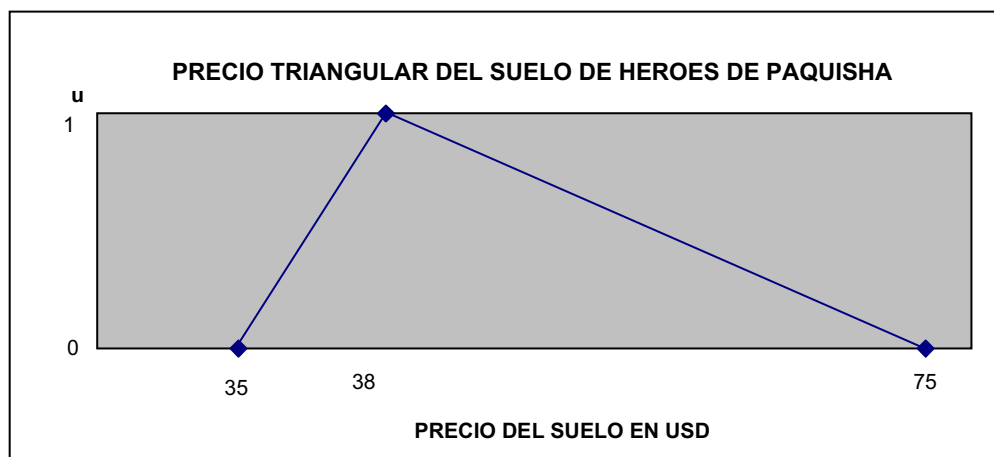
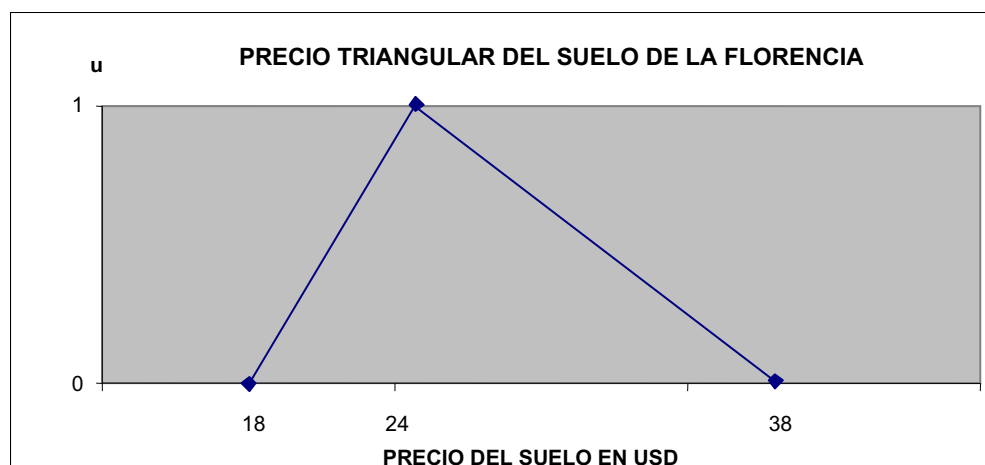
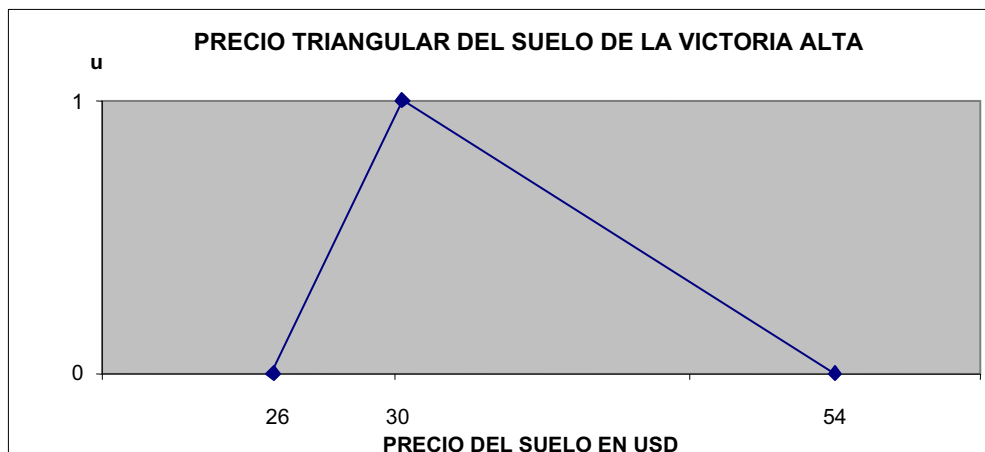
UBICACIÓN

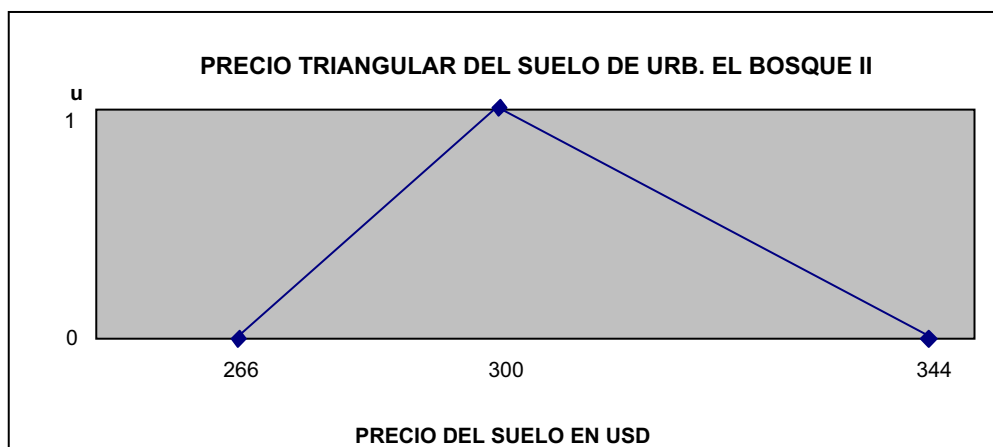
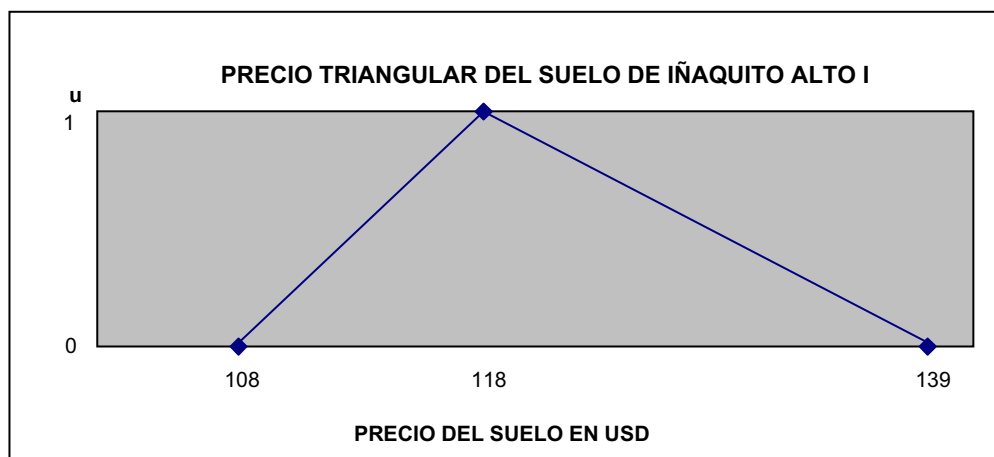
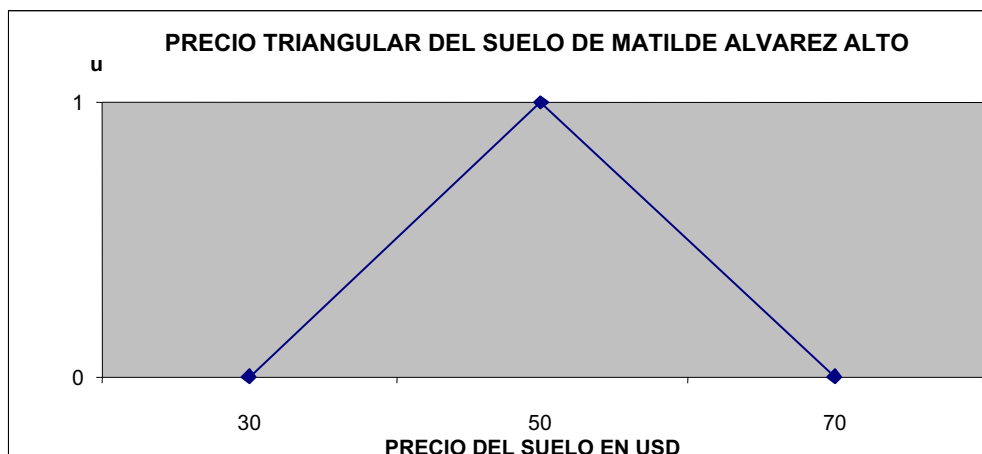


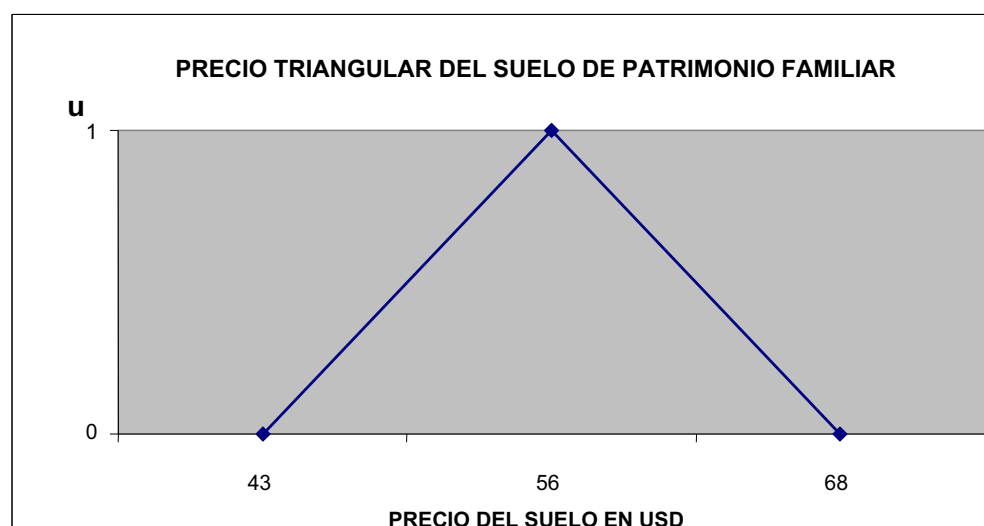
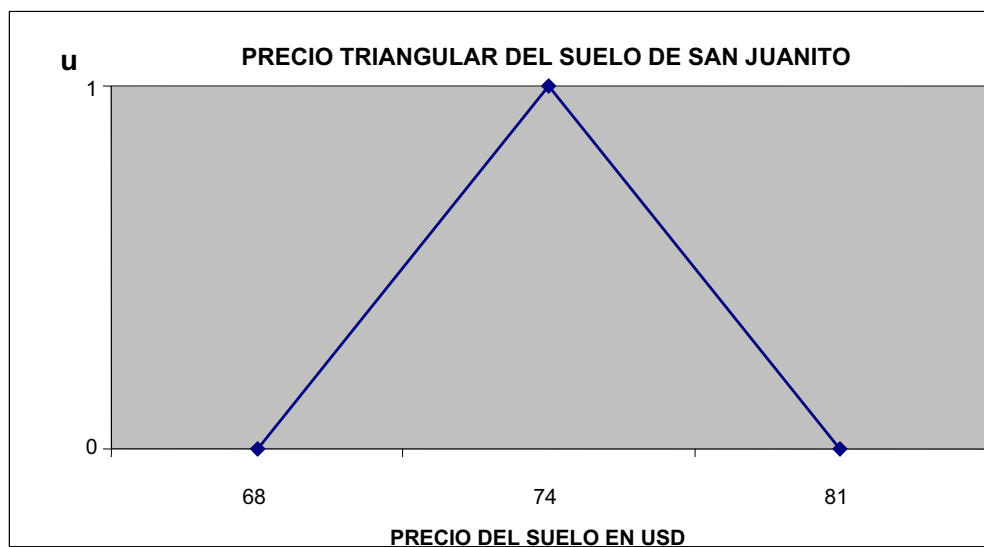
**ANEXO No.9**  
**GRAFICOS DE LOS PRECIOS TRIANGULARES DEL**  
**SUELO DE AREAS DE INTERVENCIÓN VALORATIVA**  
**URBANAS DE QUITO**



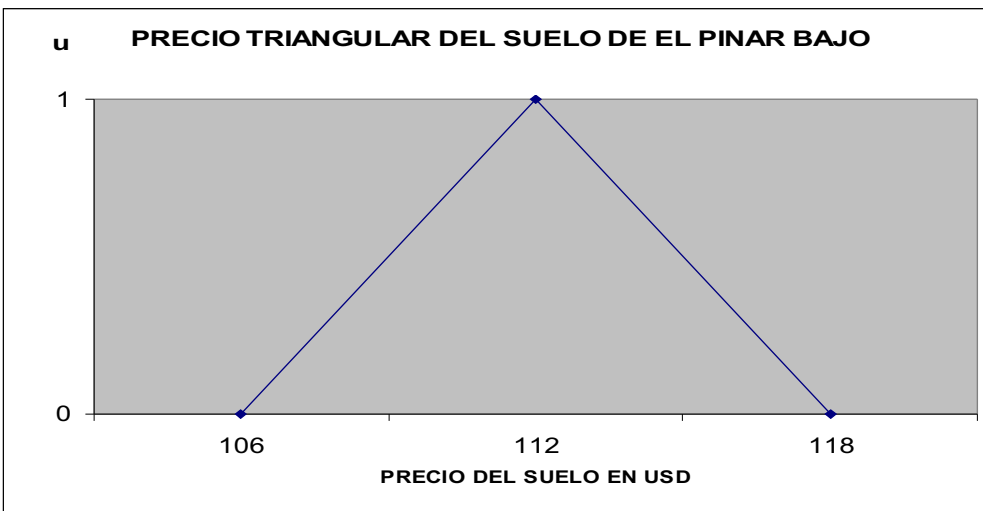
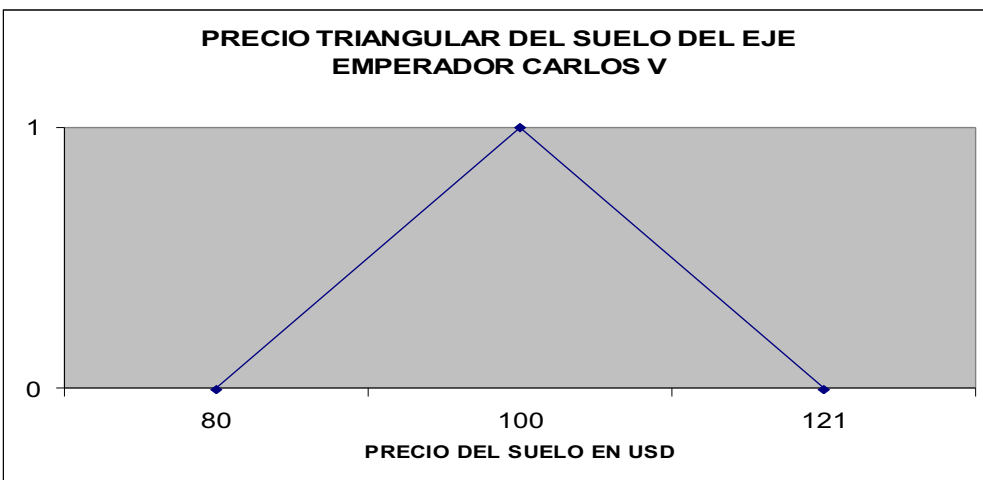
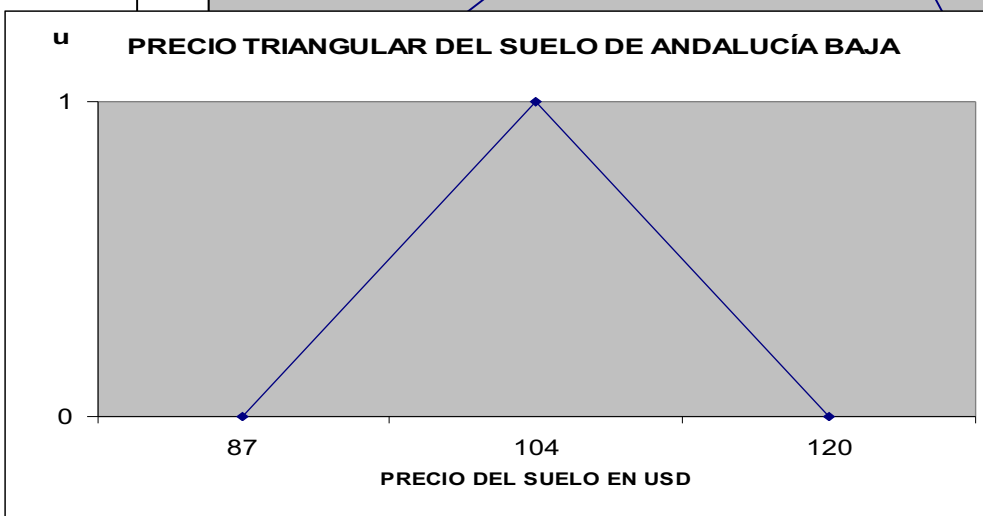
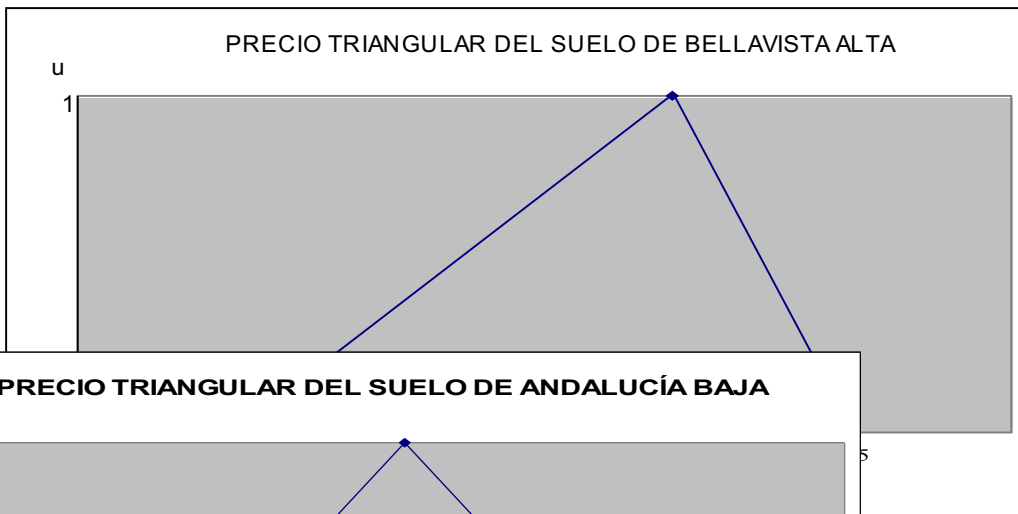


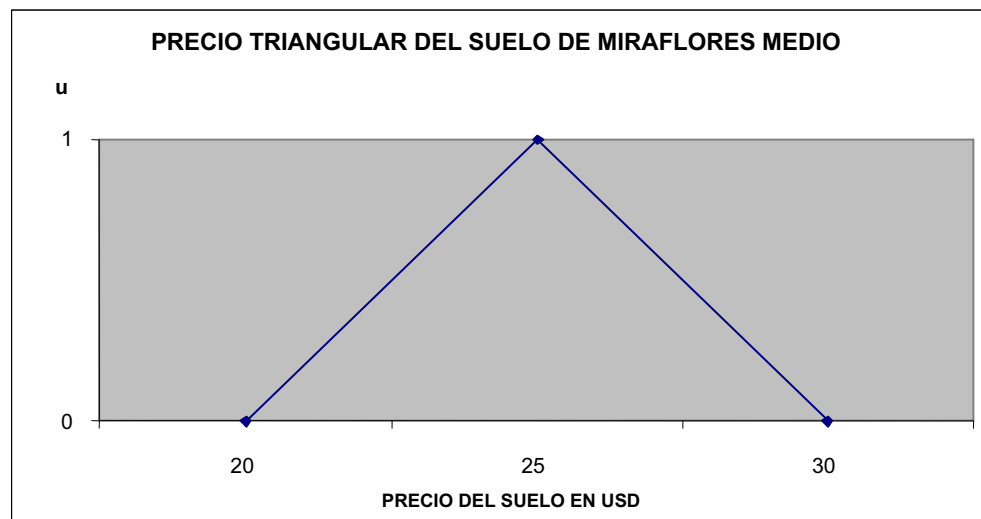
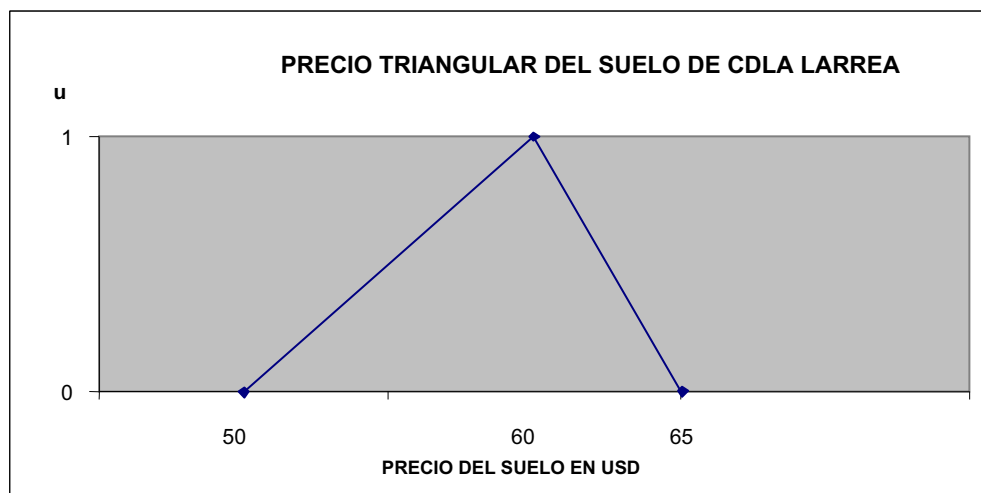
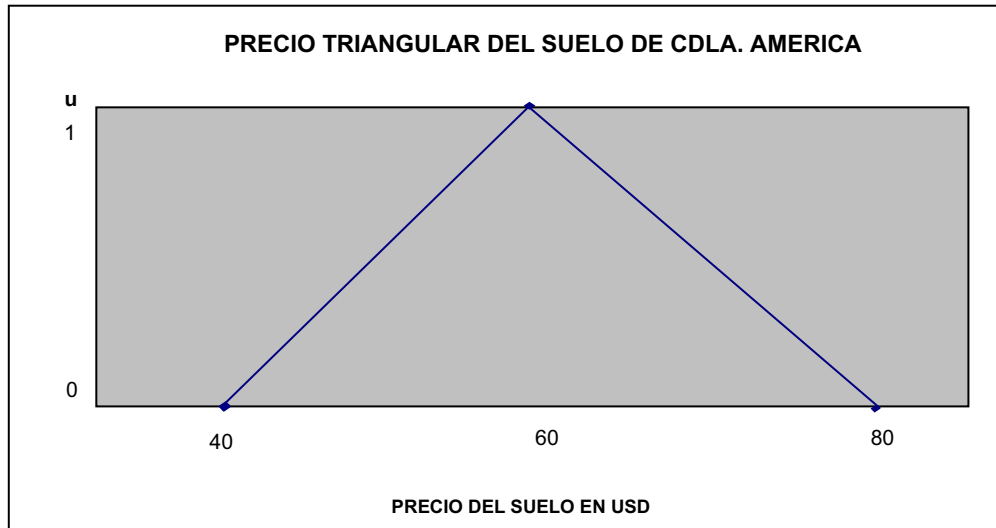


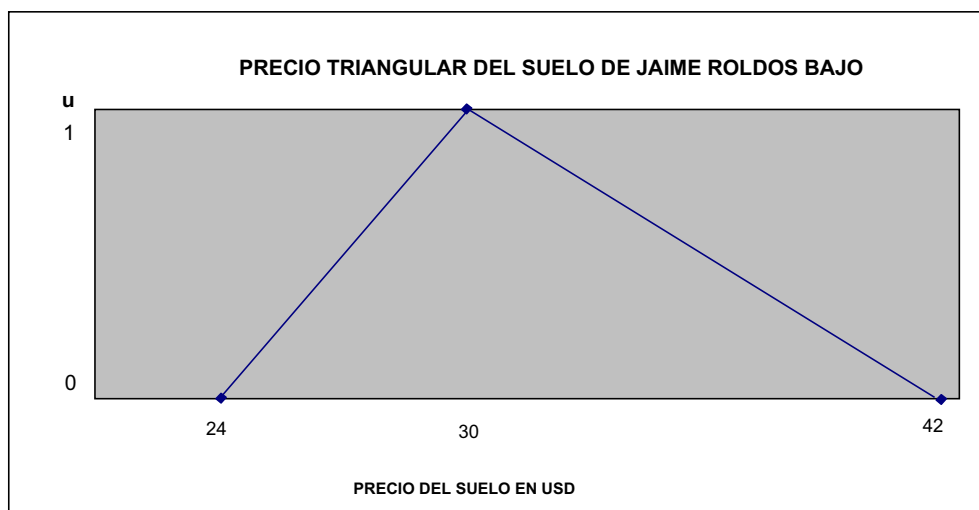
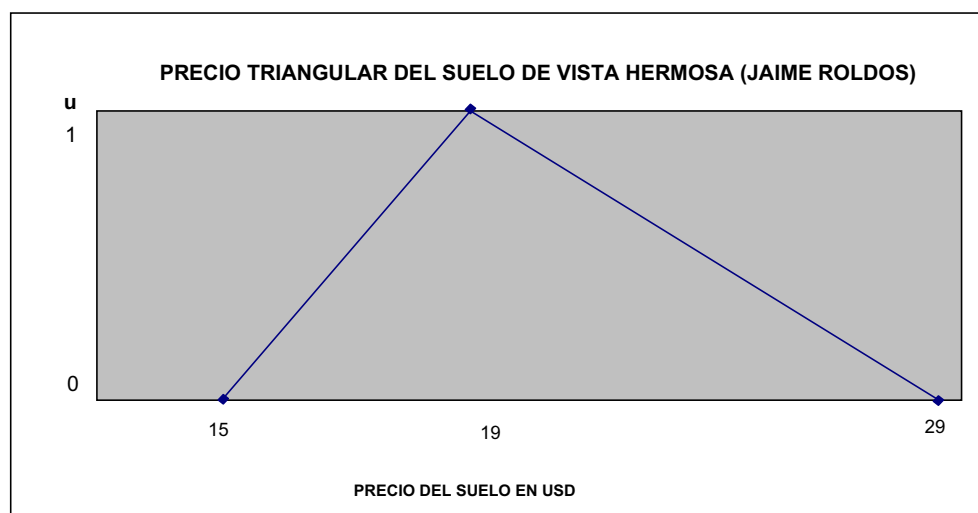
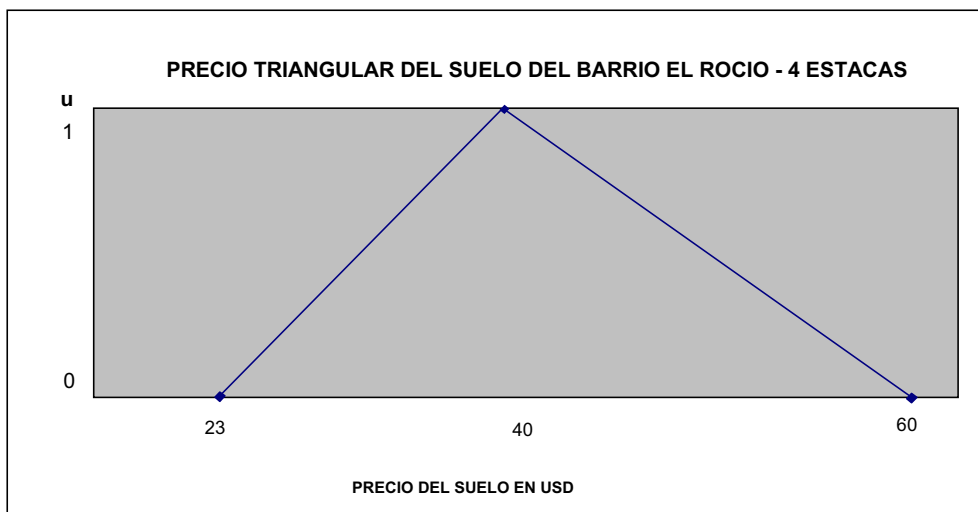




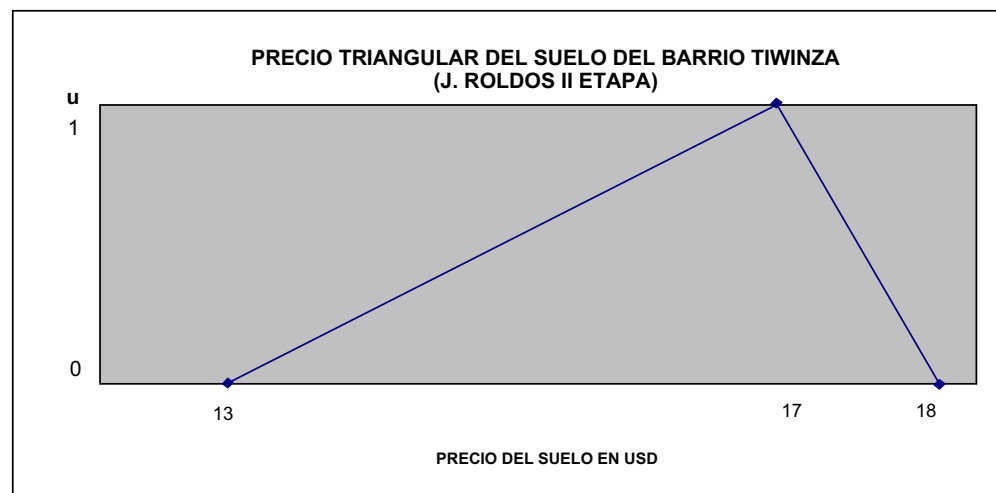
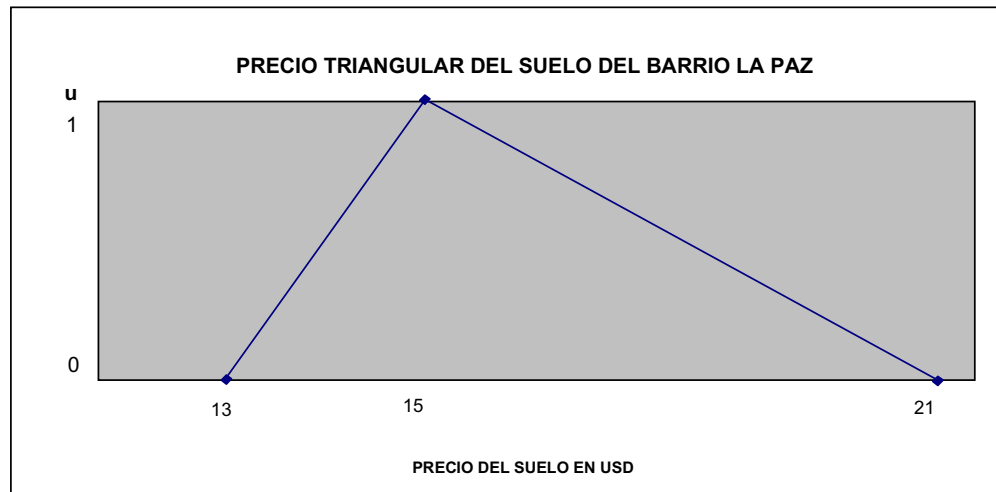
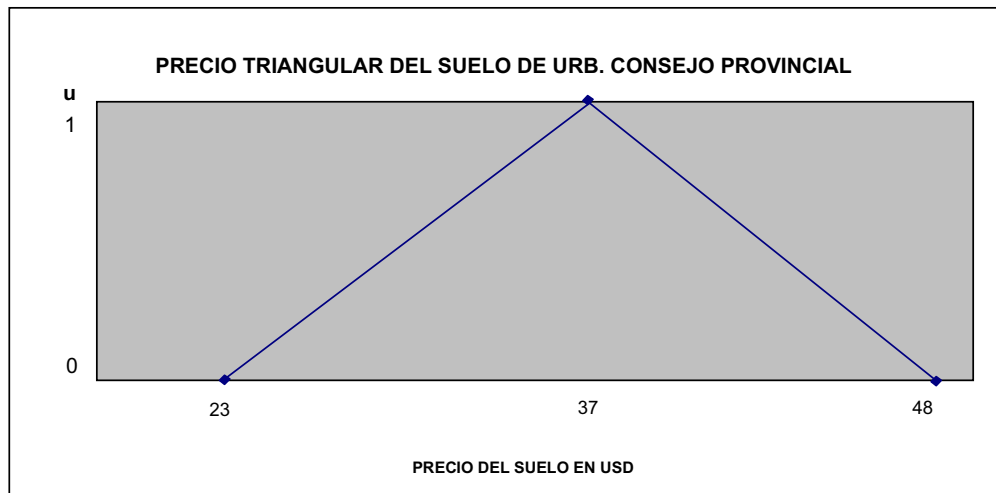


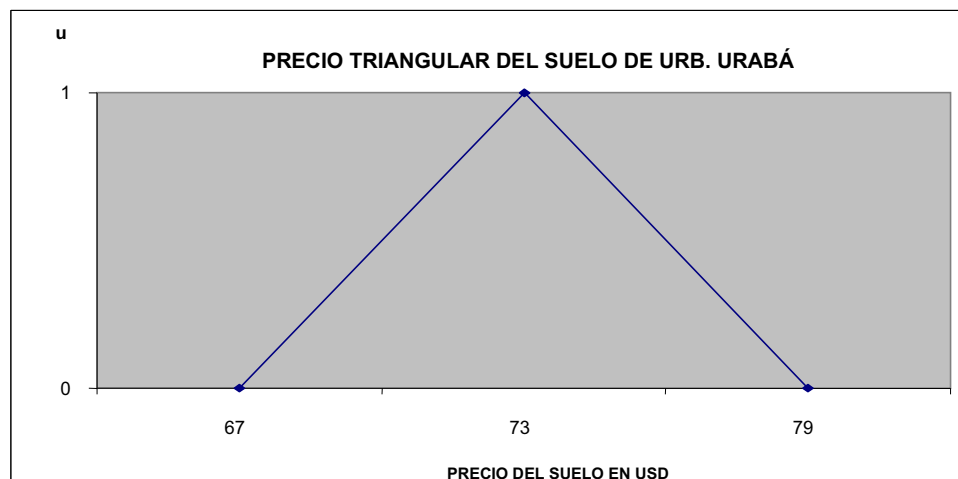
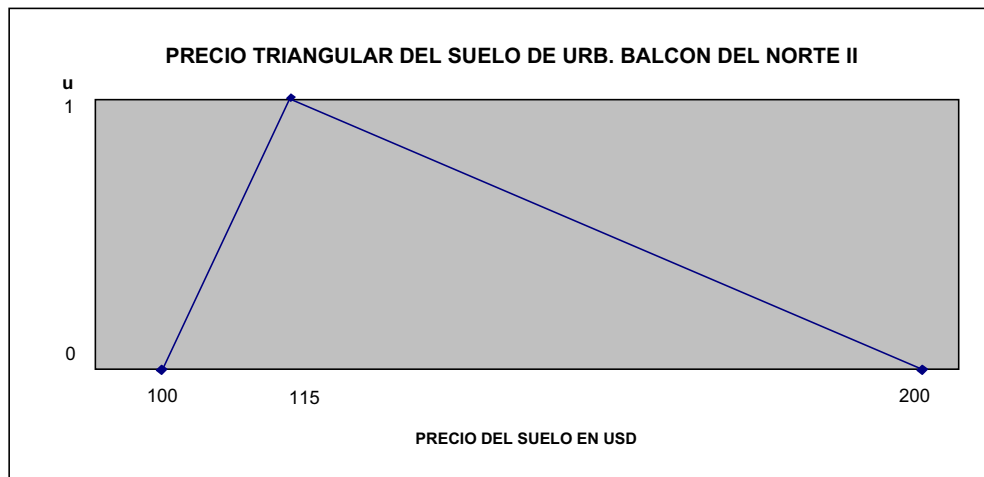
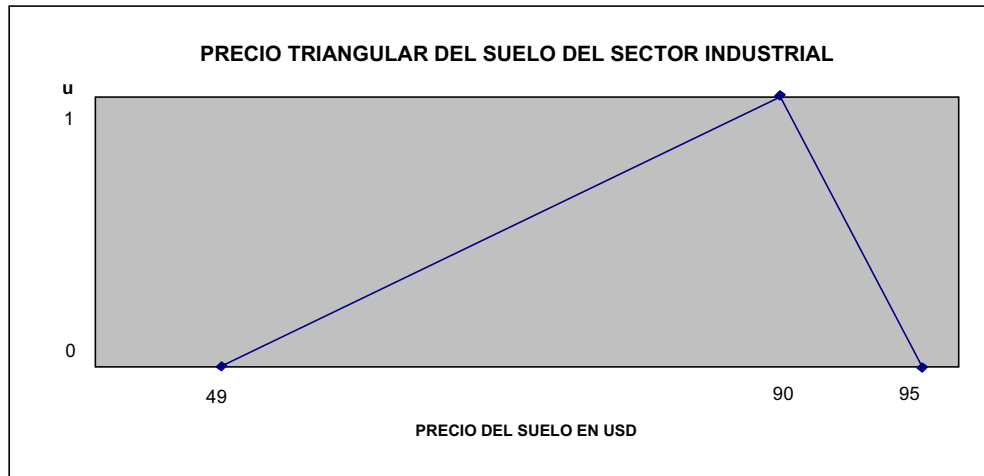


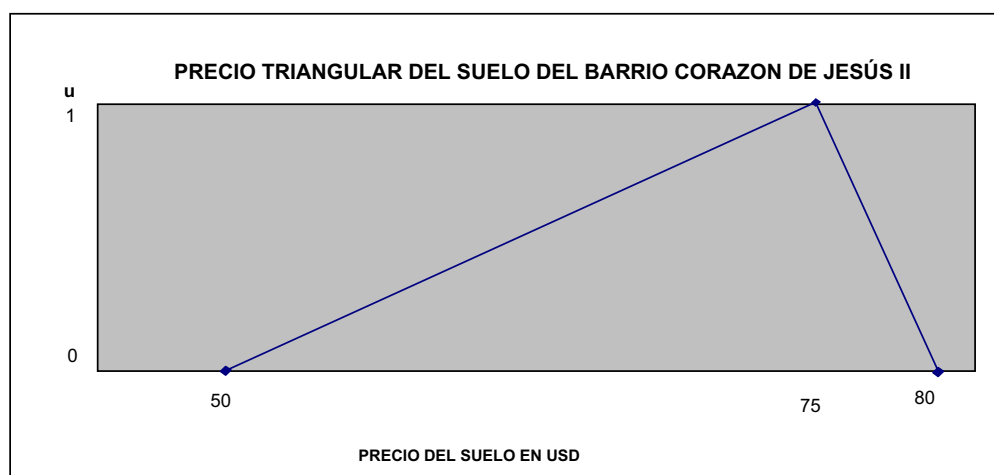
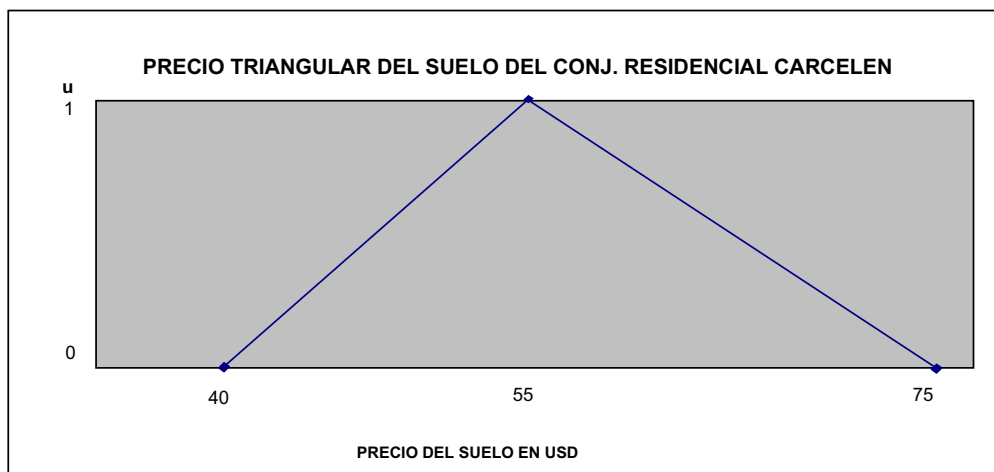
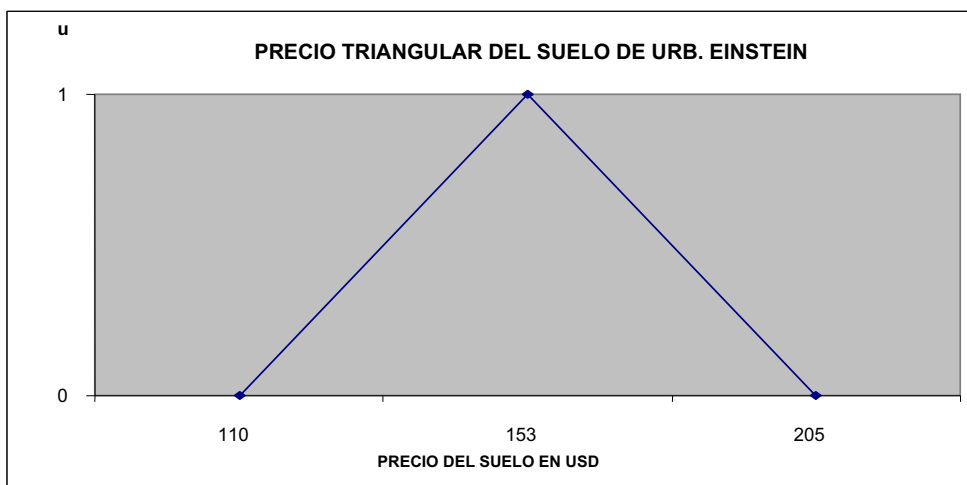


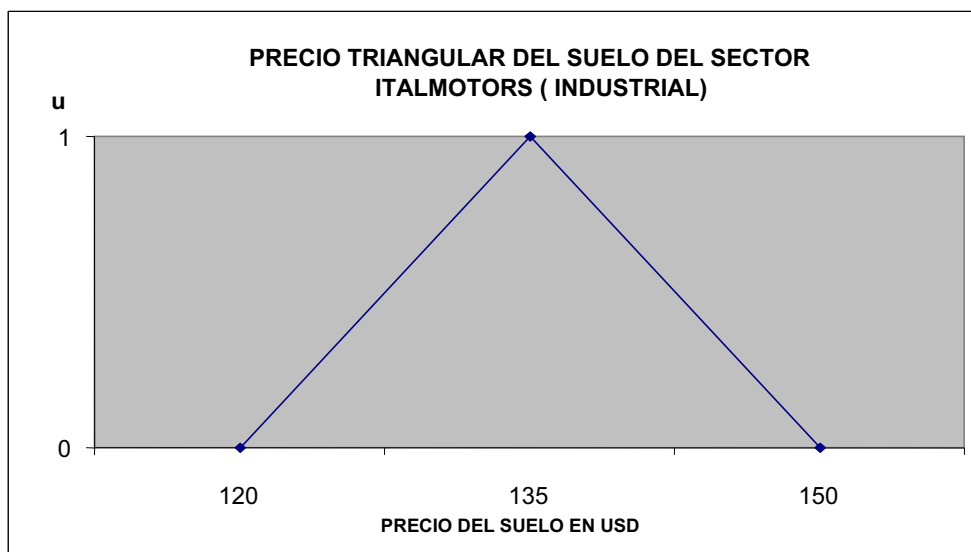
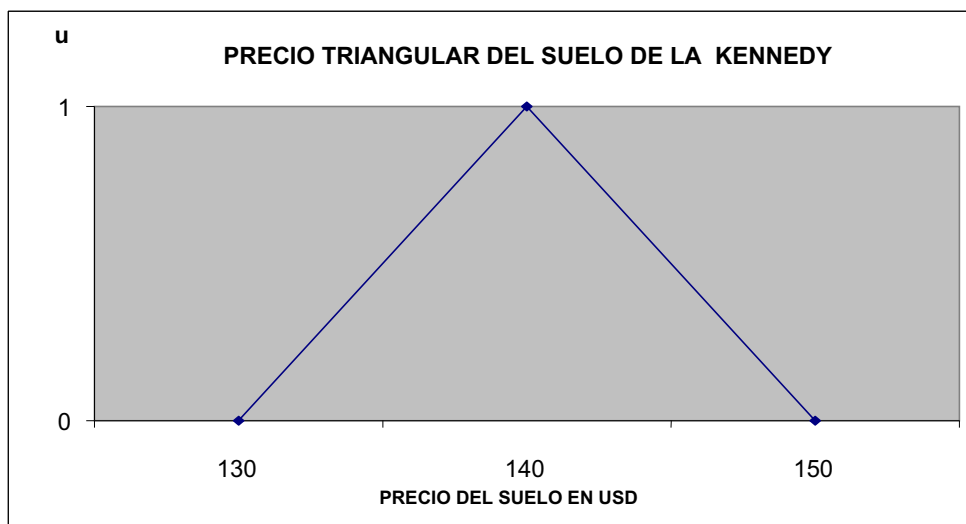
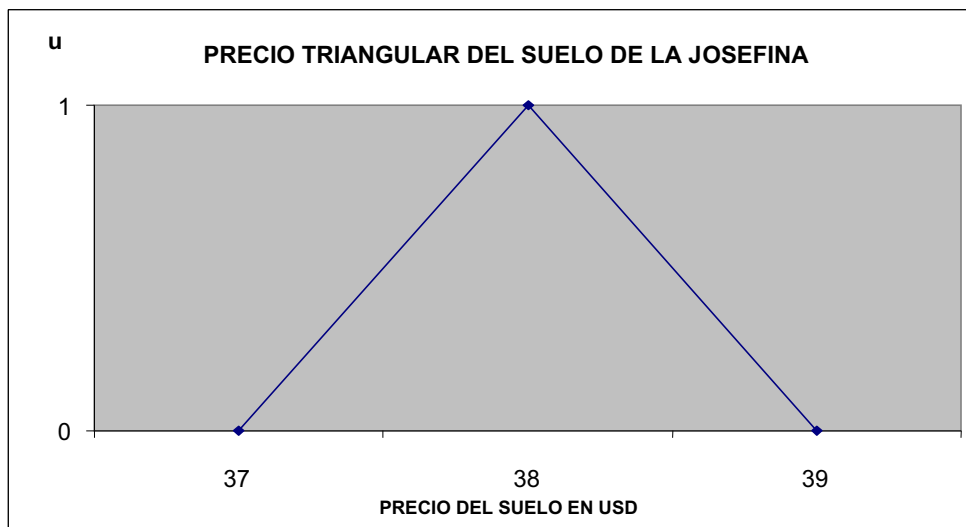




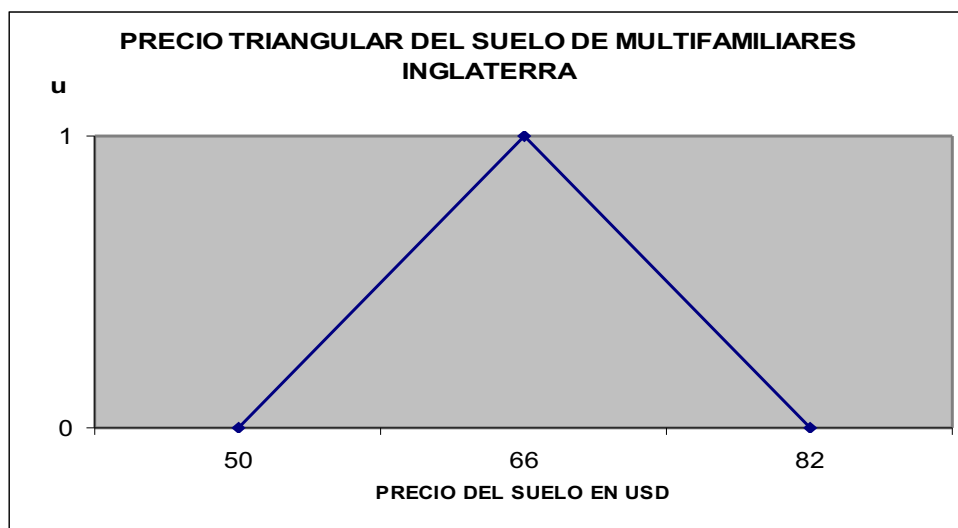
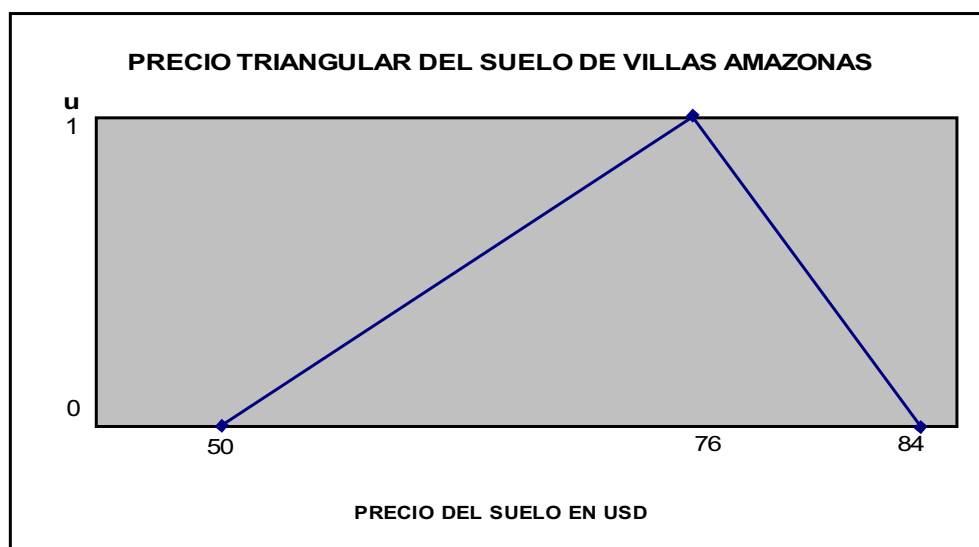
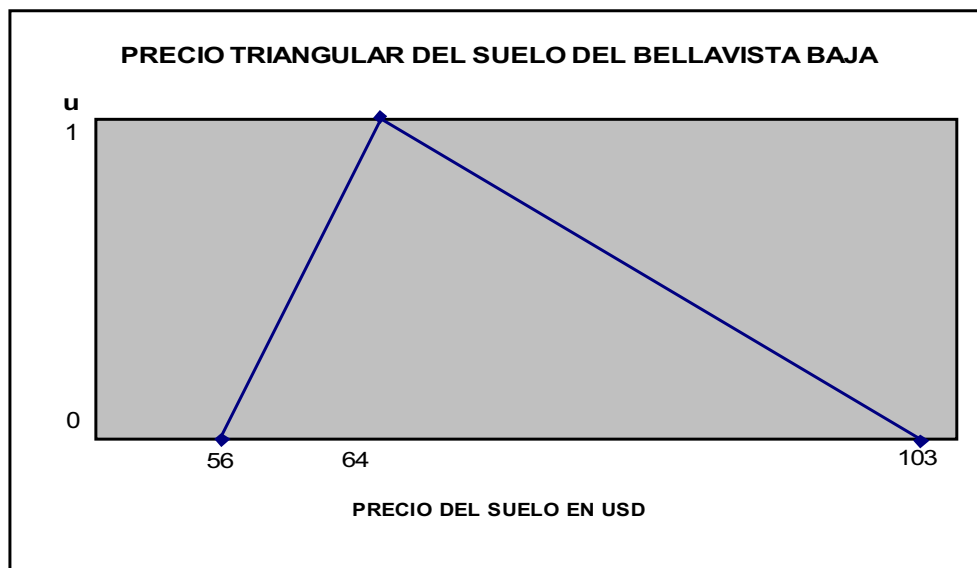




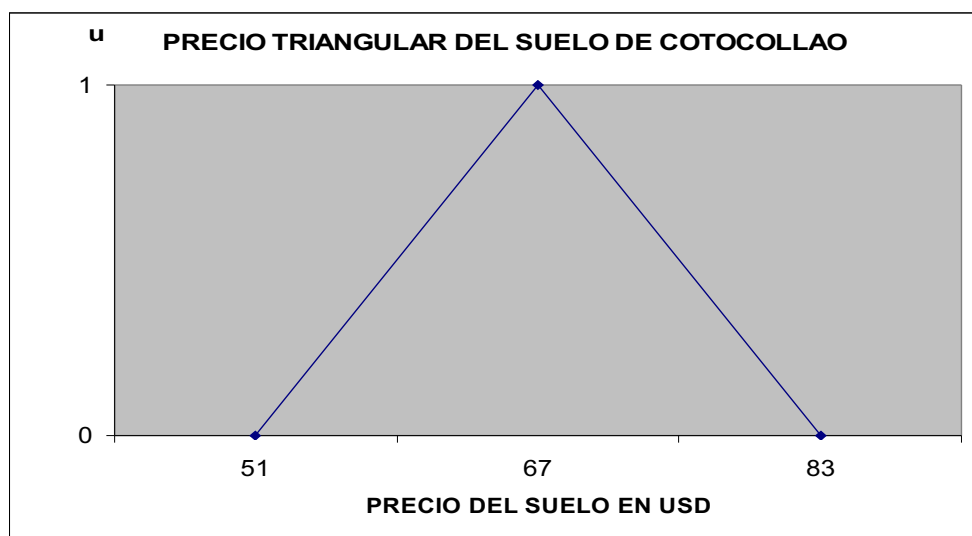
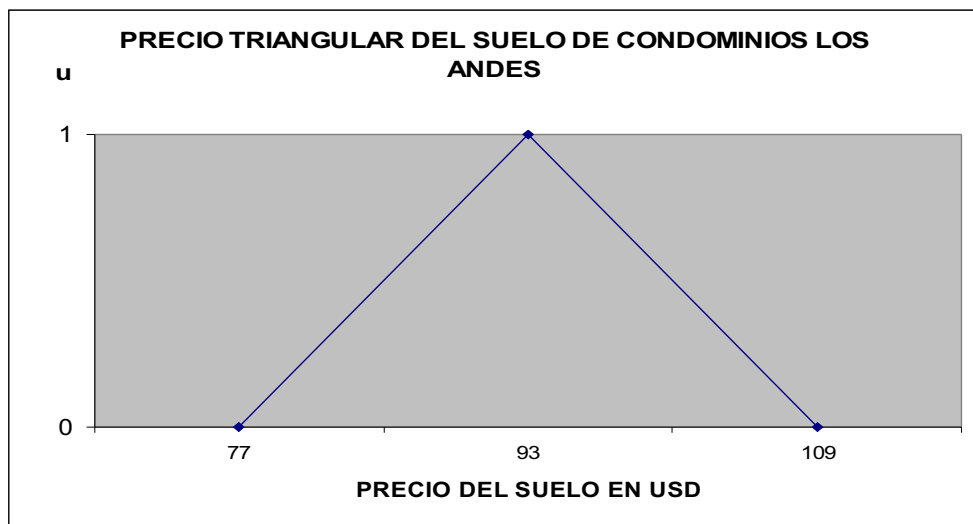
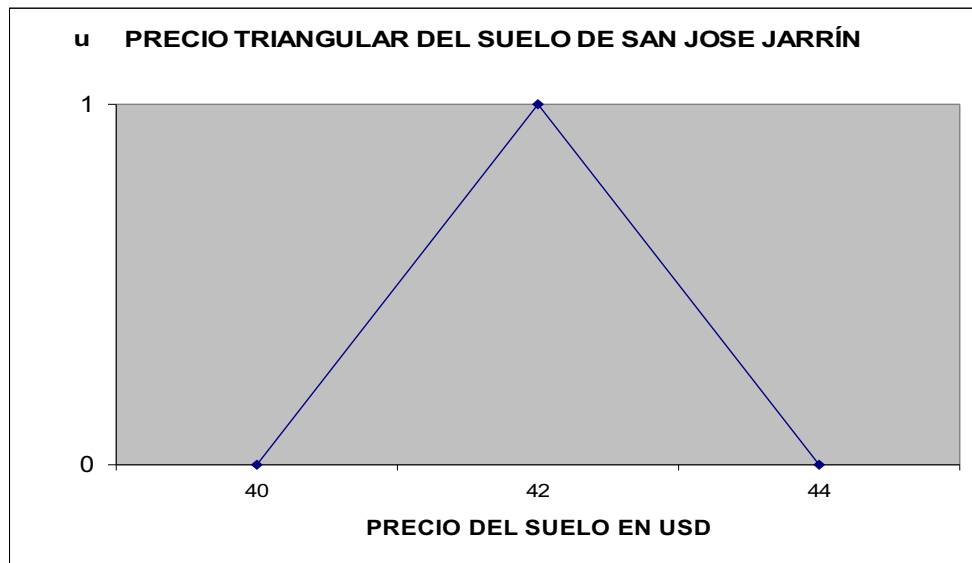


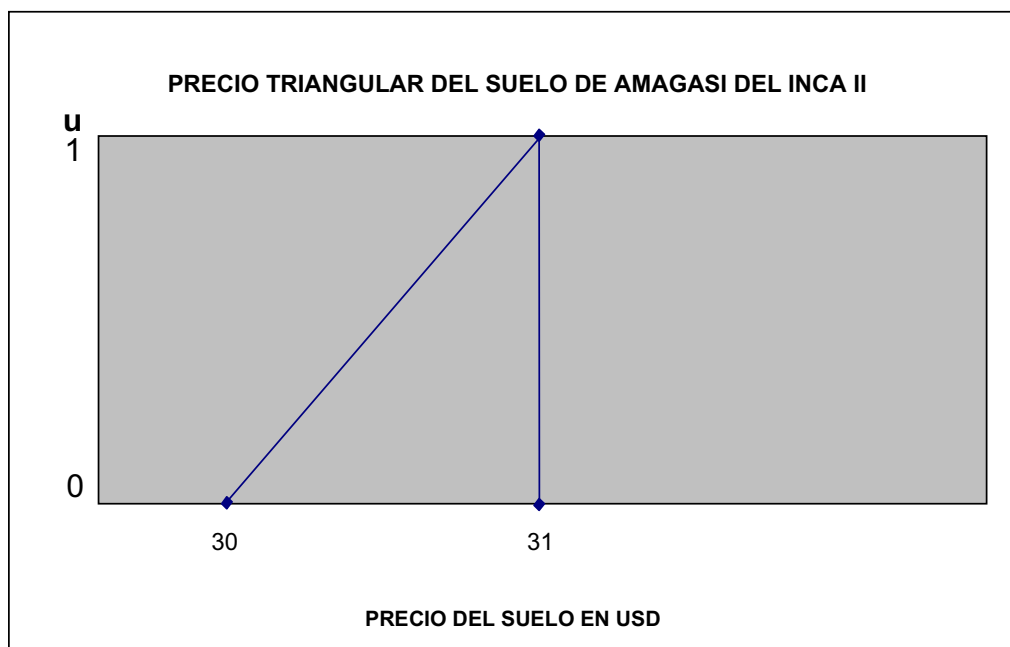
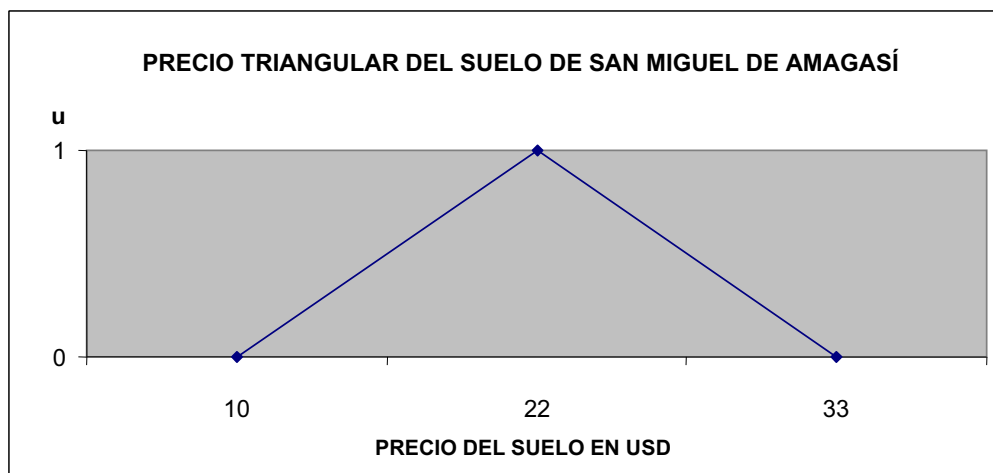
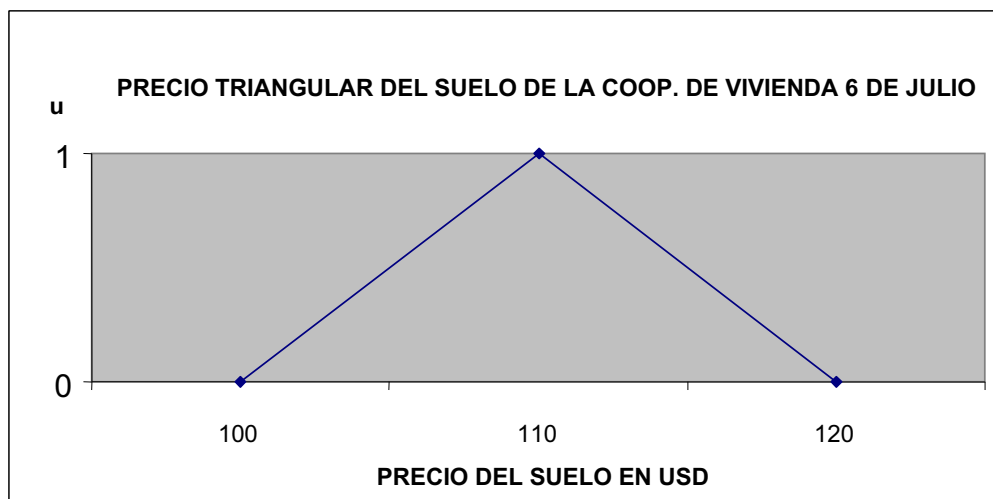


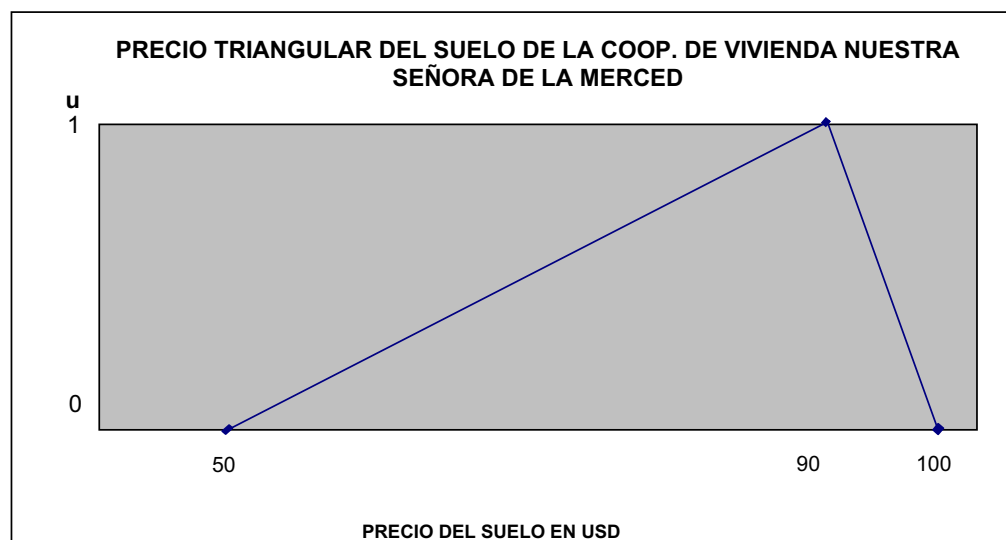
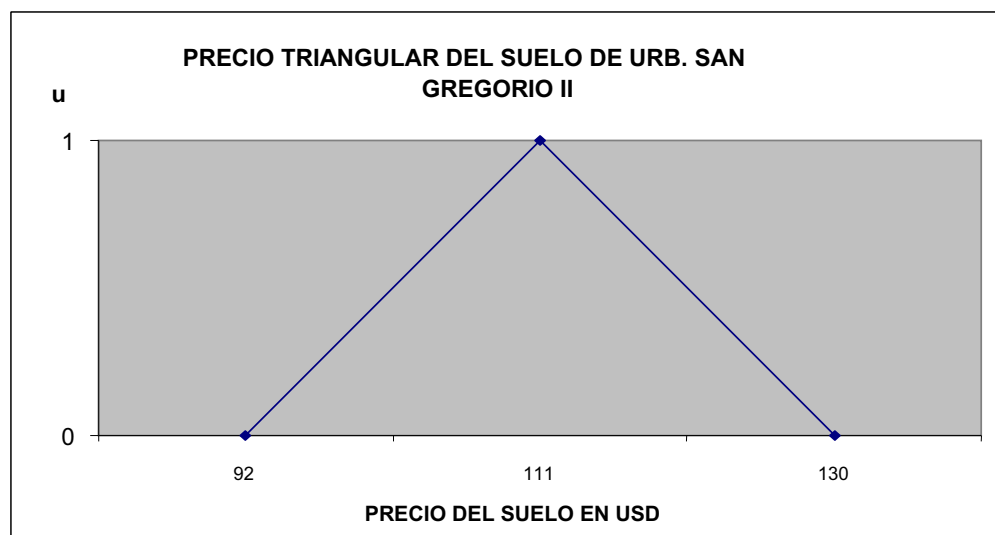
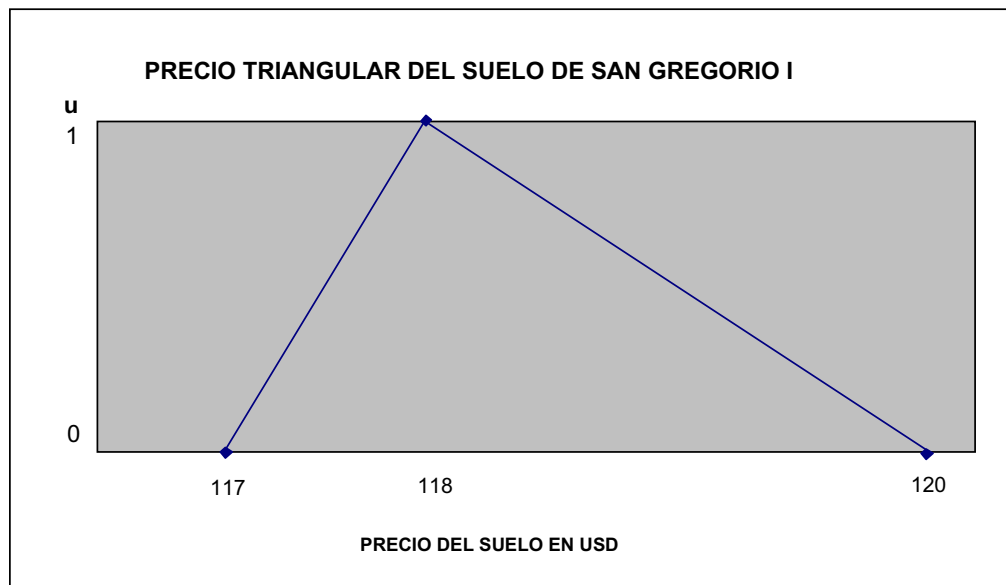


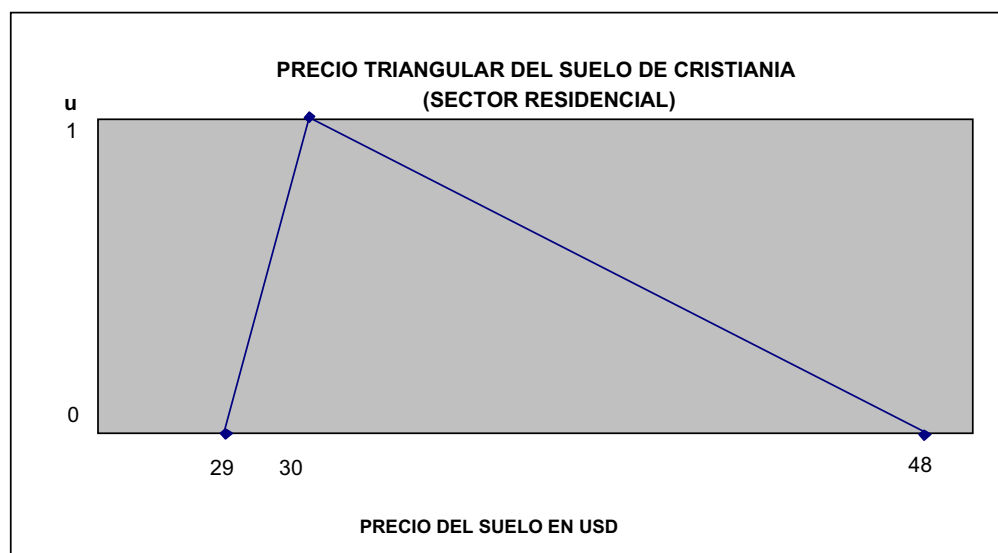
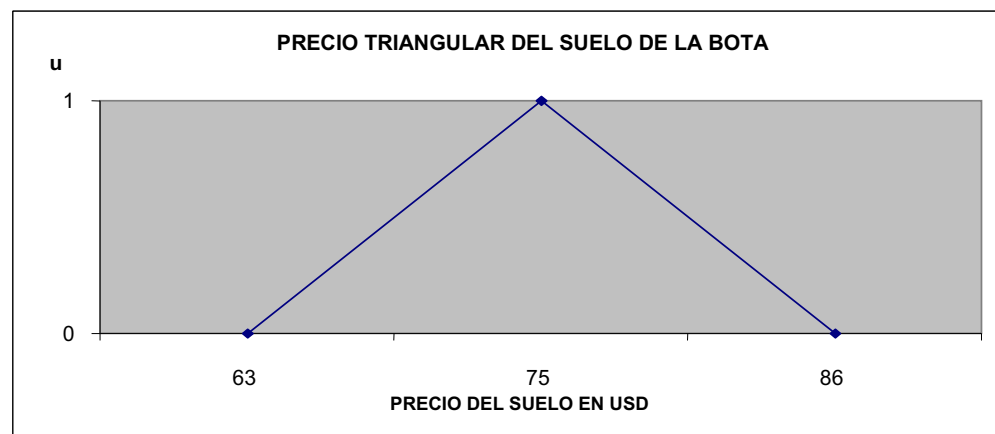
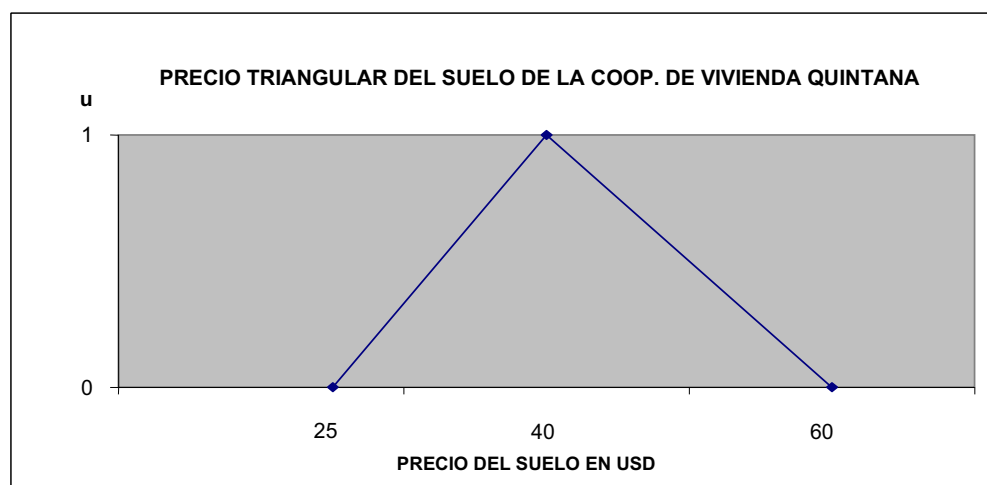




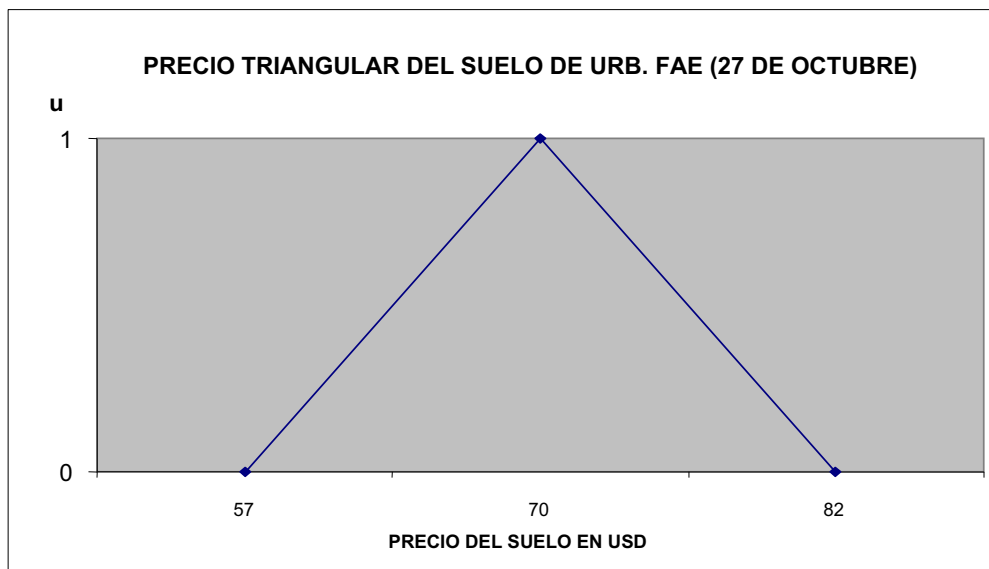




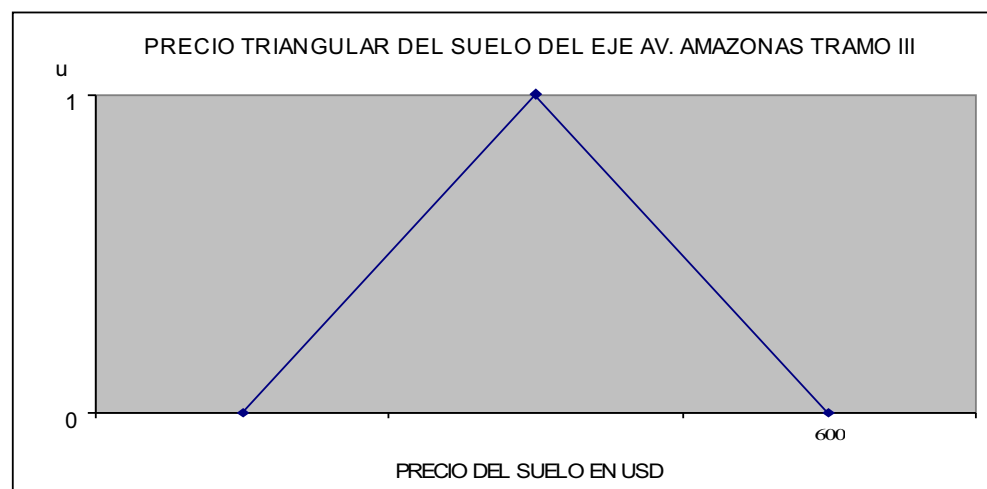
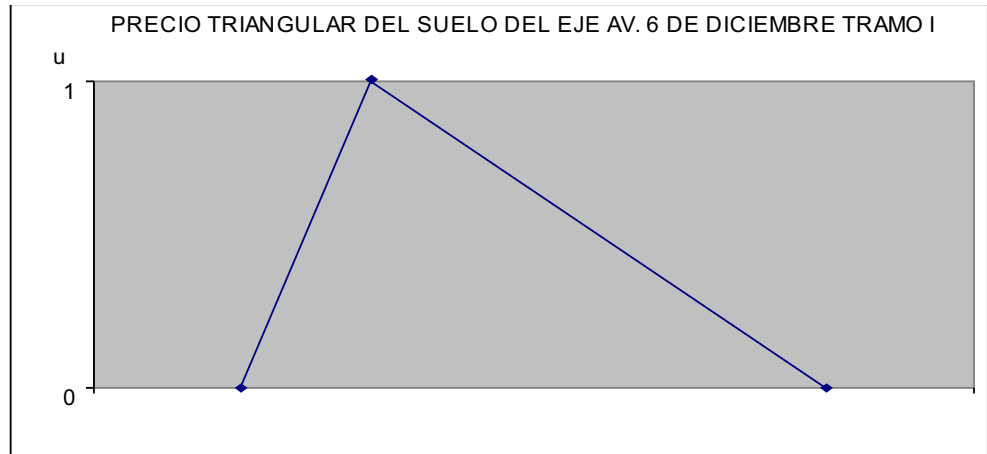












**ANEXO No.10**  
**REFERENCIAS SOBRE LA OBTENCION DE PRECIOS**  
**COMERCIALES DE BIENES INMUEBLES**

<b>DEPARTAMENTO: Condominio Torres Santa Fe (Ref. 1)</b>		
PRECIO DE COMERCIALIZACIÓN	40,850.00	Precio anunciado - Factor fuente
AREA TOTAL DEL LOTE	2,596.00	Tomado de la Carta Catastral No.10606
COSTO DIRECTO	260.00	
MULTIPLICADOR DE COSTOS	1.38	Estrato medio - alto
COSTO DE LA CONSTRUCCIÓN	358.80	
AREA ÚTIL	70.74	Departamento 64.73 m2 + 1 bodega 3.30 m2 *0.4+ 1 parqueadero 11.73 m2*0.4
FACTOR "K"	0.85	
AREA CONSTRUIDA	83.23	
VALOR DE LA CONSTRUCCIÓN	29,861.45	
ASCENSOR Y EQUIPOS	2,000.00	Ascensor + Intercomunicador portería - apartamentos
COSTO DE REPOSICIÓN	31,861.45	
AÑO DE CONSTRUCCIÓN	2,001.00	
VIDA ÚTIL	65.00	
R (VALOR RESIDUAL)	10.00%	
E %	9.23%	
D (Fitto y Corvinni)	4.90%	
VALOR ACTUAL	30,456.36	
FACTOR DE REDUCCIÓN DE COSTOS POR EL NÚMERO DE VIVIENDAS EN SERIE	0.852	60 viviendas ( 371 predios )
COSTO DE LA CONSTRUCCIÓN	25,948.82	
CORRESPONDIENTE AL LOTE	14,901.18	Precio comercialización - construcción
ALICUOTA	1.65%	Tomado del sistema CIMA 3-90
PRECIO TOTAL DEL LOTE	900,711.08	
PRECIO / M2 (Ref.1)	USD 346.96	Precio total / área total



<b>CASA: Conjunto Residencial Boston Gardens (Ref. 3)</b>		
PRECIO DE COMERCIALIZACIÓN	76,000.00	Precio anunciado - Factor fuente
AREA TOTAL DEL LOTE	2,595.00	Tomado de la Carta Catastral No.13405
COSTO DIRECTO	260.00	
MULTIPLICADOR DE COSTOS	1.35	Estrato medio - alto
COSTO DE LA CONSTRUCCIÓN	351.00	
AREA ÚTIL	163.15	Casa de 152.49 m2 + 1 bodega de 3.61 m2 * 0.4 + 1 terraza de 16.39 m2 * 0.30 + jardín de 86.05 m2.* 0.05 + 1 parqueadero abierto de 13.96 m2 * 0.35
AREA CONSTRUIDA	163.15	
COSTO DE REPOSICIÓN	57,266.88	
AÑO DE CONSTRUCCIÓN	2,003.00	
VIDA ÚTIL	55.00	
R (VALOR RESIDUAL)	8.00%	
E %	7.27%	
D (Fitto y Corvinni)	3.74%	
VALOR ACTUAL	55,296.44	
FACTOR DE REDUCCIÓN DE COSTOS POR EL NÚMERO DE VIVIENDAS EN SERIE	0.958	18 viviendas
COSTO DE LA CONSTRUCCIÓN	52,973.99	
CORRESPONDIENTE AL LOTE	23,026.01	Precio comercialización - construcción
ALÍCUOTA	5.04%	
PRECIO DEL LOTE GLOBAL	456,561.82	
FACTOR K	0.85	
PRECIO TOTAL DEL LOTE	537,131.56	
PRECIO / M2 (Ref. 3)	USD 206.99	Precio total / área total

<b>DEPARTAMENTO: Residencia Rivera Sandoval (Ref. 4)</b>		
PRECIO DE COMERCIALIZACIÓN	99,750.00	Precio anunciado - Factor fuente
AREA TOTAL DEL LOTE	339.00	Tomado de la Carta Catastral No.13405
COSTO DIRECTO	250.00	
MULTIPLICADOR DE COSTOS	1.35	Estrato medio alto
COSTO DE LA CONSTRUCCIÓN	337.50	
AREA ÚTIL	221.15	Departamento 1-D de 208.91 m2 + 1 parqueadero de 22.95 m2 + 1 patio de 18 m2 + 1 pozo de luz de 12 m2 c/u
FACTOR "K"	0.85	
AREA CONSTRUIDA	260.18	
SUBTOTAL	87,809.56	
ASCENSOR Y EQUIPOS	0.00	
COSTO DE REPOSICIÓN	87,809.56	
AÑO DE CONSTRUCCIÓN	2,001.00	
VIDA ÚTIL	65.00	
R (VALOR RESIDUAL)	10.00%	
E %	9.23%	
D (Fitto y Corvinni)	4.93%	
VALOR ACTUAL	83,913.45	
CORRESPONDIENTE AL LOTE	15,836.55	Precio comercialización - construcción
ALICUOTA	44.97%	
PRECIO TOTAL DEL LOTE	35,215.81	
PRECIO / M2 (Ref. 4)	USD 103.88	Precio total / área total

REFERENCIA 1: Condominio TORRES DE SANTA FE / Av. 6 de diciembre / Departamento de 64.73 m2+ 1 bodega + 1 parqueadero cubierto / Precio de referencia US\$ 43.000 / Informante: Srta. Lorena Real / Teléfonos: 2508044 - 2508045

REFERENCIA 2: Edificio EL JUNGAL / Av. 6 de diciembre y Av. Eloy Alfaro / Departamento de 173.30 m2 + 1 bodega + 1 parqueadero cubierto / Precio de referencia US\$ 87.000 / Informante: Sr. Oswaldo Lugo Camacho / Teléfono: 2923495

REFERENCIA 3: calle s/n / Casa de 152.49 m2 + 1 parqueadero abierto + terraza + jardín / Precio de referencia US\$ 80.000 / Informante: Inmobiliaria Burco Cía./ Teléfono: 2268147

REFERENCIA 4: Calle s/n / Departamento de 208.91 m2 + 1 parqueadero cubierto + patio / Precio de referencia US\$ 105.000 / Informante: Sr. Hernán Rivadeneira / Teléfono: 2555788

