



XXXV Congreso Panamericano de Valuación UPAV – Dominicana 2021

MULTICRITERIO DIFUSO APLICADO A LA VALORACIÓN

UNA PROPUESTA METODOLÓGICA Y TECNOLÓGICA

Ing. Luis Alberto **BERNALES GHACHAM**

SOITAVE: 3104 - RNA: 3821 - UPAV: 994 - ASATCH: 243

Ing. Néstor **SÁNCHEZ QUINTANA**

SCDA: 3035 - RNA: 2001



Índice

01

CONCEPTOS BÁSICOS

02

AHP DIFUSO

03

ANP DEMATEL DIFUSO

04

SIM[ON]

Intro

¿por qué hacer este trabajo?



Cortesía: Registro Nacional de Avaluadores de Colombia

Conceptos básicos

Valoración por métodos multicriterio

Consiste en la aplicación de métodos de ayuda a la toma de decisiones adaptados a los enfoques de valoración que conocemos, especialmente como herramientas de apoyo a los enfoques de comparación y de ingresos.

Permite determinar la ponderación (peso) de las variables – sean cuantitativas o cualitativas – y la influencia de los comparables en la determinación del valor.

Esta adaptación fue desarrollada por los Dr. Jerónimo Aznar Bellver y Dr. Francisco Guijarro Martínez de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV)

Ámbito de uso: Valoración de inmuebles urbanos, rurales, maquinarias y equipos, futbolistas, intangibles, inmuebles patrimoniales, activos ambientales, empresas en marcha.

Conceptos básicos

Lógica difusa (*Fuzzy logic*)

Lofti A. Zadeh, un matemático nacido en Azerbaiyán introdujo en 1965 la denominada Lógica Difusa o *Fuzzy Logic (en inglés)*, junto con la teoría de los subconjuntos difusos con el fin de representar matemáticamente la imprecisión humana y mejorar los sistemas de decisión.

Se utiliza el lenguaje común de un experto con conocimientos en un área determinada y se introduce la imprecisión y subjetividad propia de la actividad humana bajo un procedimiento automatizado.

Entonces, la teoría difusa adaptada a las metodologías de toma de decisiones multicriterio AHP y ANP aplicadas a la valoración, no hace más que incorporar en sus escalas originales de un sólo valor, un arreglo de tipo triangular, a partir de un valor inferior, medio y superior.

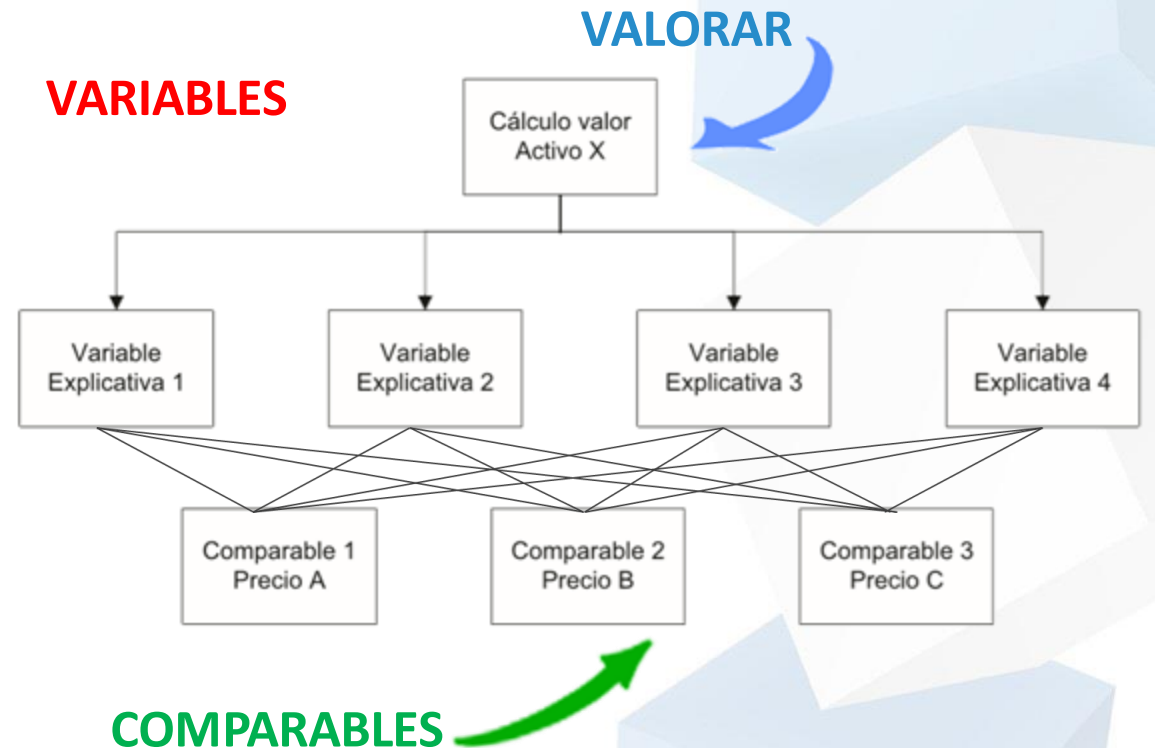
AHP difuso

Introducción - AHP Tradicional

Un modelo tradicional AHP se construye bajo ciertas etapas, estas son:

- 1) Definición de las variables
- 2) Jerarquización de las variables
- 3) Encuesta a expertos
- 4) Ponderación final y valoración del activo

AHP – Proceso analítico jerárquico

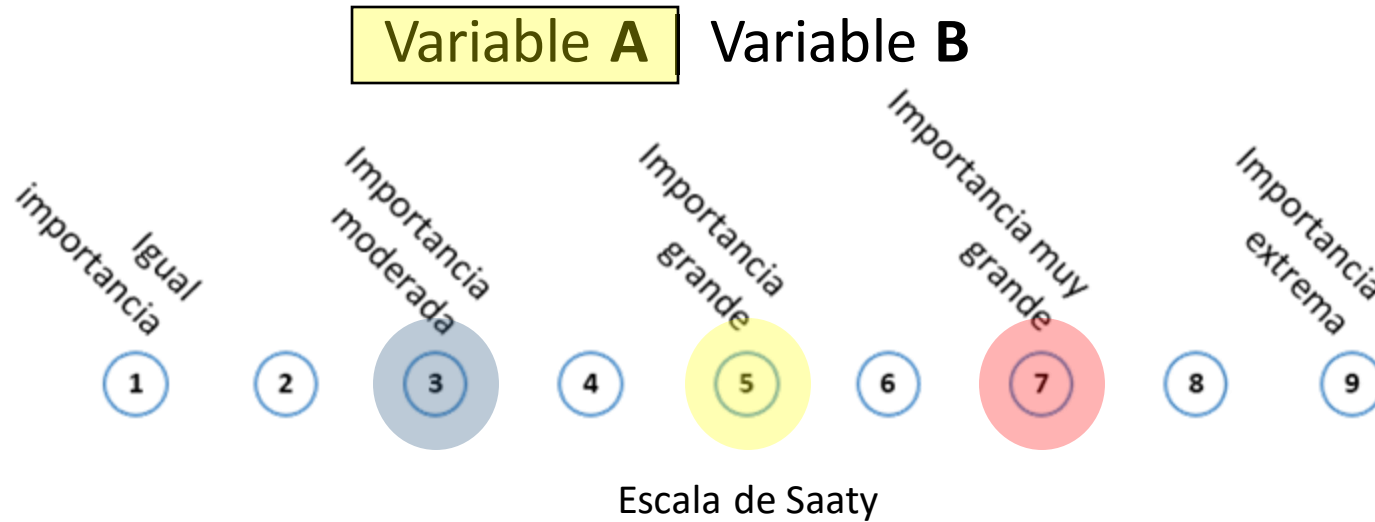


Fuente: Aznar y Martínez (2012)

AHP difuso

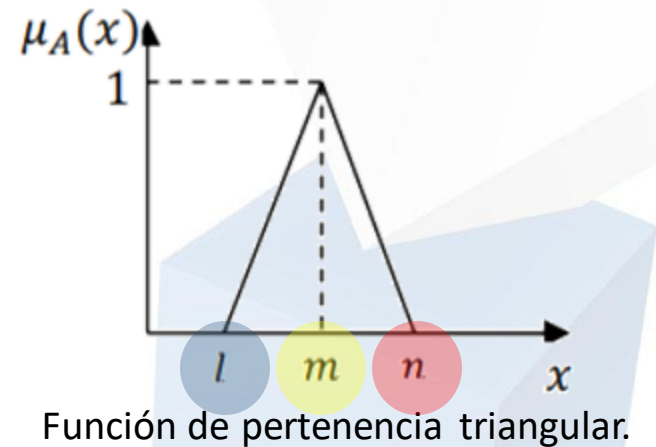
FAHP (Fuzzy AHP)

AHP



FAHP

Un número difuso del tipo triangular, que se representa como una tripleta (l, m, n) donde l, m, y n corresponden al límite inferior, al valor medio y al límite superior.

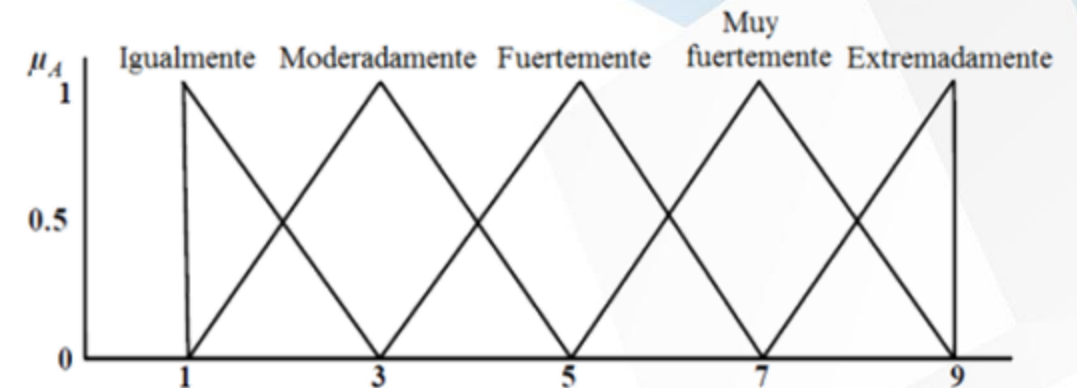


AHP difuso

FAHP (*Fuzzy AHP*)

Escala verbal	Número difuso	Escala difusa triangular	Valores recíprocos	
			Número difuso	Escala difusa triangular
Igual importancia	$\tilde{1}$	(1,1,3)	-	-
Importancia moderada	$\tilde{3}$	(1,3,5)	$\frac{\tilde{1}}{3}$	(1/5, 1/3, 1)
Importancia grande	$\tilde{5}$	(3,5,7)	$\frac{\tilde{1}}{5}$	(1/7, 1/5, 1/3)
Importancia muy grande	$\tilde{7}$	(5,7,9)	$\frac{\tilde{1}}{7}$	(1/9, 1/7, 1/5)
Importancia extrema	$\tilde{9}$	(7,9,9)	$\frac{\tilde{1}}{9}$	(1/9, 1/9, 1/7)

Escala de comparación pareada de FAHP



Función de pertenencia comparaciones pareadas

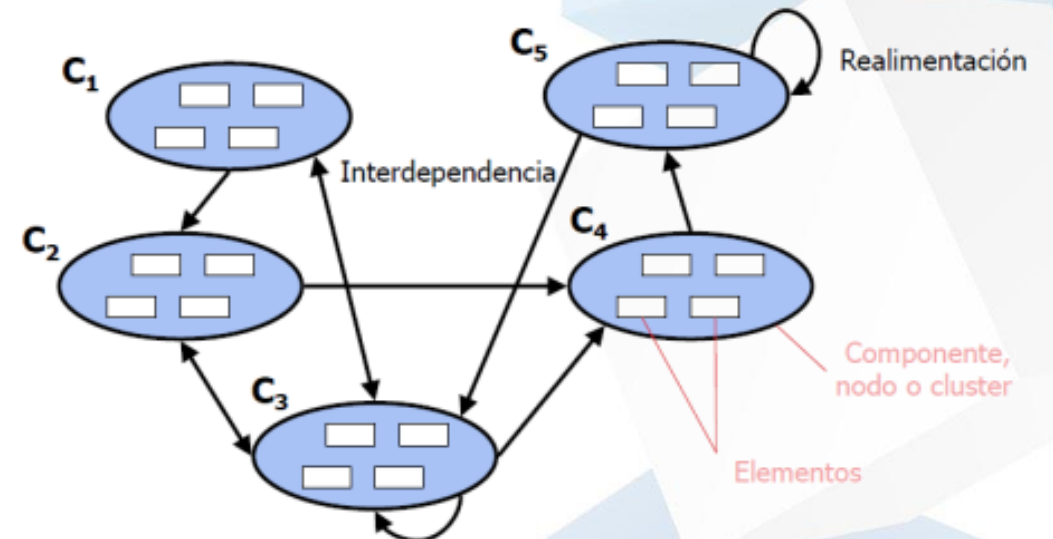
ANP DEMATEL difuso

Introducción - ANP DEMATEL Tradicional

ANP-DEMATEL, destaca por la facilidad en su aplicación; que es mucho más práctica tanto para los expertos que atenderán y responderán las encuestas como para el tasador que las está analizando.

- 1) Matriz de relación directa
- 2) Matriz inversa
- 3) Matriz de relación total
- 4) Supermatriz límite y valoración del activo

ANP – Proceso analítico en red



Fuente: Aznar (2020)

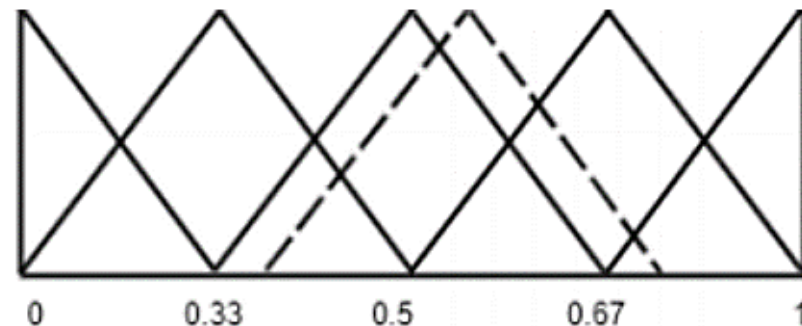
ANP DEMATEL difuso

FDEMATEL (*Fuzzy DEMATEL*)

Ahora bien, así como ocurrió en FAHP, no usaremos un único valor en la escala; sino que tendremos una nueva escala, esta vez una escala de influencias.

Escala verbal	Sigla	Escala numérica	Escala difusa triangular
Ninguna influencia	NO	0	(0,0,0.33)
Influencia muy baja	VL	1	(0,0.33,0.50)
Influencia baja	L	2	(0.33,0.50,0.67)
Influencia alta	H	3	(0.50,0.67,1)
Influencia muy alta	VH	4	(0.67,1,1)

Escala de influencias de FDEMATEL



Función de pertenencia de influencias

ANP DEMATEL difuso

FDEMATEL (*Fuzzy DEMATEL*)

		A1		
		l	m	n
M2 C	0.5	0.67	1	

	C1				C2				
	M2 T	M2 C	EDC	CAL	COMP. 1	COMP. 2	COMP. 3	COMP. 4	VIV. X
M2 T	0	3	0	0	3	3	3	3	3
M2 C	3	0	0	0	4	4	4	4	4
EDC	0	3	0	0	3	3	3	3	3
CAL	0	2	3	0	2	2	2	2	2
COMP. 1	3	4	3	3	0	0	0	0	0
COMP. 2	3	1	3	3	0	0	0	0	0
COMP. 3	2	1	3	3	0	0	0	0	0
COMP. 4	2	2	3	3	0	0	0	0	0
VIV. X	4	1	3	3	0	0	0	0	0

Influencia alta

H

3

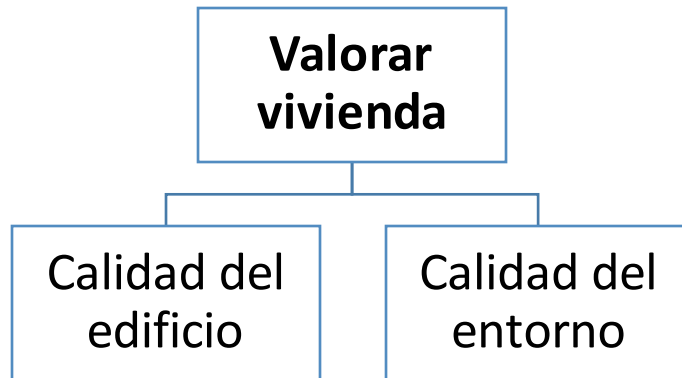
(0.50, 0.67, 1)

Caso #1

AHP difuso – FAHP – Fuzzy AHP

Valoración de un inmueble urbano [Aznar (2012)]

Datos iniciales



Vivienda	U.M./m ²	m ²	Calidad del Edificio	Calidad del entorno
1	1400	85		
2	1300	70		
3	1500	90		
4	2100	120		
5	2900	125		
X	¿?	105		

Datos iniciales Caso de valoración #1

Caso #1

AHP difuso – FAHP – Fuzzy AHP

Valoración de un inmueble urbano [Aznar (2012)]

Ponderación Variables Explicativas

VAR.	M2	CAL. EDIF.	CAL. ENT.	FVP
M2	1	1/2	2	0.3003
CAL. EDIF.	2	1	3	0.5178
CAL. ENT.	1/2	1/3	1	0.1820
				1.0000

VAR.	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
M2	1	1	1	1/4	1/2	1	1	2	4
CAL. EDIF.	1	2	4	1	1	1	1	3	5
CAL. ENT.	1/4	1/2	1	1/5	1/3	1	1	1	1

Caso #1

AHP difuso – FAHP – Fuzzy AHP

Valoración de un inmueble urbano [Aznar (2012)]

Ponderación Variables Explicativas

VALORES DE MEDIA GEOMETRICA DIFUSO						
VARIABLES		$\tilde{r}[l]$	$\tilde{r}[m]$	$\tilde{r}[n]$		
M2		0.6300	1.0000	1.5874		
CAL. EDIF.		1.0000	1.8171	2.7144		
CAL. ENT.		0.3684	0.5503	1.0000		
Sumatoria		1.9984	3.3674	5.3018		
Inversa		0.5004	0.2970	0.1886		
Factores ordenados		0.1886	0.2970	0.5004		
VAR.	PESOS DIFUSOS			MEDIA	VP	
M2	0.1188	0.2970	0.7944	0.4034	0.3003	
CAL. EDIF.	0.1886	0.5396	1.3583	0.6955	0.5178	
CAL. ENT.	0.0695	0.1634	0.5004	0.2444	0.1820	
				1.3433	1.0000	

Caso #1

AHP difuso – FAHP – Fuzzy AHP

Valoración de un inmueble urbano [Aznar (2012)].

Resultados

Viv.	U.M./M ²	FAHP				AHP			
		POND. INM.	CALC.	DIST. MANH.	MAPE	POND. INM.	CALC.	DIST. MANH.	MAPE
1	1400	0.1122	1318	82	5.84%	0.0976	1169	231	16.52%
2	1300	0.0887	1042	258	19.87%	0.0804	963	337	25.94%
3	1500	0.1246	1463	37	2.44%	0.1115	1335	165	10.99%
4	2100	0.1668	1959	141	6.70%	0.1664	1993	107	5.12%
5	2900	0.2910	3417	517	17.84%	0.3124	3741	841	28.99%
Σ	9200	0.7834	-	1035	10.54%	0.7684	-	1682	17.51%
X	¿?	0.2166	-	-	\bar{X}	0.2316	-	-	\bar{X}
		RATIO = 11744				RATIO = 11974			
		VALOR X = 2544		U.M./m ²		VALOR X = 2773		U.M./m ²	

Caso #2

AHP difuso – FAHP – Fuzzy AHP

Valoración de un futbolista [Aznar (2020)]

Datos iniciales

JUG.	TRASP.	GOLES	DISP.	ASIST.	TARJ.	PART.	EDAD	DSPN.	DISC.
ROBBEN	31.5								
DI MARÍA	25.0								
SILVA	33.0								
MATA	¿?								

Datos iniciales Caso de valoración #2



Caso #2

AHP difuso – FAHP – Fuzzy AHP

Valoración de un futbolista [Aznar (2020)]

Resultados

JUG.	TRASP	FAHP				AHP			
		POND. JUG.	CALC.	DIST. MANH.	MAPE	POND. JUG.	CALC.	DIST. MANH.	MAPE
R	31.5	0.3164	36.13	4.63	14.70%	0.3243	36.82	5.32	16.90%
D	25.0	0.2404	27.45	2.45	9.82%	0.2359	26.79	1.79	7.15%
S	33.0	0.2269	25.91	7.09	21.47%	0.2280	25.89	7.11	21.55%
Σ	89.5	0.7837	-	14.17	15.33%	0.7882	-	14.22	15.20%
M	¿?	0.2163	-	-	\bar{X}	0.2118	-	-	\bar{X}
RATIO = 114.20					RATIO = 113.55				
VALOR MATA = 24.7 millones					VALOR MATA = 24.0 millones				

Caso #3

ANP DEMATEL difuso – FDEMATEL – Fuzzy DEMATEL

Valoración de un inmueble urbano [Autores (2021)]

Datos iniciales

Vivienda	Precio	m ² Terreno	m ² Construidos	Estado de conservación	Calidad de la edificación
1	5800	88	150	Bueno	Media
2	4750	90	99	Bueno	Media
3	4300	82	97	Bueno	Media
4	5000	80	120	Bueno	Media
X	¿?	103	97	Bueno	Media

Datos iniciales Caso de valoración #3

Caso #3

ANP DEMATEL difuso – FDEMATEL – Fuzzy DEMATEL

Valoración de un inmueble urbano [Autores (2021)]

Resultados

Viv.	U.M.	FDEMATEL				ANP-DEMATEL			
		POND. INM.	CALC.	DIST. MANH.	MAPE	POND. INM.	CALC.	DIST. MANH.	MAPE
1	5700	0.2458	6076	376	6.60%	0.2533	6256	556	9.76%
2	4800	0.1875	4635	165	3.45%	0.1857	4588	212	4.42%
3	4550	0.1715	4240	310	6.81%	0.1670	4125	425	9.35%
4	4600	0.1901	4699	99	2.16%	0.1895	4681	81	1.76%
Σ	19650	0.7950	-	951	4.28%	0.7955	-	1275	5.16%
X	¿?	0.2050	-	-	\bar{X}	0.2045	-	-	\bar{X}
RATIO = 24718					RATIO = 24701				
VALOR X = 5068 U.M					VALOR X = 5051 U.M				

SIM[ON]

Sistema Multicriterio Online + Trabajo colaborativo

La aplicación de los métodos multicriterio para la valoración de activos es muy laboriosa y suele ocupar muchas horas de trabajo, aunque los conceptos, operaciones matemáticas y procedimientos son sencillos de aplicar.

Por lo que es requerido un sistema que automatice y ordene aquellos procesos triviales y repetitivos que nos ahorre tiempo y nos permita dedicarnos al análisis de los resultados más que a su obtención

El proyecto SIM[ON] es una propuesta de apoyo a los tasadores que se compone de dos pilares: el primero del apoyo colaborativo y/o participativo, y segundo; del apoyo tecnológico.

SIM[ON]

Lo participativo...

Esta propuesta se basa en una plataforma de encuentro entre los evaluadores, donde se que generen grupos de trabajo tales como - *por mencionar algunos* - el Grupo Español de Decisión Multicriterio, el Grupo de Decisión Multicriterio de la Universidad de Zaragoza y tal vez el más afín a los evaluadores de nuestro continente; el Grupo de Valoración y Decisión Multicriterio de la Universidad Politécnica de Valencia.

SIM[ON]

Lo tecnológico...

Iniciar sesión

Email
admin@root.com

Contraseña

REGISTRATE

ENTRAR

NUEVO PROYECTO

Nombre	Descripción	Objetivo	Acciones
--------	-------------	----------	----------

Crear nuevo proyecto

Nombre
UPAV2021

Descripción
Valoración rural

Objetivo
Valor parcela X

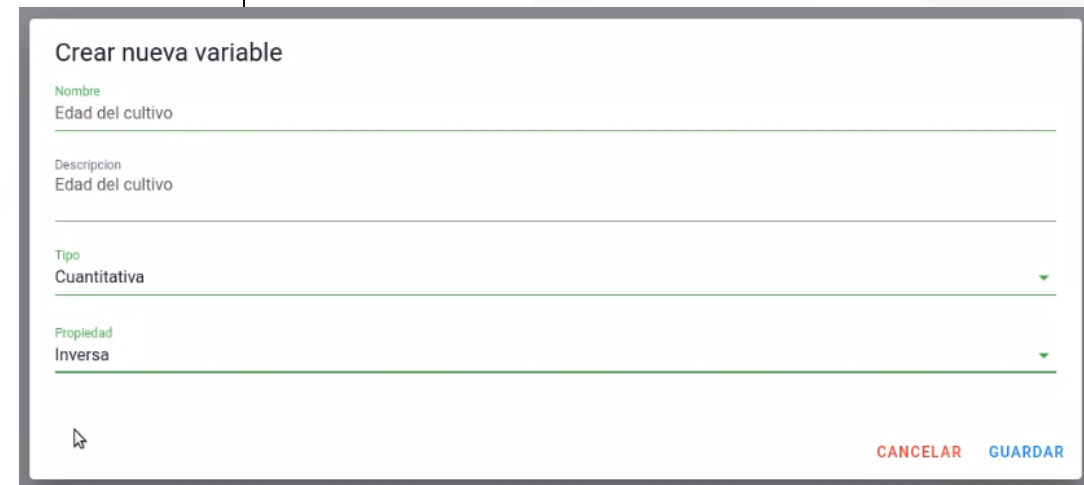
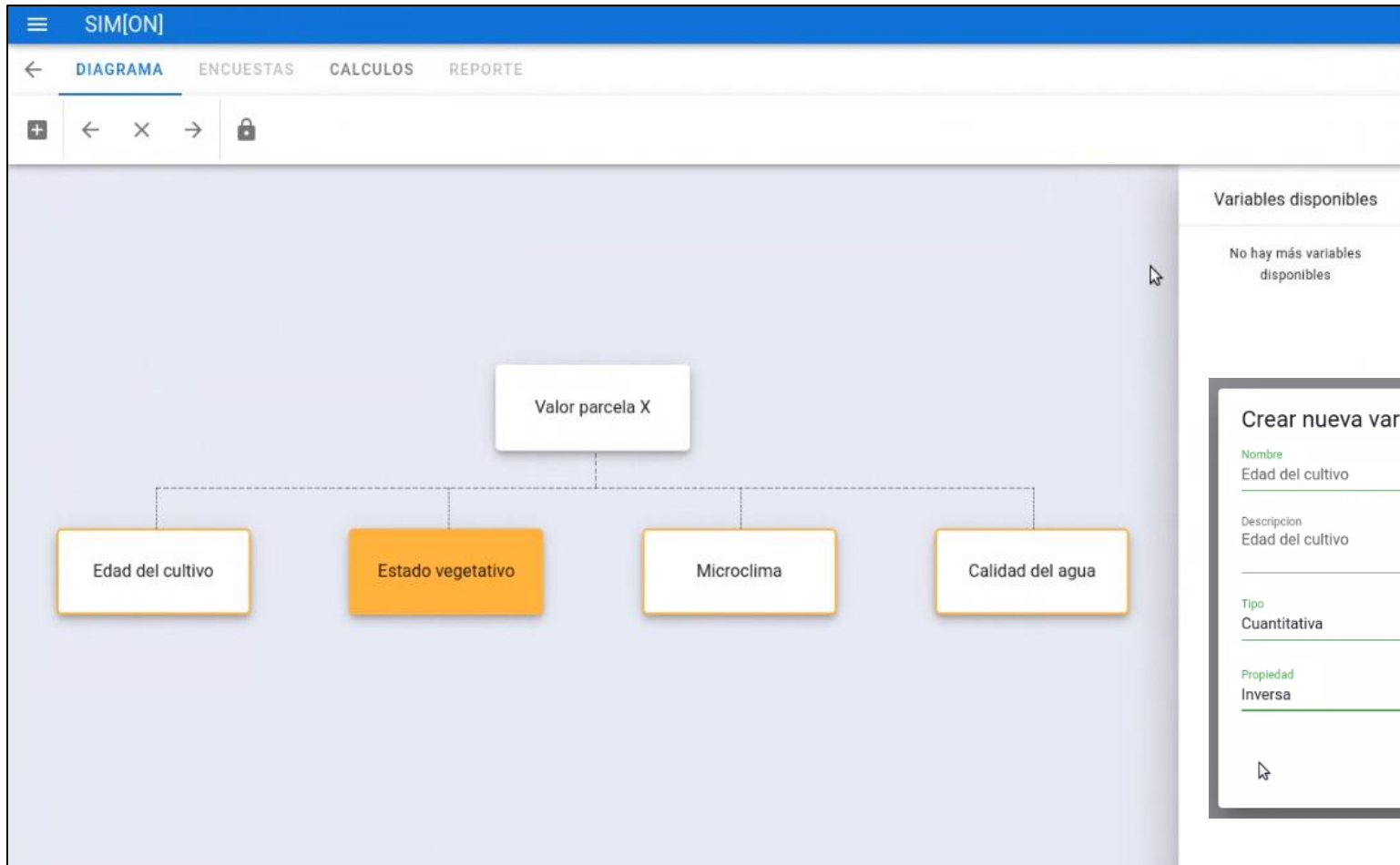
Tipo
AHP Mercado

Seleccionar color

CANCELAR GUARDAR

SIM[ON]

Lo tecnológico...



The screenshot shows the "Crear nueva variable" form in the SIM[ON] application. The form has the following fields and options:

- Nombre:** Edad del cultivo
- Descripción:** Edad del cultivo
- Tipo:** Cuantitativa
- Propiedad:** Inversa

At the bottom right of the form, there are two buttons: "CANCELAR" and "GUARDAR".

SIM[ON]

Lo tecnológico...

SIM[ON]

← DIAGRAMA ENCUESTAS CALCULOS REPORTE

+ - 🔒

Expertos invitados Busca a un experto invitado

Nombre	Apellido	Email	Acciones
No se ha invitado a ningun experto			

Filas por página: 5

Crear e importar contacto

Nombre
Tasador

Apellido
Panamericano

Email
tasador@panamericano.com

CANCELAR GUARDAR

SIM[ON]

Lo tecnológico...

☰ SIM[ON]

INSTRUCCIONES ENCUESTA DIAGRAMA

Objetivo

Valor parcela X: Valoración rural

[ver organigrama](#)

Descripcion de variables por niveles

Variable: Valor parcela X , Nivel: 1

Variable: Edad del cultivo, Nivel: 2 ,Criterio: Valor parcela X
Variable: Estado vegetativo, Nivel: 2 ,Criterio: Valor parcela X
Variable: Microclima, Nivel: 2 ,Criterio: Valor parcela X
Variable: Calidad del agua, Nivel: 2 ,Criterio: Valor parcela X

Instrucciones

Se le presentará una serie de comparaciones de variables por pares para cada nivel de acuerdo a los criterios establecidos anteriormente. En primer lugar, deberá seleccionar la variable que usted considere como más importante. Seguidamente, deberá determinar qué tan importante es esa variable sobre la otra en una escala del 1 al 9. Se recomienda realizar una revisión general al finalizar la encuesta de al menos dos veces para confirmar las respuestas y evitar inconsistencias.

En el caso de que se presenten inconsistencias en la encuesta una vez finalizada lo determinaremos y te lo haremos saber, de forma que puedas revisar nuevamente tu encuesta para que puedas asegurarte de cumplir con la consistencia y puedas enviar la encuesta.

COMENZAR ENCUESTA

SIM[ON]

Lo tecnológico...

☰ SIM[ON]

INSTRUCCIONES ENCUESTA DIAGRAMA

Nivel 1 FINALIZAR ENCUESTA

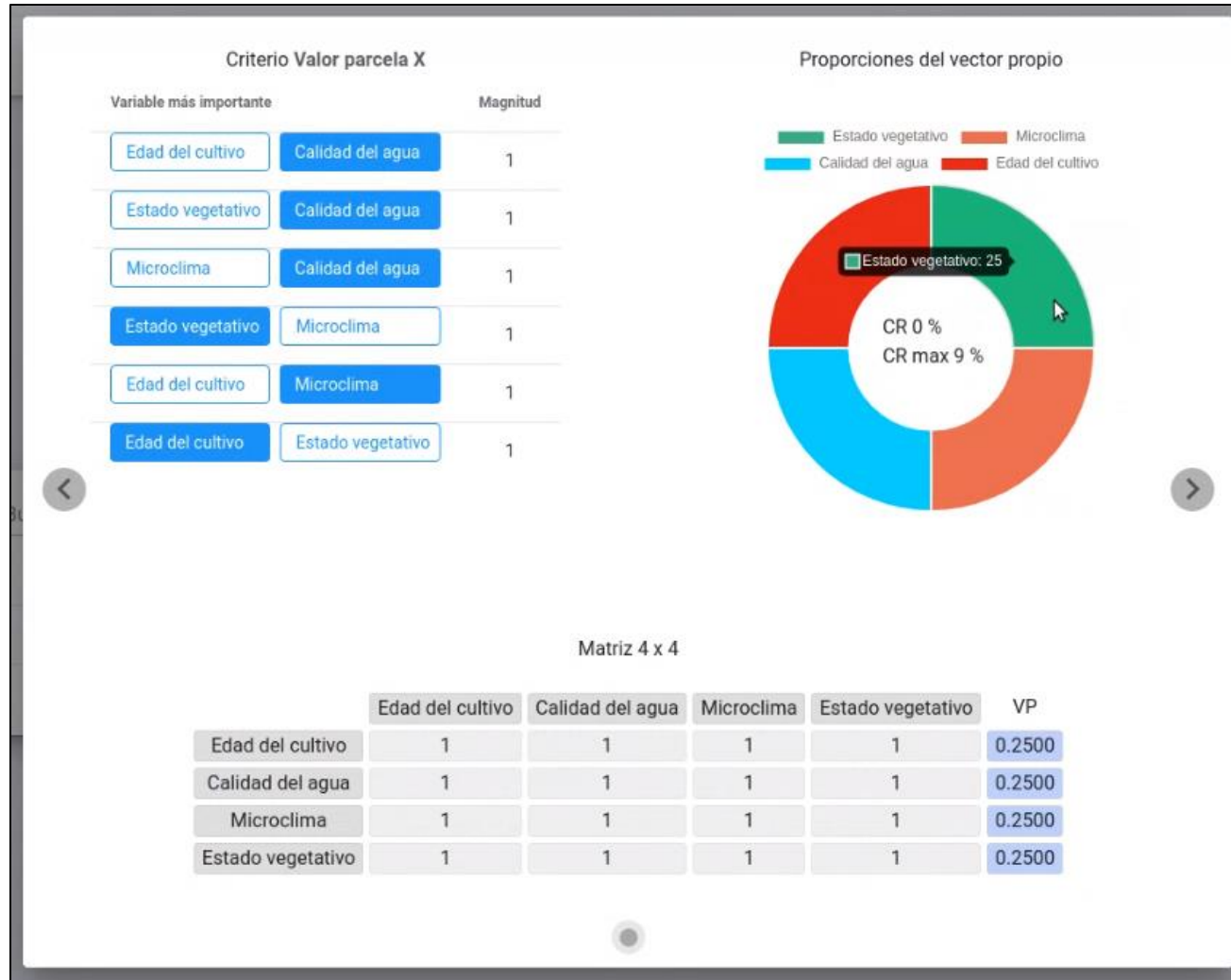
Criterio: Valor parcela X

EDAD DEL CULTIVO	ESTADO VEGETATIVO	1 2 3 4 5 6 7 8 9 Importancia moderada
EDAD DEL CULTIVO	MICROCLIMA	1 2 3 4 5 6 7 8 9 Importancia grande
ESTADO VEGETATIVO	MICROCLIMA	1 2 3 4 5 6 7 8 9
EDAD DEL CULTIVO	CALIDAD DEL AGUA	1 2 3 4 5 6 7 8 9
ESTADO VEGETATIVO	CALIDAD DEL AGUA	1 2 3 4 5 6 7 8 9
MICROCLIMA	CALIDAD DEL AGUA	1 2 3 4 5 6 7 8 9

< 1 >

SIM[ON]

Lo tecnológico...



Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos en los casos de valoración probados, se pueden observar diferencias en el valor desde 0% a 9%, verificándose que se mejoran los resultados en mayor o menor grado utilizando multicriterio difuso.

Aplicando la teoría difusa adaptada a los métodos multicriterio; se cumple con la premisa de tener resultados más confiables y precisos apoyándonos en los indicadores de Distancia Manhattan y MAPE.

Se propone la conformación del Grupo de Valoración Multicriterio de la UPAV, siendo que desde la Unión Panamericana de Asociaciones de Valuación se generen las directrices, planes y programas centrales a los gremios y asociaciones que la conforman.

El uso de herramientas tecnológicas para valuadores toma cada vez más importancia, a la vez que se aumenta la eficiencia automatizando procesos monótonos y repetitivos.

Recomendaciones

Se recomienda aplicar de manera simultánea FAHP y AHP o ANP-DEMATEL y FDEMATEL en los encargos valuatorios en los distintos países, para determinar la efectividad de uno u otro método con un mayor número de ejemplos comparativos en distintos activos, condiciones y datos de entrada.

La creación del Grupo de Valoración Multicriterio de la UPAV representaría un hito importante para nuestra región, aunado a que actualmente es más creciente la cantidad colegas realizando trabajos interesantes en esta área de investigación.

ING. LUIS ALBERTO
BERNALES
GHACHAM

info@luisbernales.com

www.luisbernales.com

RRSS: @bghacham

ING. NÉSTOR E.
SÁNCHEZ
QUINTANA

nestorsanchez35@msn.com

www.linkedin.com/in/avaluador

GRACIAS POR SU ATENCIÓN!