# METODO SAATY-EVALUACIÓN DE VARIABLES

#### 1.- DEFINIR LAS VARIABLES

Aquí se describen las variables que se utilizará para cada amenaza utilizando criterios de comparación definidos por Saaty:

Tabla 3.37 Criterios de comparación y valores numéricos, propuestos por Saaty

Criterios	Valores numéricos
Igual importancia al comparar dos variables	1
Moderada importancia de una variable sobre otra	3
Fuerte importancia de una variable sobre otra	5
Muy fuerte importancia de una variable sobre otra	7
Extrema importancia de una variable sobre otra	9
Valores de comparación intermedios	2,4,6,8

En el cálculo de los pesos de cada E.T., y sus respectivas V, se utilizará el Método Jerárquico para Asignación de Pesos, propuesto por Saaty, el cual tiene como objetivo: "Determinar los pesos o coeficiente (Ci) con los que intervienen un grupo de variables independientes (Xi) en combinación (modelo), con el fin de obtener el valor de una variable dependiente (Y = C1\*X1+C2\*X2+C3\*...+Cn\*Xn)".

#### 2.- CALIFICAR LAS VARIABLES

En segundo lugar, se debe calificar cada par de variables (en este caso, con lo mostrado en la Tabla 3.37), con los que se obtiene una primera matriz con los valores expresados como I1/I2, I1/I3....I1/In.

Tabla 3.38 Procedimiento para calificar cada par de variables, propuesto por Saaty

Variables	X1	X2	•••	Xn
X1	1	I1/I2		I1/In
X2	I2/I1	1		I2/In
•••			1	
Xn	In/I1	In/I2		1

Fuente: SIG y Evaluación Multicriterio en la Ordenación del Territorio, 2.005

#### 3.- CÁLCULO Y NORMALIZACIÓN

Posteriormente, se calcula los autovectores (Wi), donde:

W1= 
$$(1*I1/I2*I1/I3*...I1/In)^{1/n}$$
  
W2=  $(I2/I1*1*I2/I3*...I2/In)^{1/n}$   
.....Wn=  $(In/I1*In/I2*...1)^{1/n}$   
W= W1+W2+W3+....Wn

PESOS: Además, se debe calcular los pesos parciales de la siguiente manera:

El siguiente paso, es normalizar los autovectores a 1:

Al final, se forma una matriz, donde los autovectores normalizados, serán los pesos de las variables, los cuales forman parte de la ecuación de la variable dependiente creada, Y (Ver Tabla 3.39).

Tabla 3.39 Matriz del Método Jerárquico para Asignación de Pesos, propuesto por Saaty

Variables	X1	X2	•••	Xn	Wi	Ci
X1	1	I1/I2		I1/In	W1	C1
X2	I2/I1	1		I2/In	W2	C2
•••			1			
Xn	In/I1	In/I2		1	Wn	Cn
	P1	P2		Pn	$\mathbf{W}$	,

Fuente: SIG y Evaluación Multicriterio en la Ordenación del Territorio, 2.005

#### 4.- EVALUACIÓN DE LA CONSISTENCIA

El siguiente paso, es la evaluación de consistencia de la matriz formada, por lo que se debe calcular los  $\lambda i$ , que están dados por:

$$\lambda 1 = C1*P1$$
  
 $\lambda 2 = C2*p2$   
 $... \lambda n = Cn * Pn$ 

Para determinar si la matriz es consistente, se debe calcular el  $\lambda$ max=  $\sum \lambda i$ , y si este valor se acerca al número de variables independientes (n), la matriz, es consistente. Seguido de este cálculo, se puede determinar el Índice de consistencia (CI), que determina la desviación del vector  $\lambda$ max respecto a n. Asimismo, se puede calcular el Índice de consistencia aleatorio (RCI), de la siguiente manera:

$$CI = \underbrace{\begin{array}{c} \lambda max - n \\ \\ n-1 \end{array}} \qquad \qquad RCI = \underbrace{\begin{array}{c} 1,98*(n-2) \\ \\ n \end{array}}$$

A continuación, se procede a calcular la relación de consistencia, CR= CI/ RCI, en donde, mientras menor sea la relación de consistencia CR, más consistentes son los criterios dados por los especialistas. Si CR, es mayor a 0,10 los criterios son inconsistentes. Al final, el resultado de la ecuación de la variable dependiente creada será un *Índice*.

#### **VULNERABILIDADES**

#### FACTOR FÍSICO

#### VIAS DE COMUNICACIÓN

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN			
Autopista	Camino pavimentado de dos o más vías con separador			
Camino 1	Pavimentado de dos o más vías			
Camino 2	Lastrado de dos o más vías			
Camino 3	Pavimentado de una vía			
Camino 4	Lastrado de una vía			
Camino 5	De verano			
Camino 6	De herradura			
Camino 7	Sendero			
Línea férrea	Vía del ferrocarril			

CLASES	DESCRIPCIÓN
1	Camino pavimentado de dos o más vías, autopista
2	Camino pavimentado de una vía, lastrado de dos o más vías

3	Camino lastrado de una vía, línea férrea
4	Camino de verano, herradura, sendero

CATEGORÍAS, PONDERACIÓN		TIPO DE VÍA	MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN	DISTANCIA AL RÍO < 500 m	SUMATORIA
INDICADORES, PESOS		5	9	8	88
MUY ALTA	4	Camino de verano, herradura, sendero	Tierra	Х	
ALTA	3	Camino lastrado de una vía, línea férrea	Lastre	Х	
MEDIA	2	Camino pavimentado de una vía, lastrado de dos o más vías	Pavimento, Lastre	Х	
ВАЈА	1	Camino pavimentado de dos o más vías, autopista	Pavimento, Hormigón	Х	22

INUNDACIONES							
Vulnerabilidad	Vulnerabilidad Tipo de Vía						
	Camino de Herradura						
MUY ALTA	Camino de Verano	668					
	Sendero						
ALTA	Camino lastrado de una vía	284					
MEDIA	Camino Lastrado de dos o más vías	79					
MEDIA	Camino Pavimentado de una vía						
BAJA	Camino Pavimentado de dos o más vías	8					
SIN VULNERABLI	1291						
	TOTAL	2330					

#### VIVIENDAS

_					. "	
l	Códiao	HODMICON	MAMPOSTERIA	MADEDA	CAÑA GUADUA	TOTAL
	t.0aia0		MAMPUSIERIA	MADERA	LANA GUADUA	IUIAI

	TECH0	PARED	PIS0	ESTRUCTURA	
Código	Losa Asbesto Zinc Paia	Adobe Madera Caña	Entablado Baldosa Caña Tierra	Hormigon Hierro Mamposte Madera	TOTAL

## VULNERABILIDAD SOCIAL

## DENSIDAD POBLACIONAL

DENSIDAD POBLACIONAL (HAB./Km2.)	VULNERABILIDAD
100 - 142	MUY ALTA
55 - 99	ALTA
27 - 54	MEDIA
1 - 26	ВАЈА

#### SERVICIOS BÁSICOS

CATEGORÍAS, PONDERACIÓN INDICADORES, PESOS		ABASTECIMIENTO DE AGUA	ELIMINACIÓN DE AGUAS SERVIDAS	BASURA	SUMATORIA
		9	8	4	84
MUY ALTA	4	RÍO, OTRO	POZO CIEGO, OTRO	OTRO	
ALTA	3	POZO	POZO SÉPTICO	INCINERACIÓN	
MEDIA	2	CARRO REPARTIDOR	POZO SÉPTICO	TERRENO BALDÍO	
ВАЈА	1	RED PÚBLICA	RED PÚBLICA	RED PÚBLICA	21

#### **VULNERABILIDAD ECONÓMICA**

Dentro de esta categoría se utilizaron los cuatro sistemas de producción establecidos dentro de la metodología, a saber: Empresarial, Combinado, Mercantil, Marginal, que contempla los medios de producción como semilla, mano de obra, maquinaria, riego, acceso y tenencia de la tierra, destino de la producción entre otros

Indicador	Categorías	Sistemas de Producción	Actividad Económica	Sumatoria para definir rangos y niveles de vulnerabilidad	
Pesos	Ponderación	10	5		
MUY ALTO	4	Marginal, sistema desligado del crecimiento económico, baja rentabilidad, los ingresos familiares derivan de la venta de su fuerza de trabajo.	parcelas pequeñas, producciones destinadas al autoconsumo y excedentes al	60	
ALTO	3	Mercantil, sistema articulado con el mercado, pero no logra capitalizar la UPA, ligado a la	parcelas pequeñas a medianas,	45	

		familia campesina.	comercio local	
MEDIO	2	Combinado, sistema que se basa en el comercio de sus productos, cuenta con una fuerza laboral asalariada e invierte en tecnología.	Comercio Regional	30
ВАЈО	1	Empresarial, producciones vinculadas a la agroindustria o a la agroexportación, alta inversión en tecnologías.	Comercio regional y de Exportación	15

	INUNDACIOI	NES		
Vulnerabilidad	Cobertura	Superficie Aprox. (ha)		
	Arroz			
	Cacao			
	Maíz			
ALTA	Arboricultura	34.400		
	Tropical			
	Pasto cultivado			
	Soya			
	Banano			
	Cacao			
	Caña de Azúcar			
MEDIA	Maíz	14.138		
WEDIA	Arboricultura	14.100		
	Tropical			
	Pasto cultivado			
	Soya			
	Banano			
	Cacao			
	Maíz			
	Arboricultura			
BAJA	Tropical	10.249		
	Palma Africana			
	Pasto cultivado			
	Soya			
	Teca			

## **EJEMPLO**

## VARIABLES FÍSICAS

• VIAS DE COMUNICACIÓN

# 1. VARIABLES

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Autopista	Camino pavimentado de dos o más vías con separador
Camino 1	Pavimentado de dos o más vías
Camino 2	Lastrado de dos o más vías
Camino 3	Pavimentado de una vía
Camino 4	Lastrado de una vía
Camino 5	De verano
Camino 6	De herradura
Camino 7	Sendero

# 2.-CALIFICACIÓN ENTRE VARIABLES

6 1/5	1/5
1/5	1/5
1/4	1/5
1/4	1/4
1/2	1/3
1/2	1/2
1	1/2
2	1
	1/4

## V 2.-CALIFICACIÓN ENTRE VARIABLES

VARIABLES	1	2	3	4	5	6	7	W	Wn
1	1	1/2	1/3	1/3	1/4	1/5	1/5	0,0005556	0,3427371
2	2	1	1/2	1/2	1/3	1/4	1/5	0,0083333	0,5046312
3	3	2	1	1/2	1/2	1/4	1/4	0,0937500	0,7130808
4	3	2	2	1	1/2	1/2	1/3	1,0000000	1,0000000
5	4	3	2	2	1	1/2	1/2	12,0000000	1,4261616
6	5	4	4	2	2	1	1/2	160,0000000	2,0647824
7	5	5	4	3	2	2	1	1200,0000000	2,7534870
Pn	23	17,500	13,833	9,333	6,583	4,700	2,983	1373,1026389	8,8048801



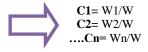
 $\begin{aligned} \mathbf{W1} &= (1*I1/I2*I1/I3*...I1/In)^{1/n} \\ \mathbf{W2} &= (I2/I1*1*I2/I3*...I2/In)^{1/n} \\ .....\mathbf{Wn} &= (In/I1*In/I2*...1)^{1/n} \\ \mathbf{W} &= W1+W2+W3+....Wn \end{aligned}$ 



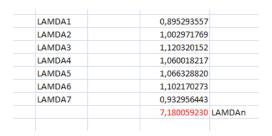
**P1**= 1+I2/I1+...In/I1 **P2**= 1+I1/I2+...In/I2 .....**Pn**= 1+I1/In+I2/In...+1

## 3.-CALCULO DE COEFICIENTES

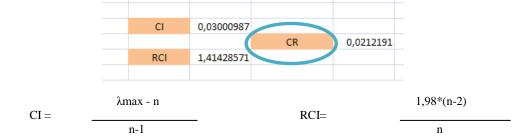
VARIABLES	1	2	3	4	5	6	7	W	Wn	C \
1	1	1/2	1/3	1/3	1/4	1/5	1/5	0,0005556	0,3427371	0,038925807
2	2	1	1/2	1/2	1/3	1/4	1/5	0,0083333	0,5046312	0,057312672
3	3	2	1	1/2	1/2	1/4	1/4	0,0937500	0,7130808	0,080986999
4	3	2	2	1	1/2	1/2	1/3	1,0000000	1,0000000	0,11357338
5	4	3	2	2	1	1/2	1/2	12,0000000	1,4261616	0,161973998
6	5	4	4	2	2	1	1/2	160,0000000	2,0647824	0,234504313
7	5	5	4	3	2	2	1	1200,0000000	2,7534870	0,31272283
Pn	23	17,500	13,833	9,333	6,583	4,700	2,983	1373,1026389	8,8048801	



#### 4.- CALCULO DE CONSISTENCIA



$$\lambda 1 = C1*P1$$
  
 $\lambda 2 = C2*p2$   
...  $\lambda n = Cn * Pn$ 



A continuación, se procede a calcular la relación de consistencia, CR= CI/ RCI, en donde, mientras menor sea la relación de consistencia CR, más consistentes son los criterios dados por los especialistas. Si CR, es mayor a 0,10 los criterios son inconsistentes. Para el cálculo de los valores enteros de los pesos, se procede a dividir cada uno de los *Ci normalizados a 1*, para el menor valor de *Ci* obtenido para las variables.

NORM	AUZAR	
0,04	1,00	
0,06	1,47	Pesos finales de
0,08	2,08	las variables
0,11	2,92	analizadas.
0,16	4,16	alializadas.
0,23	6,02	
0,31	8,03	
1,00		

# VIAS DE COMUNICACIÓN: 1\*CAMINO1+1\*CAMINO2+2\*CAMINO 3+3CAMINO4+4\*CAMINO 5+6\*CAMINO 6+8\*CAMINO7