

Instituto de Estudios Ambientales IDEA  
Sede Manizales  
25 Años



UNIVERSIDAD  
**NACIONAL**  
DE COLOMBIA



## **SEMINARIO INTERDISCIPLINAR INGENIERÍA, RIESGO Y CULTURA**

**La Experiencia de Manizales - Homenaje In Memoriam: Samuel Darío Prieto Ramírez**

**En el marco de los 25 años del Instituto de Estudios Ambientales IDEA  
de la Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales**

**Noviembre 8 de 2016**



*In Memoriam*  
*Samuel Darío Prieto Ramírez*  
*(1949 - 2016)*



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

SECCIONAL MANIZALES

Facultad de:

REGISTRO DE CALIFICACIONES

368.8186  
4.28

Nombre Prieto Ramírez Samuel Darío

Nº

T. I. 6 C. C. 10.214.903 Manizales

L. M. Nº

Fecha de Nacimiento: 18 enero / 49

Lugar de Nacimiento: Manizales

Nacionalidad: colombiano

Nombre de los Padres: Samuel y Ofelia

Dirección de los Padres: calle 51 No. 21-42

Bachiller del Colegio: Instituto Universitario

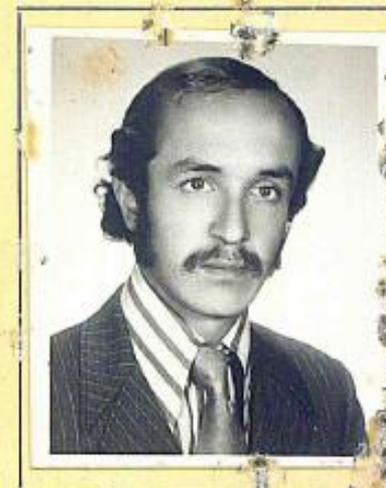
Año: 1966

Matrícula Nº : 0885

Año:

Grado de: bachiller

Año:



**OBSERVACIONES:**

Diploma de bachiller expedido por el Instituto Universitario ,registrado en la Gobernación de Caldas, anotado Folio 10 - P.libro de registros No. 1, Manizales diciembre 3 / 66 .

**Decano:  
Ingeniero Civil  
Oscar Castro García**

**Secretario de Facultad:  
Señor Aníbal Osorio**

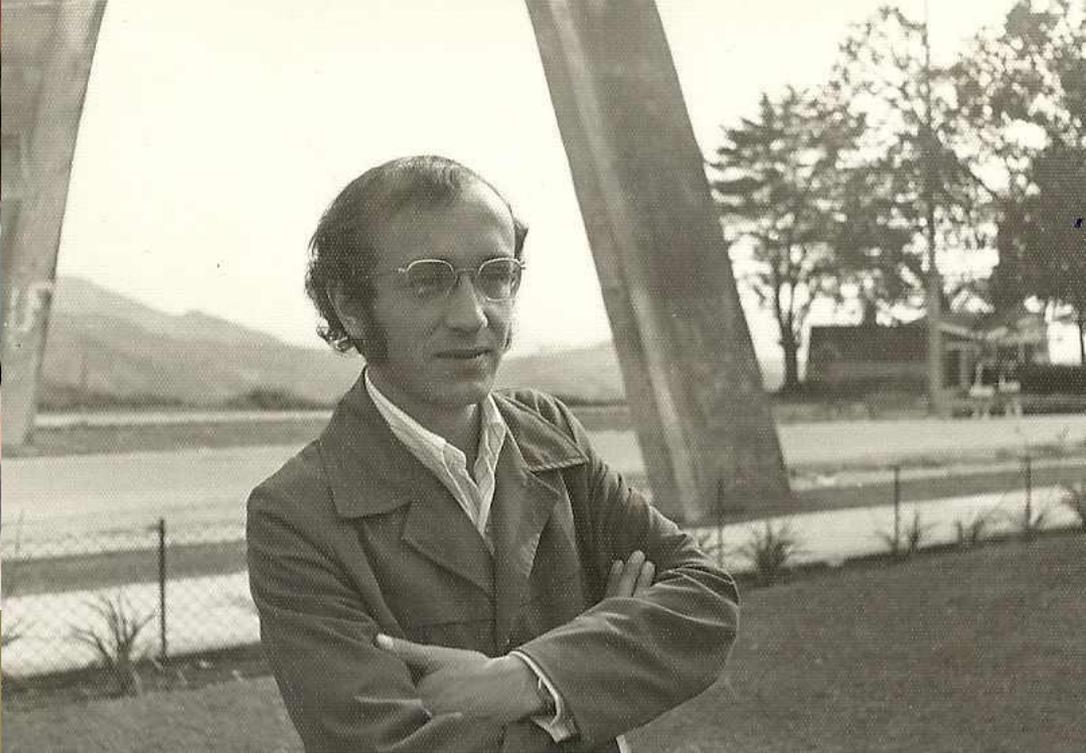
**Ingeniero  
Samuel Darío Prieto R.**



***Se graduó como Ingeniero Civil en septiembre de 1972***



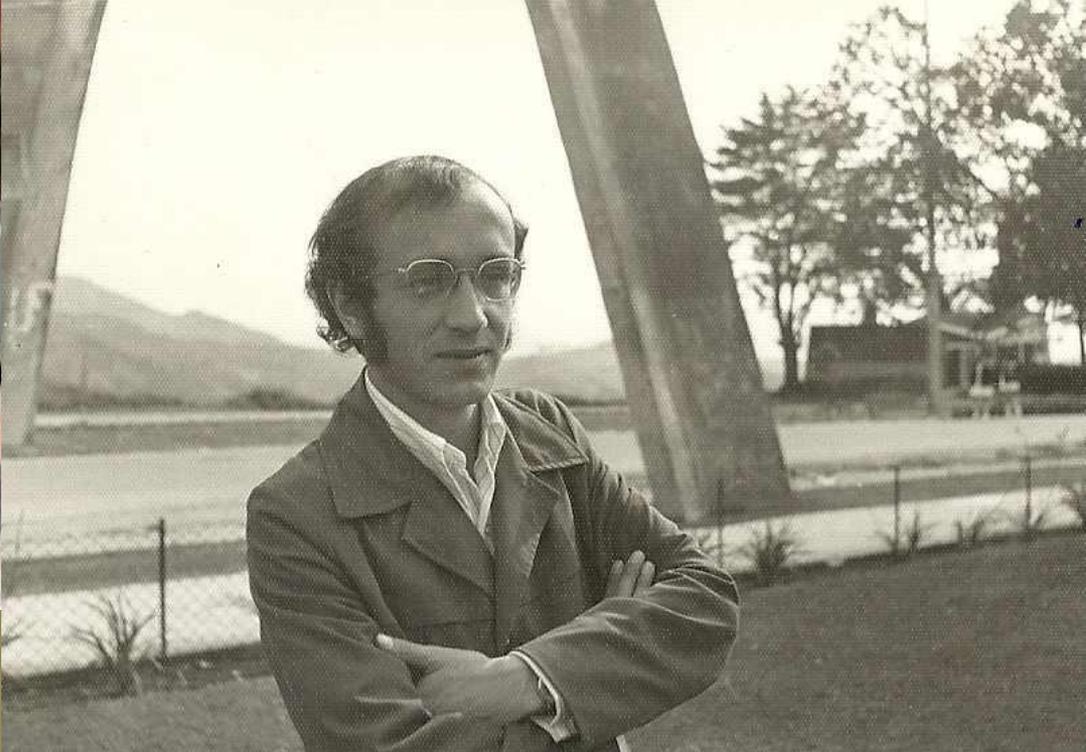
***Su inteligencia, locuacidad e inigualable fuerza de voz dirigieron el discurso de graduación***



**Recién graduado compró un campero:**

***“...Land Rover Santana modelo 1965 a 1969.... era carpado y recuerdo que ya estaba patiado ...”***

**Andrés Prieto Ramírez**



**SEMINARIO INTERDISCIPLINAR INGENIERÍA, RIESGO Y CULTURA**  
**La Experiencia de Manizales**  
**– Homenaje In Memoriam: Samuel Darío Prieto Ramírez –**

***Nuevos estudios geotécnicos de Manizales:  
Alerta temprana de deslizamientos detonados por lluvia***

Por:

Oscar Correa Calle, IC, IE, Msc  
Profesor Asociado, UNC

y

Francisco J. García Orozco, IC, IE, PhD  
Profesor Asociado, UNC

**Noviembre 8 de 2016**

# CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN

2. INVENTARIO DE DESLIZAMIENTOS

3. REGISTROS DE LLUVIAS

4. RELACIONES LLUVIA – DESLIZAMIENTO

5. ALERTA TEMPRANA DE DESLIZAMIENTOS POR LLUVIA

6. CONCLUSIONES

# INTRODUCCIÓN

# CRÉDITOS



Convenio Interinstitucional  
Universidad Nacional de Colombia - Corpocaldas



## COINVESTIGADORES

Ing. CARLOS EDUARDO RODRÍGUEZ PINEDA  
Ing. FRANCISCO JAVIER GARCÍA OROZCO  
Arq. MIGUEL ÁNGEL AGUILAR GÓMEZ  
Arq. LEONARDO JAIRO GIRALDO  
Ing. JAIRO ANDRÉS PAREDES LÓPEZ  
Geo. EUGENIO DUQUE ESCOBAR

## GRUPOS DE TRABAJO ACADÉMICO

HIDRÁULICA Y AMBIENTAL  
GESTIÓN DEL RIESGO  
INGENIERÍA SÍSMICA

## AUXILIARES DE INVESTIGACIÓN

Cerca de 20 estudiantes

*Instituto de Estudios Ambientales (IDEA) –  
Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales*

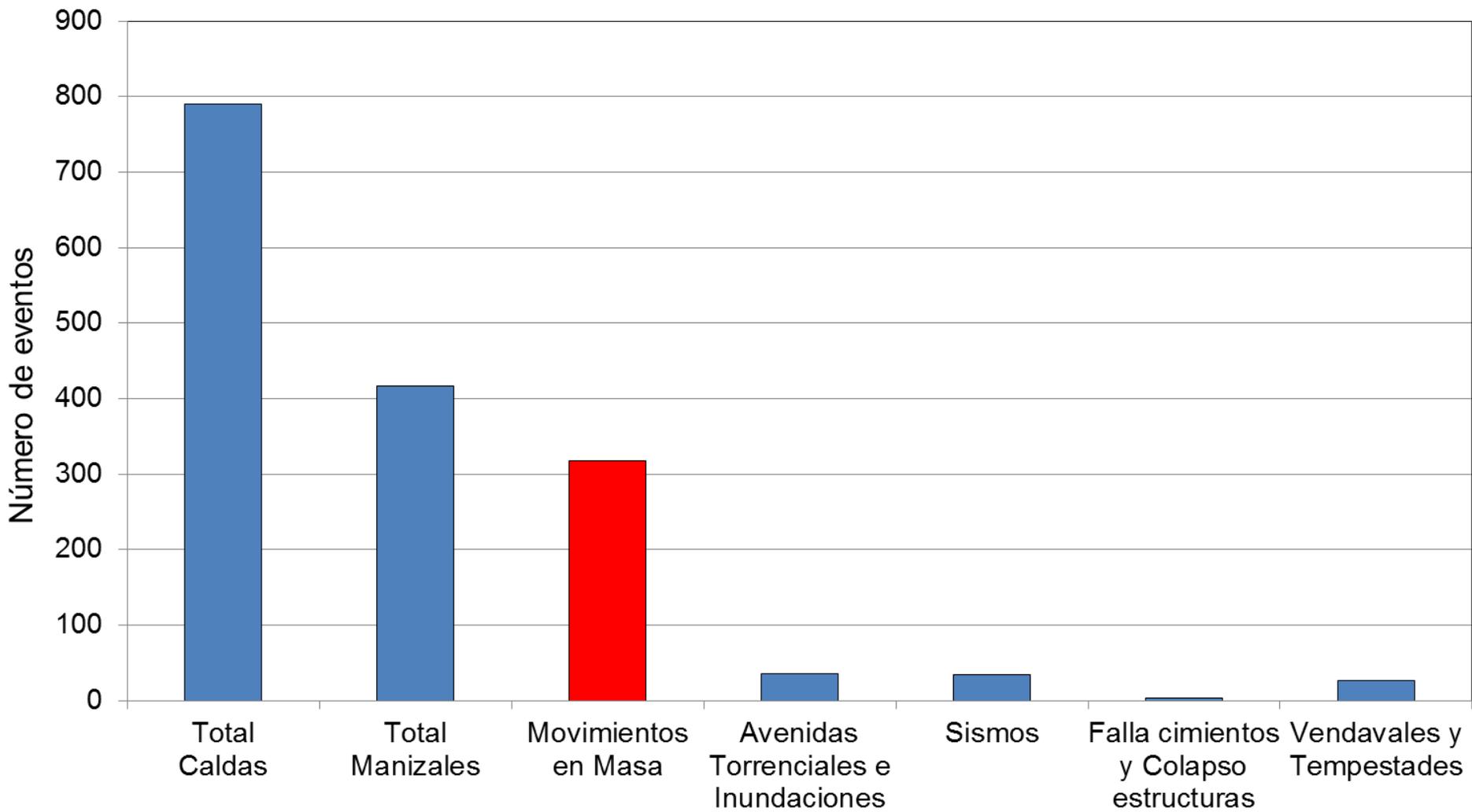


***Deslizamiento Avenida Centenario (Cortesía Corpocaldas)***

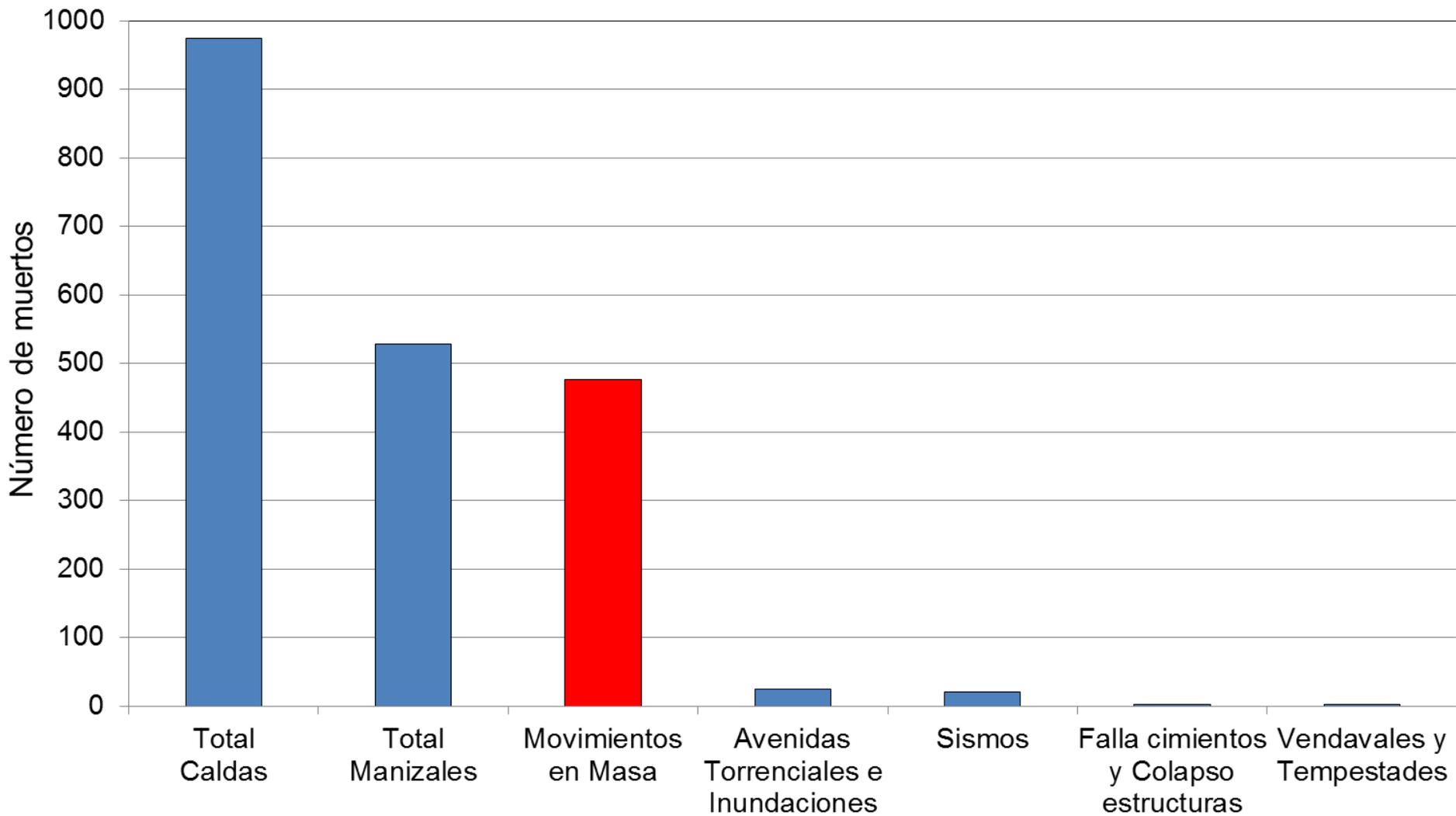


***Deslizamiento Avenida Centenario (Cortesía Corpocaldas)***

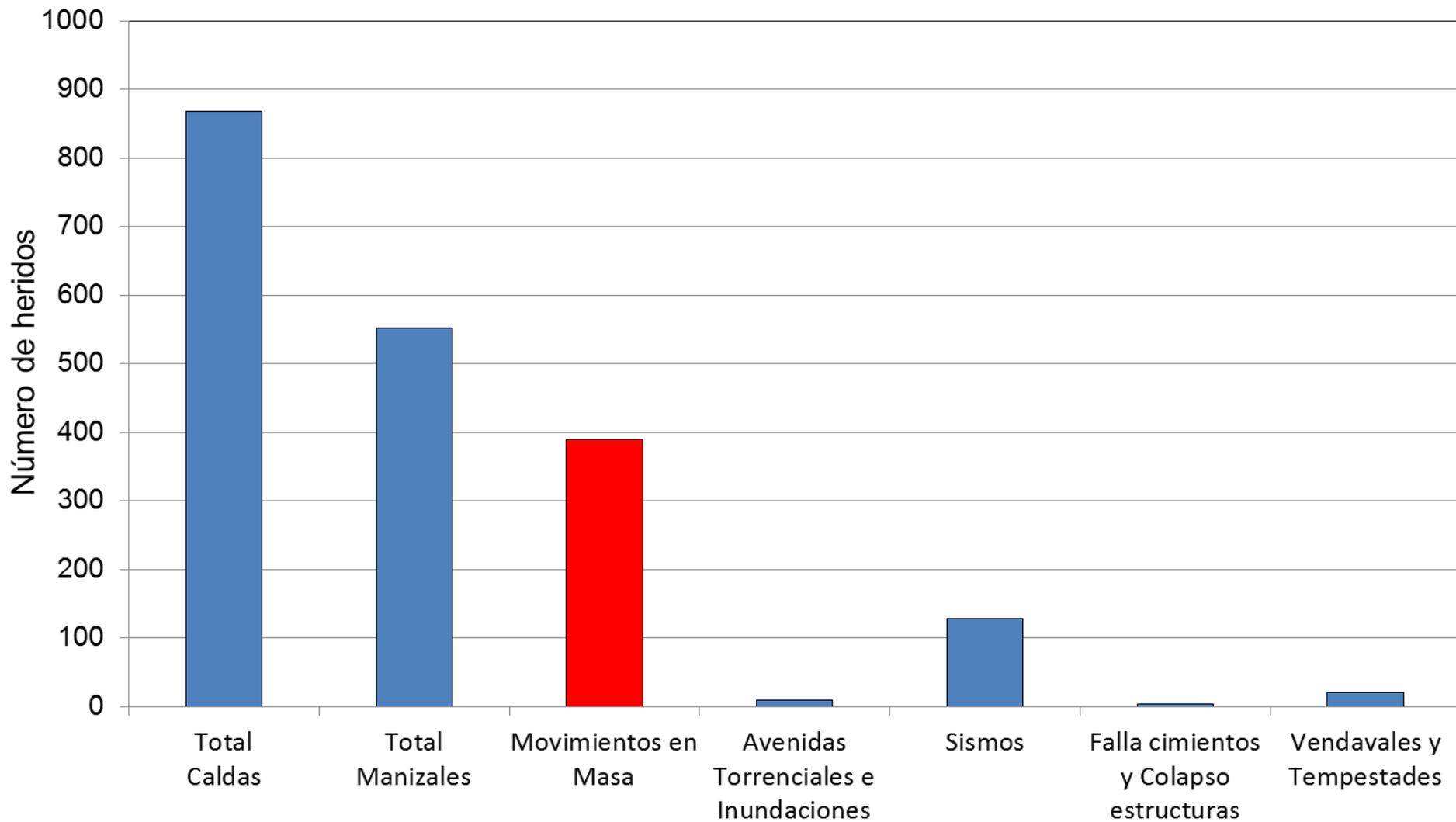
## Número de Eventos Catastróficos Registrados (SGC: antes Ingeominas, 1914 - 1997)



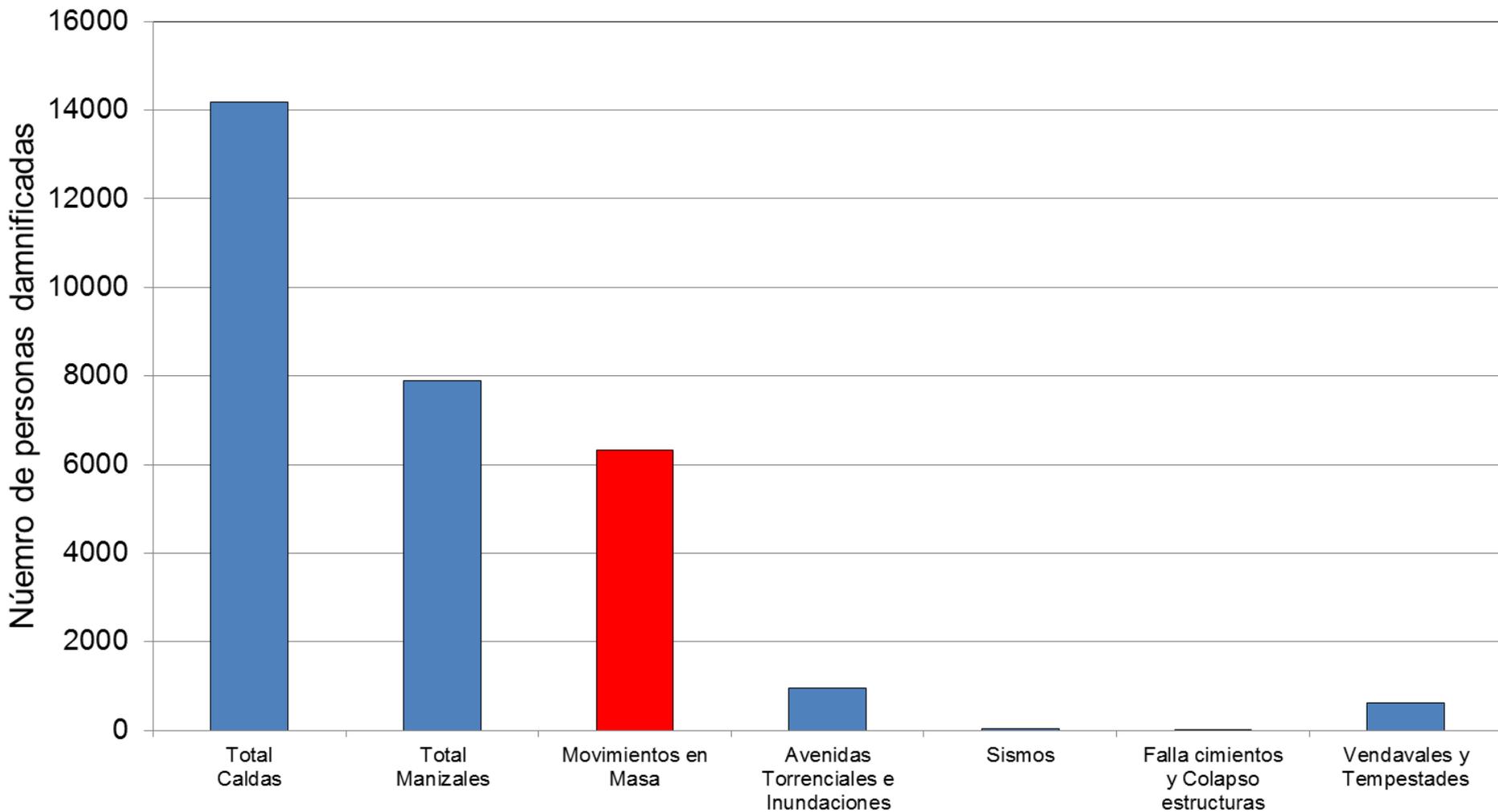
## Número de Muertos Registrados (SGC: antes Ingeominas, 1914 - 1997)



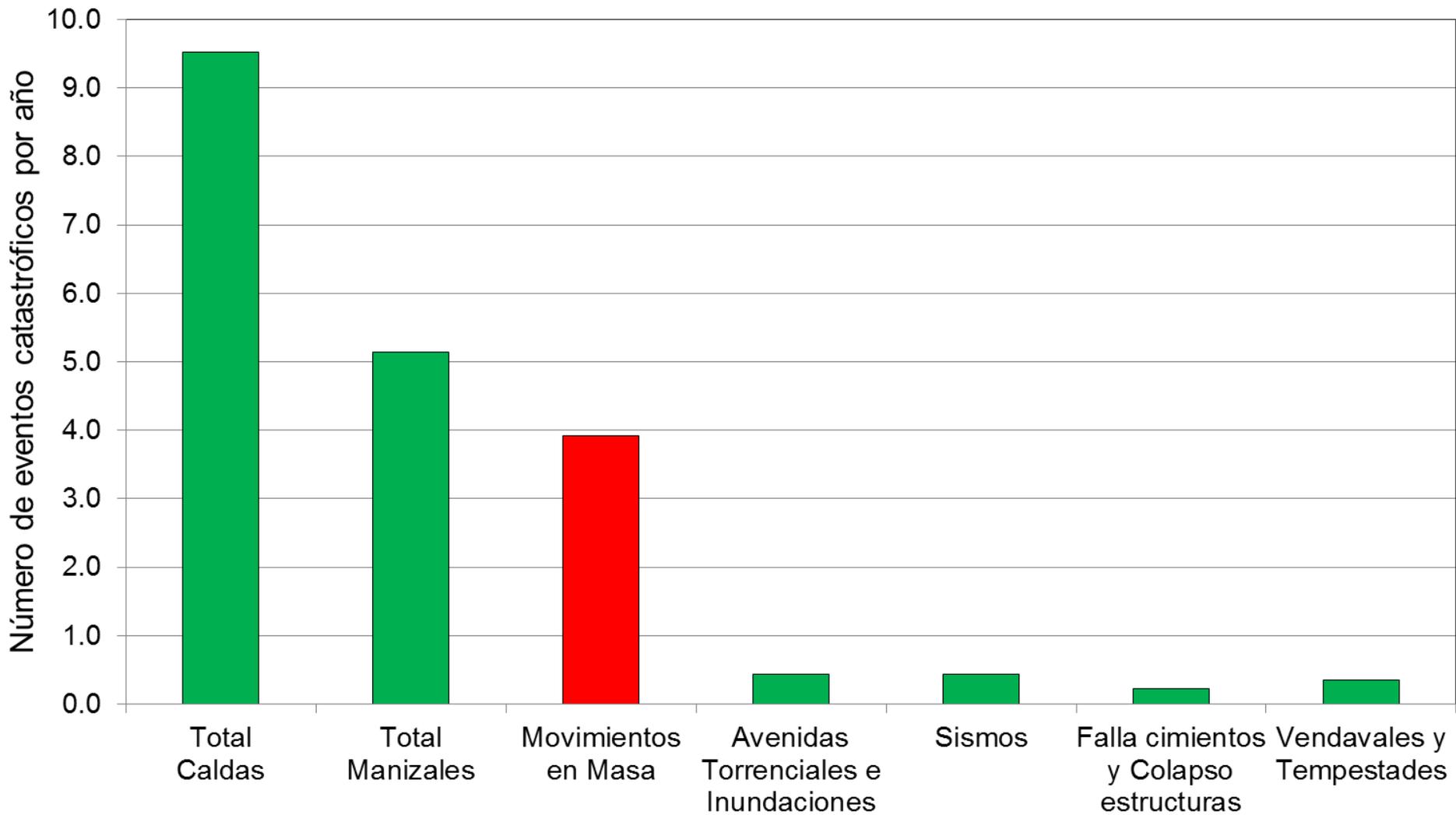
## Número de Heridos por Tipo de Evento (SGC: antes Ingeominas, 1914 - 1997)



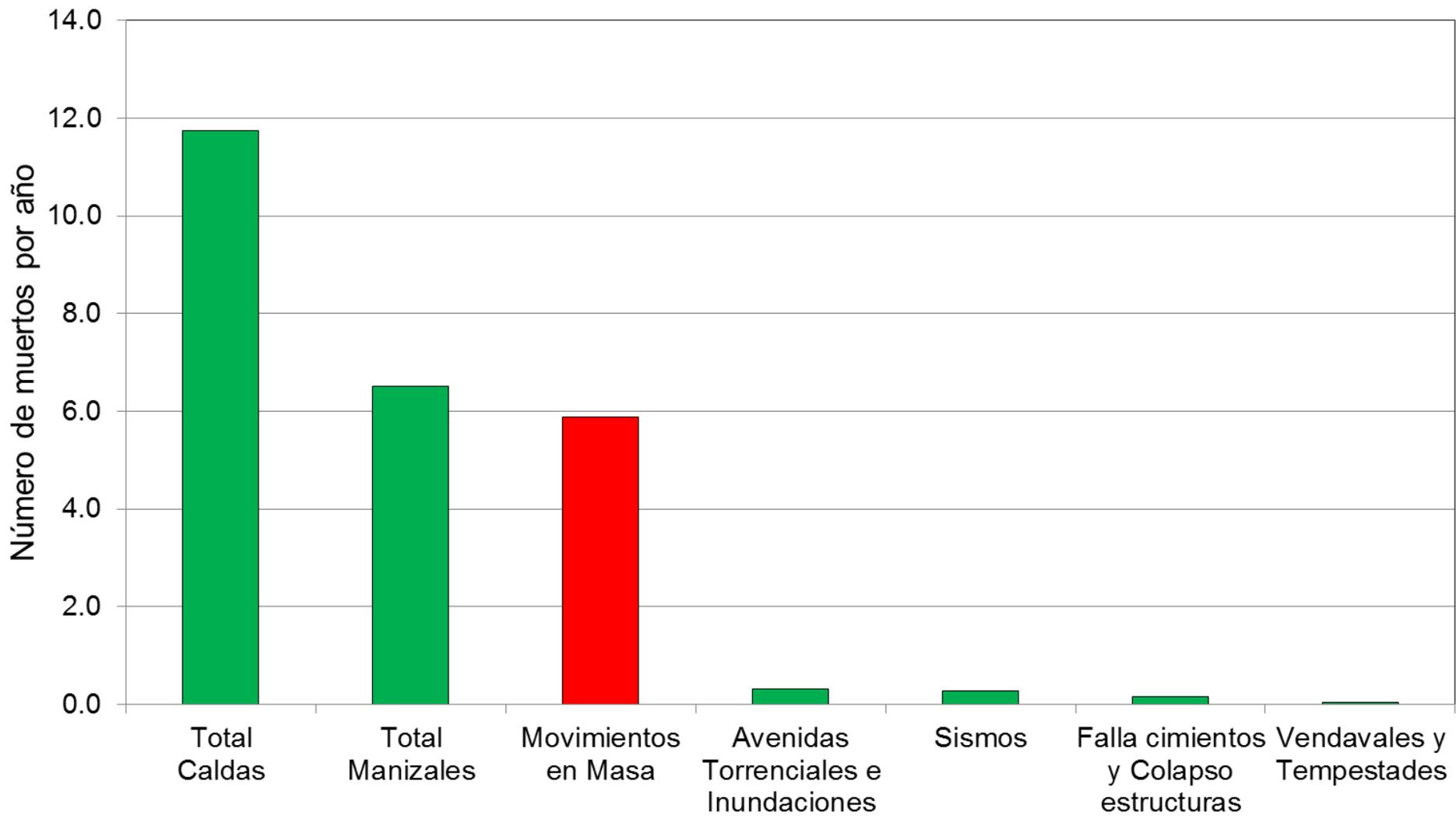
## Número de Personas Damnificadas (SGC: antes Ingeominas, 1914 - 1997)



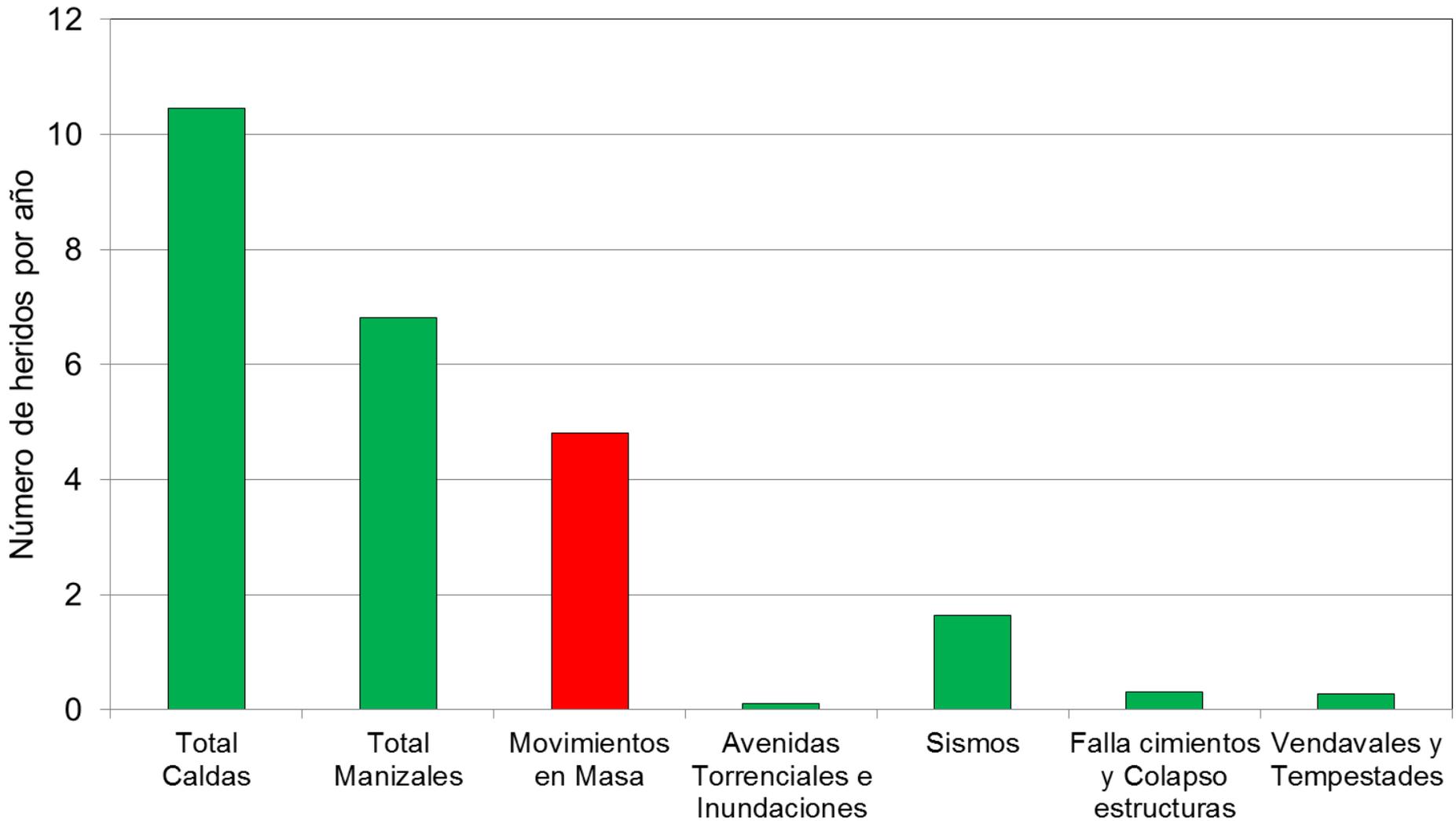
# Eventos Catastróficos por año (SGC: antes Ingeominas, 1914 - 1997)



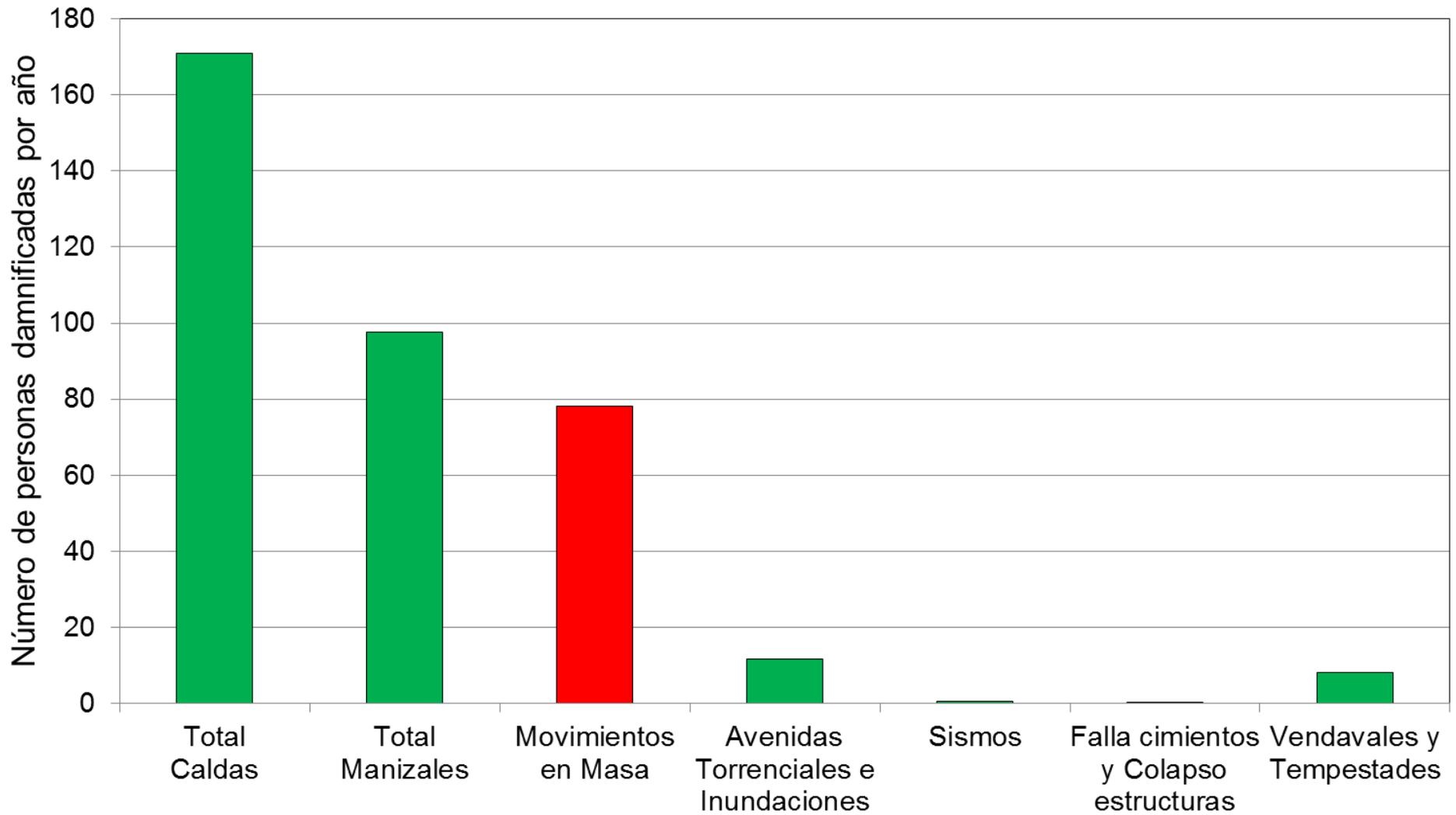
# Número de Muertos por año (SGC: antes Ingeominas, 1914 - 1997)



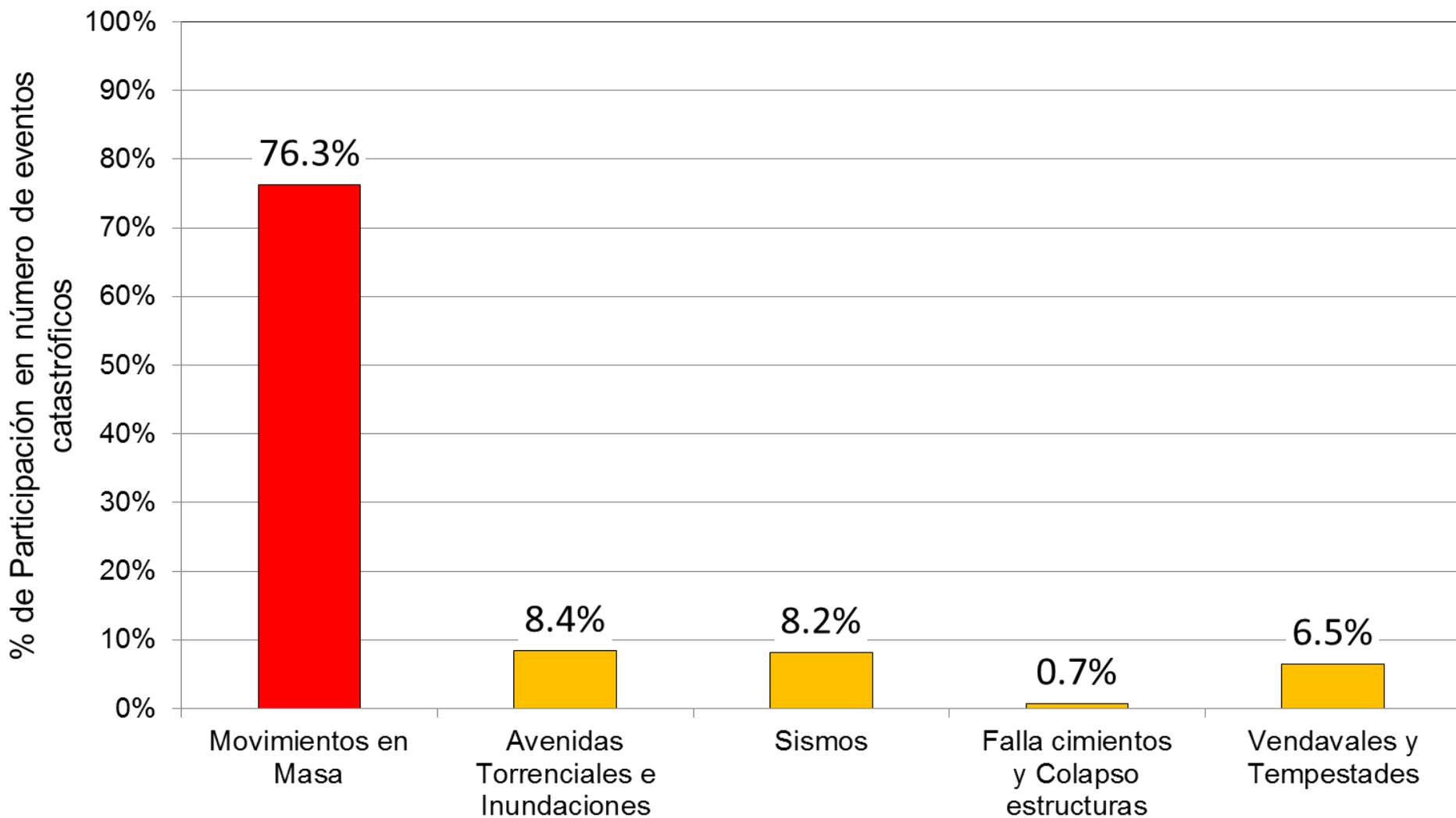
# Número de Heridos por año (SGC: antes Ingeominas, 1914 - 1997)



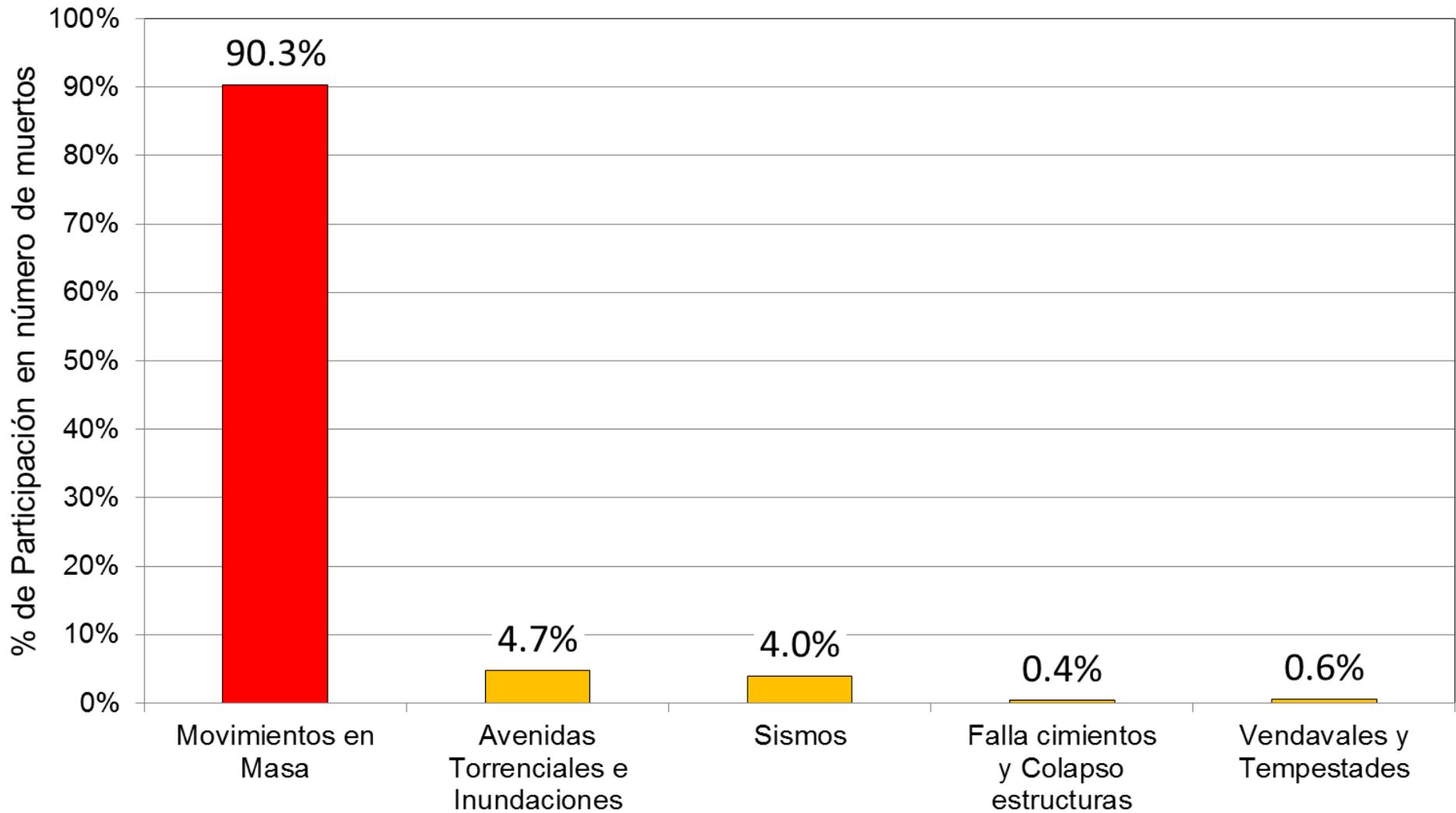
## Número de Personas Damnificadas por año (SGC: antes Ingeominas, 1914 - 1997)



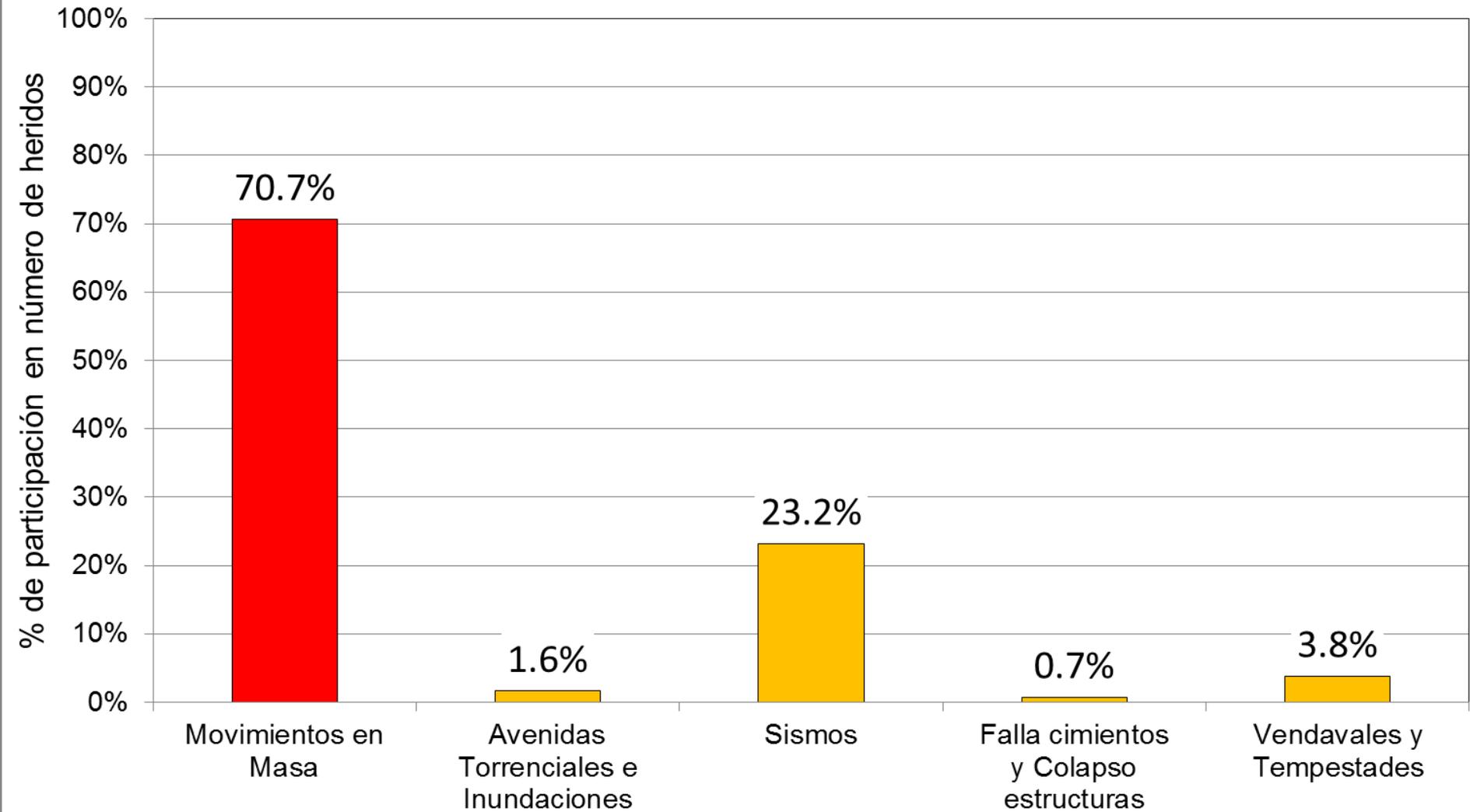
## % Participación en Número de Eventos Catastróficos (SGC: antes Ingeominas, 1914 - 1997)



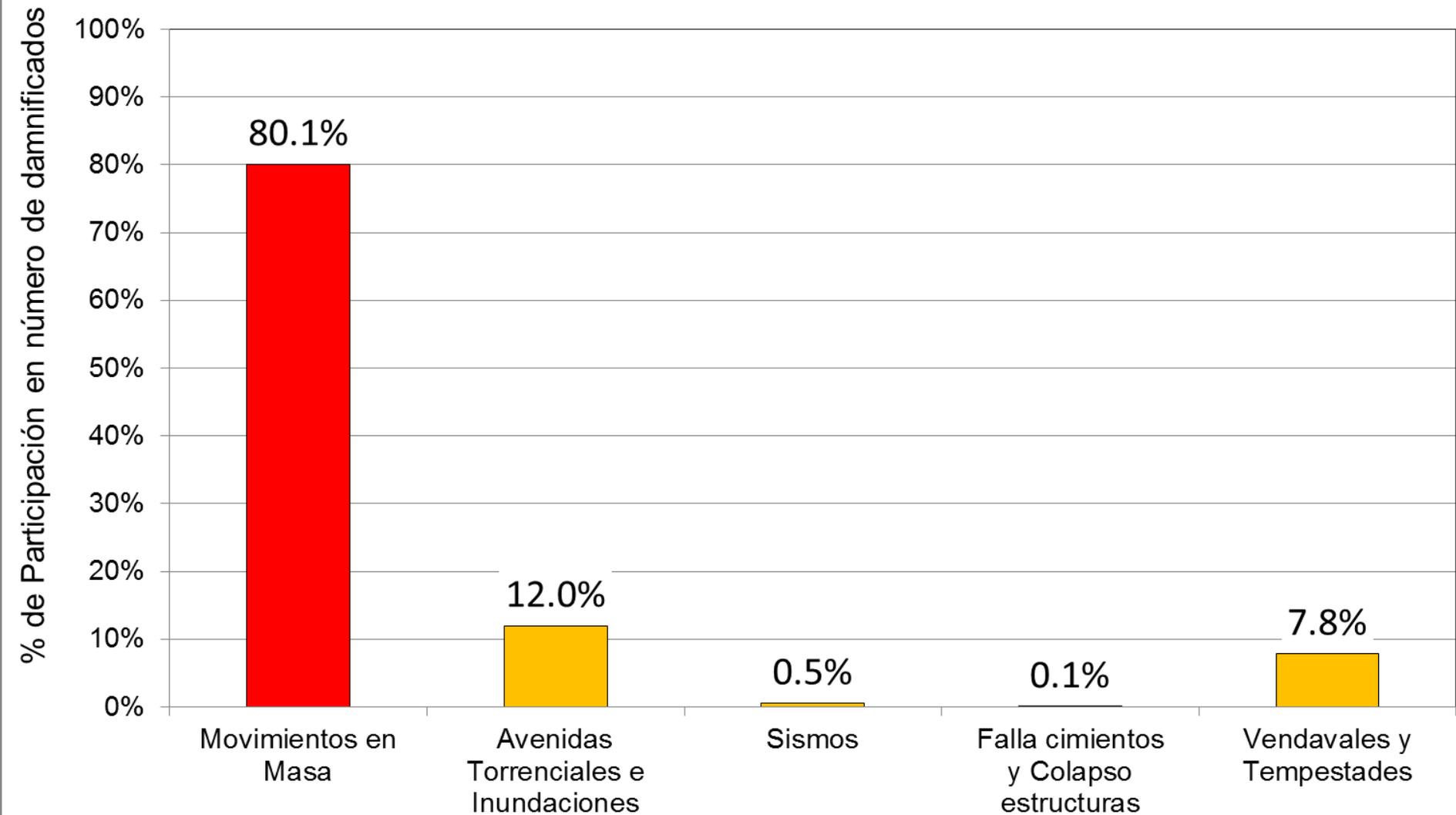
## % Participación en Número de Muertos (SGC: antes Ingeominas, 1914 - 1997)



## % Participación en Número de Heridos (SGC: antes Ingeominas, 1914 - 1997)



## % Participación en Número de Personas Damnificadas (SGC: antes Ingeominas, 1914 - 1997)





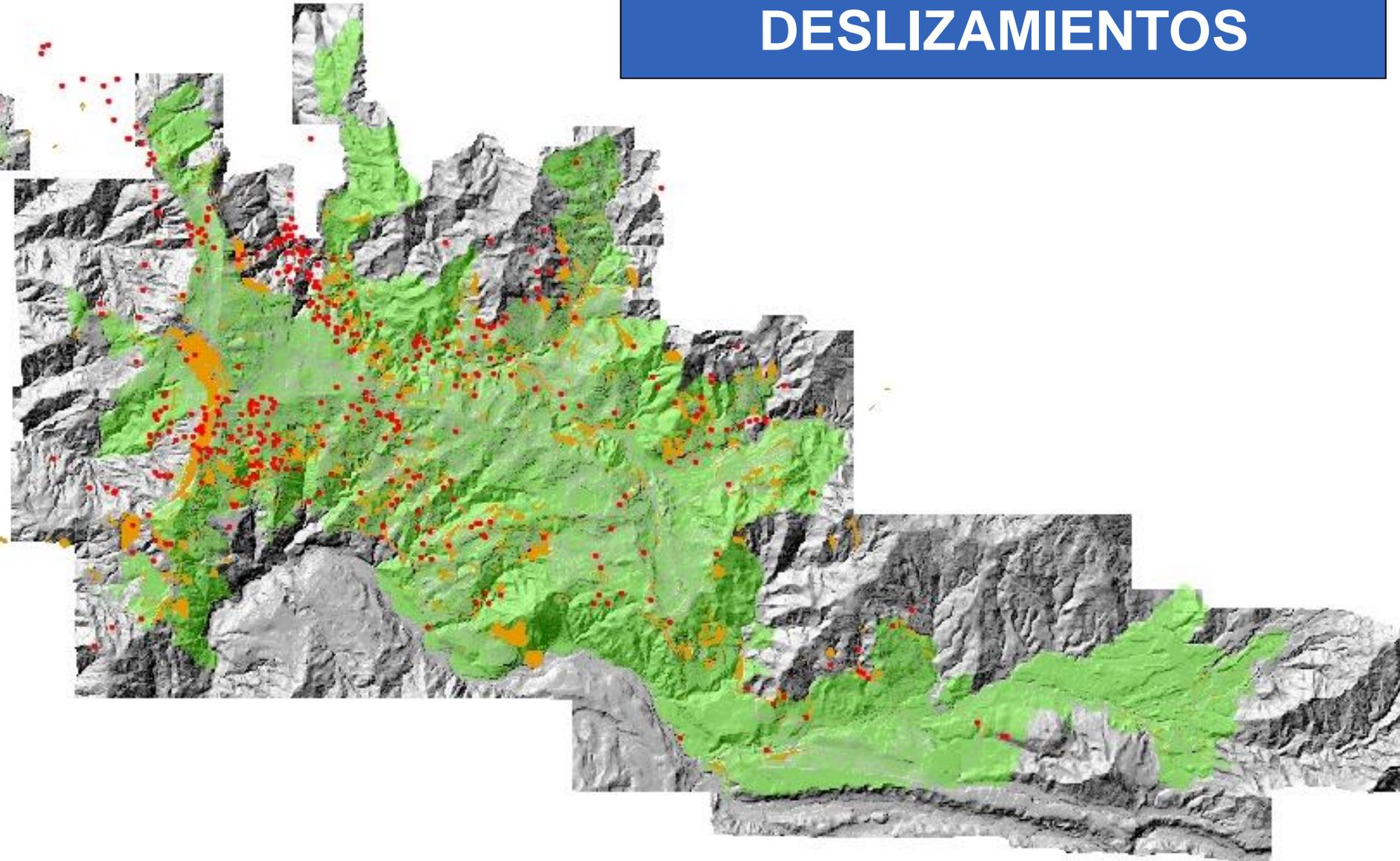
***Deslizamiento La Carolita. Diciembre 21 de 1993***

# INVENTARIO DE DESLIZAMIENTOS

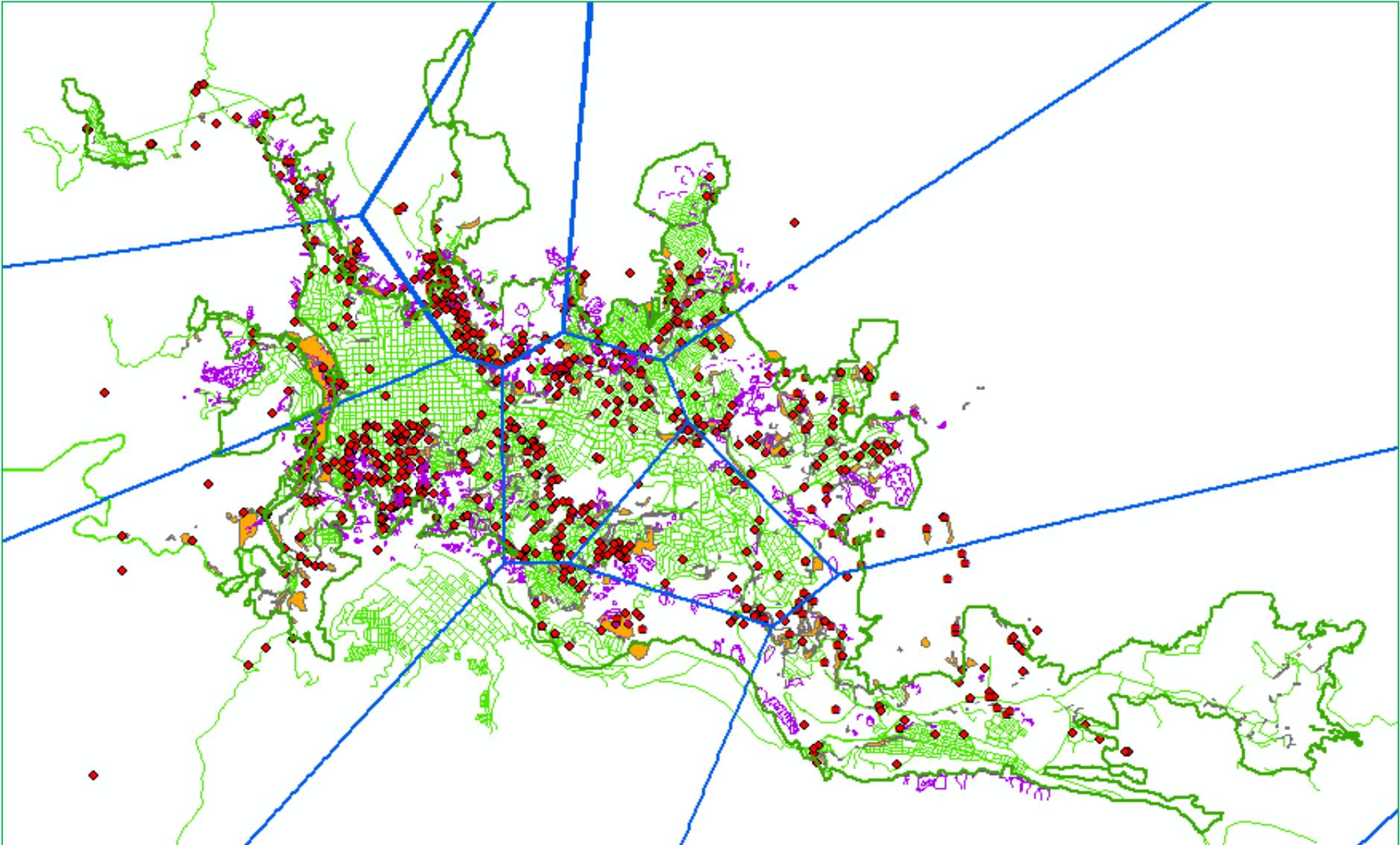
## INVENTARIOS SIG DE DESLIZAMIENTOS:

- Creación del SIG de la Alcaldía (1999)
- Comenzó registro sistemático y espacial de MM.
- “Olas Invernales”: 1999, 2003, 2007, 2008, 2009, y 2010.
- [Arango \(2000\)](#): Inventario de deslizamientos de la Comuna 2 (San José). Fuentes: Chardón (1993); Chamat (1997); Londoño (1997); Van Westen (1993), Municipio, Bomberos.
- Inventario de Corpocaldas (2000 – 2011)

# INVENTARIO DE DESLIZAMIENTOS

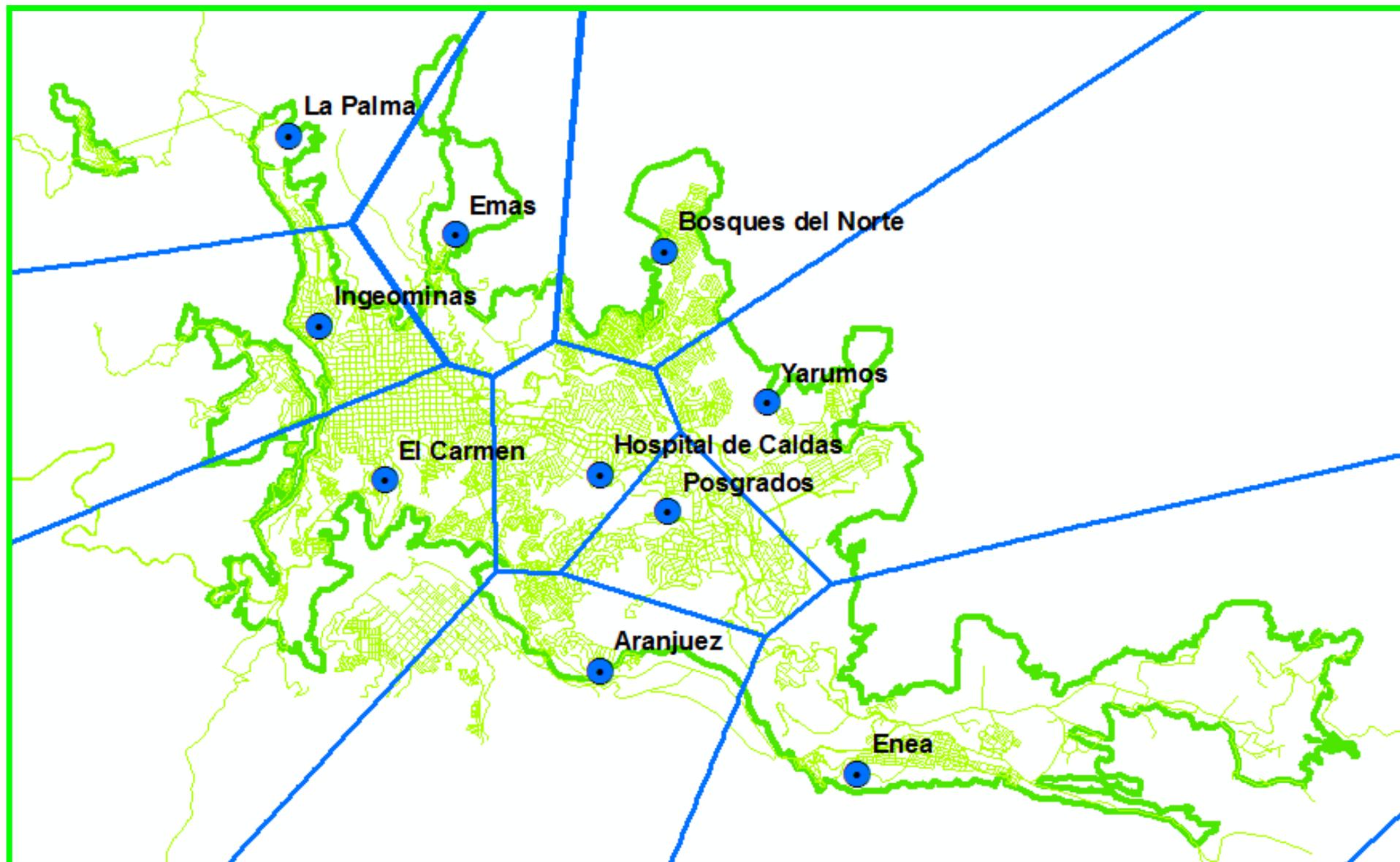


# INVENTARIO DE DESLIZAMIENTOS POR ZONAS



# REGISTROS DE LLUVIAS

# RED DE ESTACIONES Y POLÍGONOS DE THIESEN



# RELACIONES LLUVIA - DESLIZAMIENTO

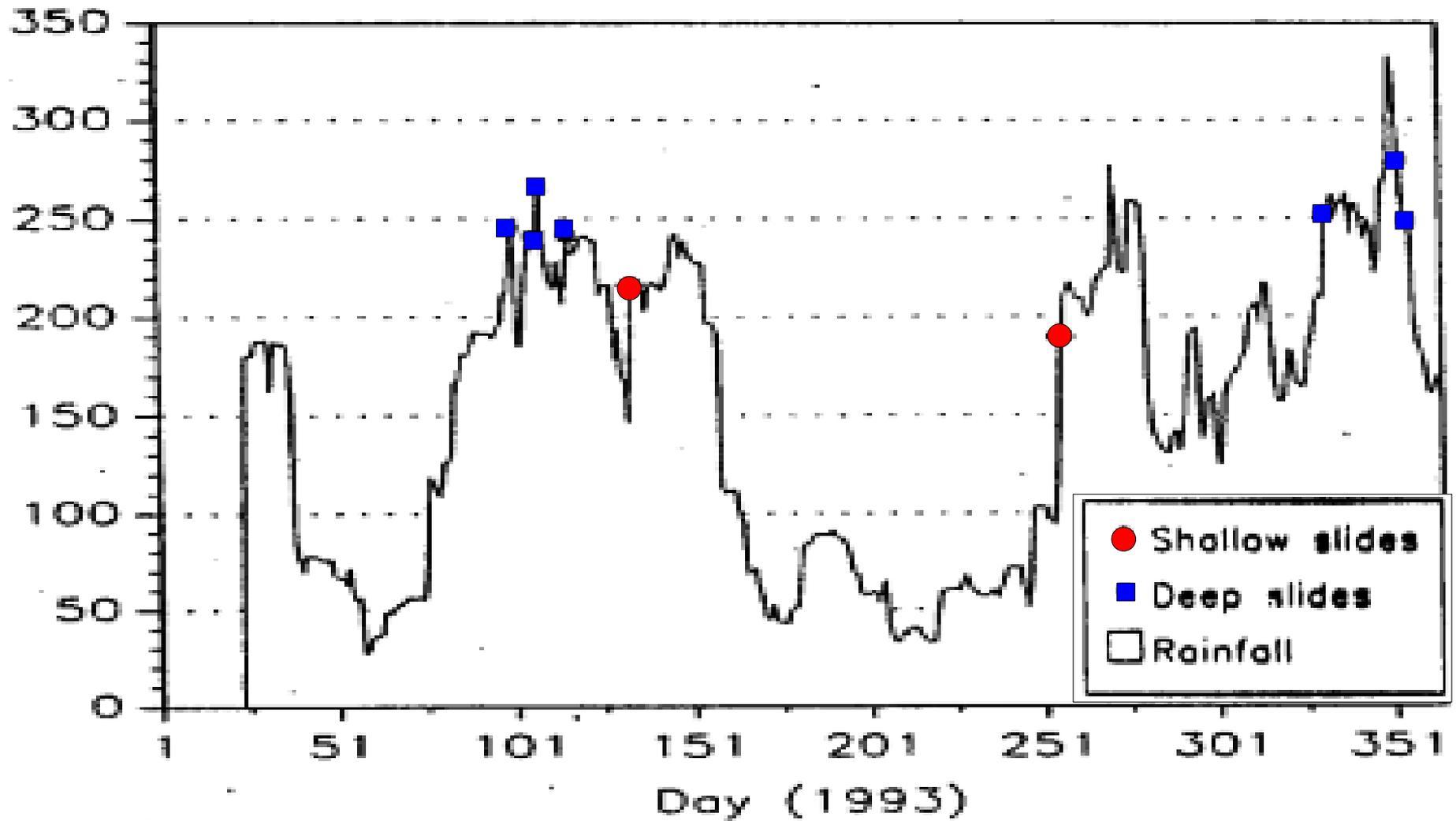
# RELACIONES LLUVIA - DESLIZAMIENTO

Mark T. J. Terlien. M (1996):

"Modeling Spatial and Temporal Variations in Rainfall – Triggered Landslides”:

- Seleccionó cuenca piloto
- Levantó inventario de deslizamientos
- Relacionó lluvias y deslizamientos
- Estableció umbrales de lluvia que detonan deslizamientos
- Evaluó FS en zonas estables de la cuenca
- Zonificación de amenaza por deslizamientos

Antecedent rainfall of 25 days [mm]



Lluvia antecedente de 25 días (incluyendo la lluvia del día del evento) y eventos de deslizamiento en 1993, como una función del tiempo para el área de estudio (únicamente del día 32 hasta el día 181) y para Manizales (año completo). (Terlien, 1996).

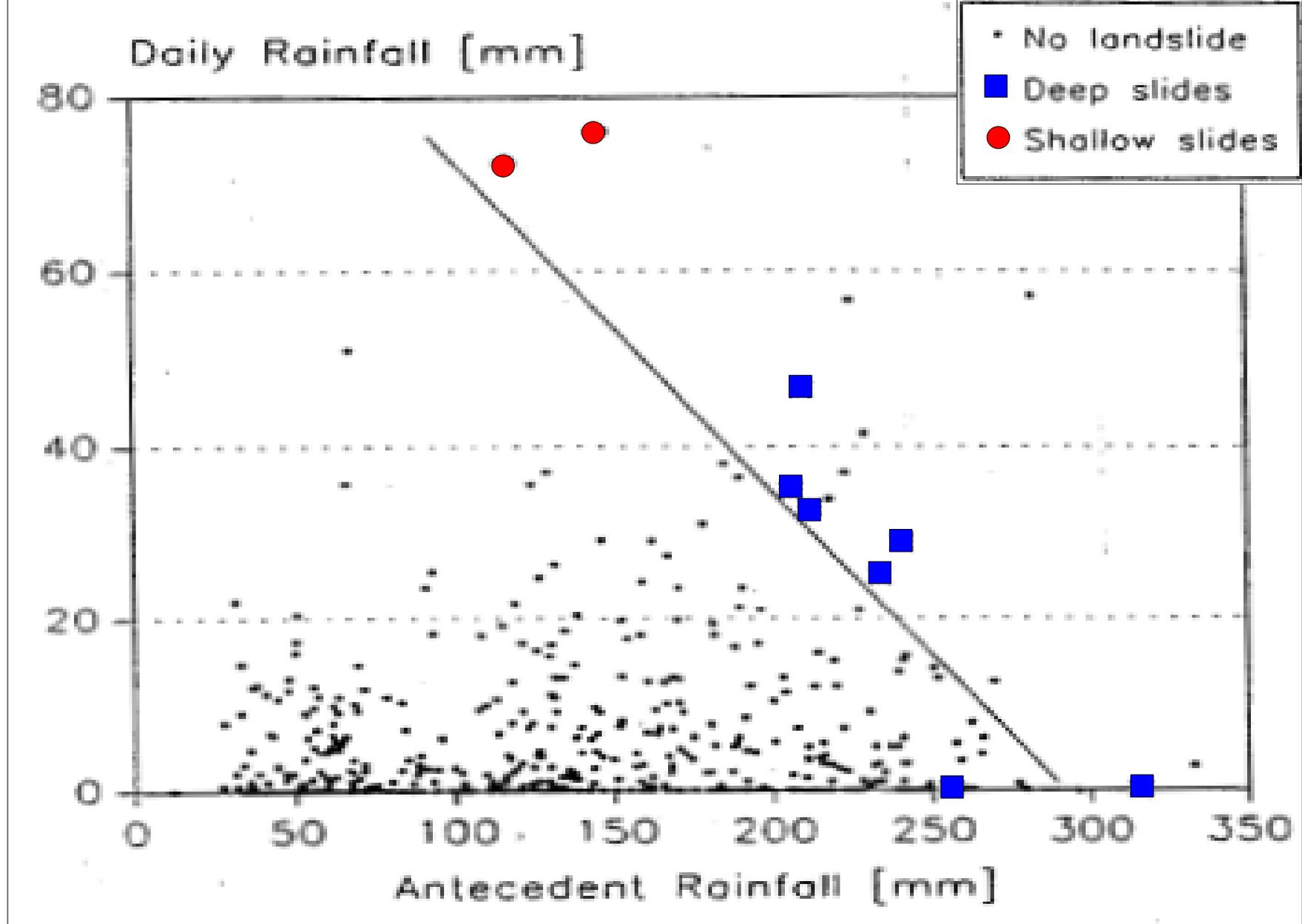
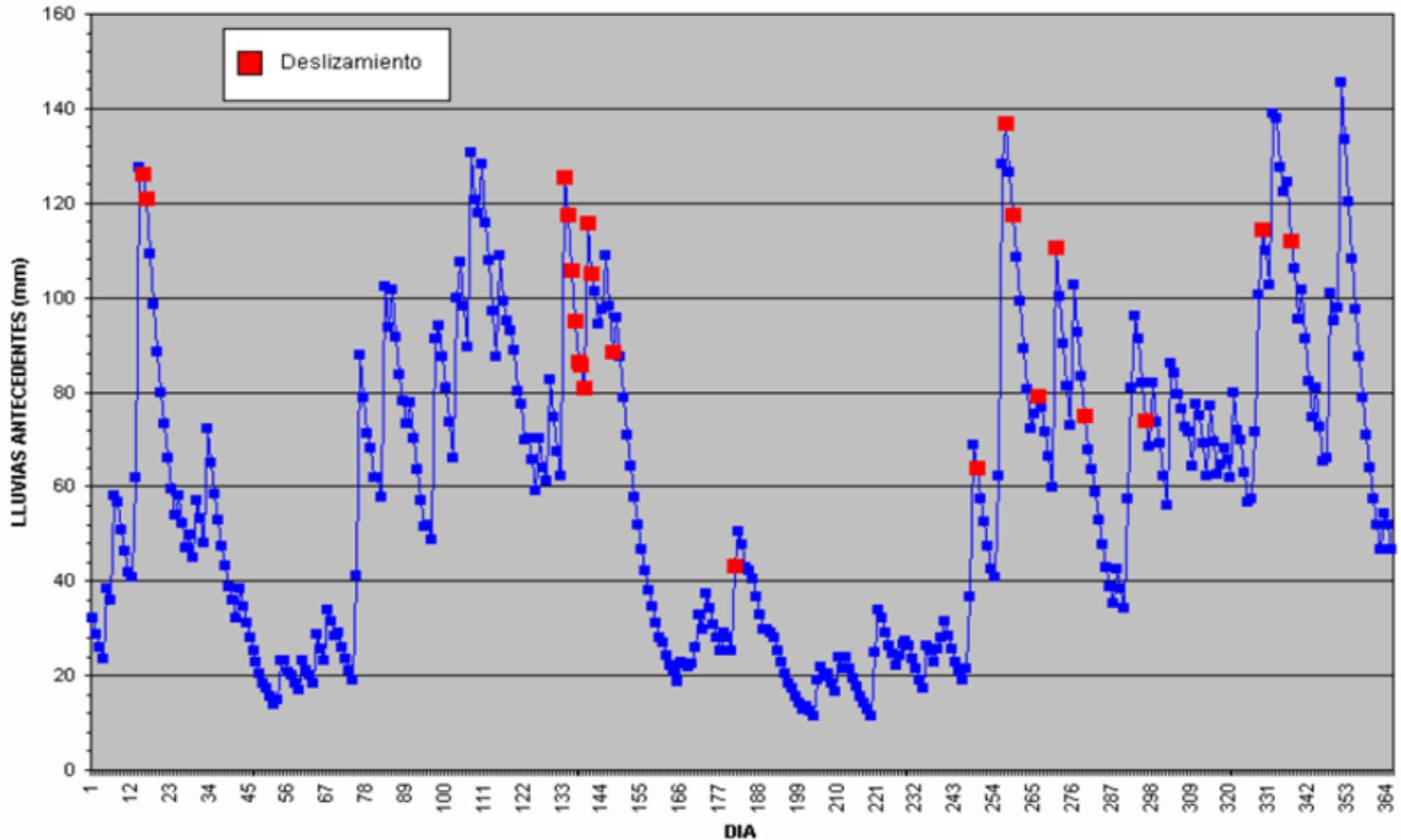


Figura 2: Lluvia antecedente de 25 días (sin incluir la lluvia del día del evento) contra lluvia diaria para eventos de deslizamiento y no deslizamiento en 1993 para el área de estudio (únicamente del día 32 hasta el día 181) y para Manizales (año completo). (Terlien, 1996).

# RELACIONES LLUVIA - DESLIZAMIENTO

FIGURA 46. Relación lluvias - deslizamientos. Lluvias antecedentes - Indicador E90

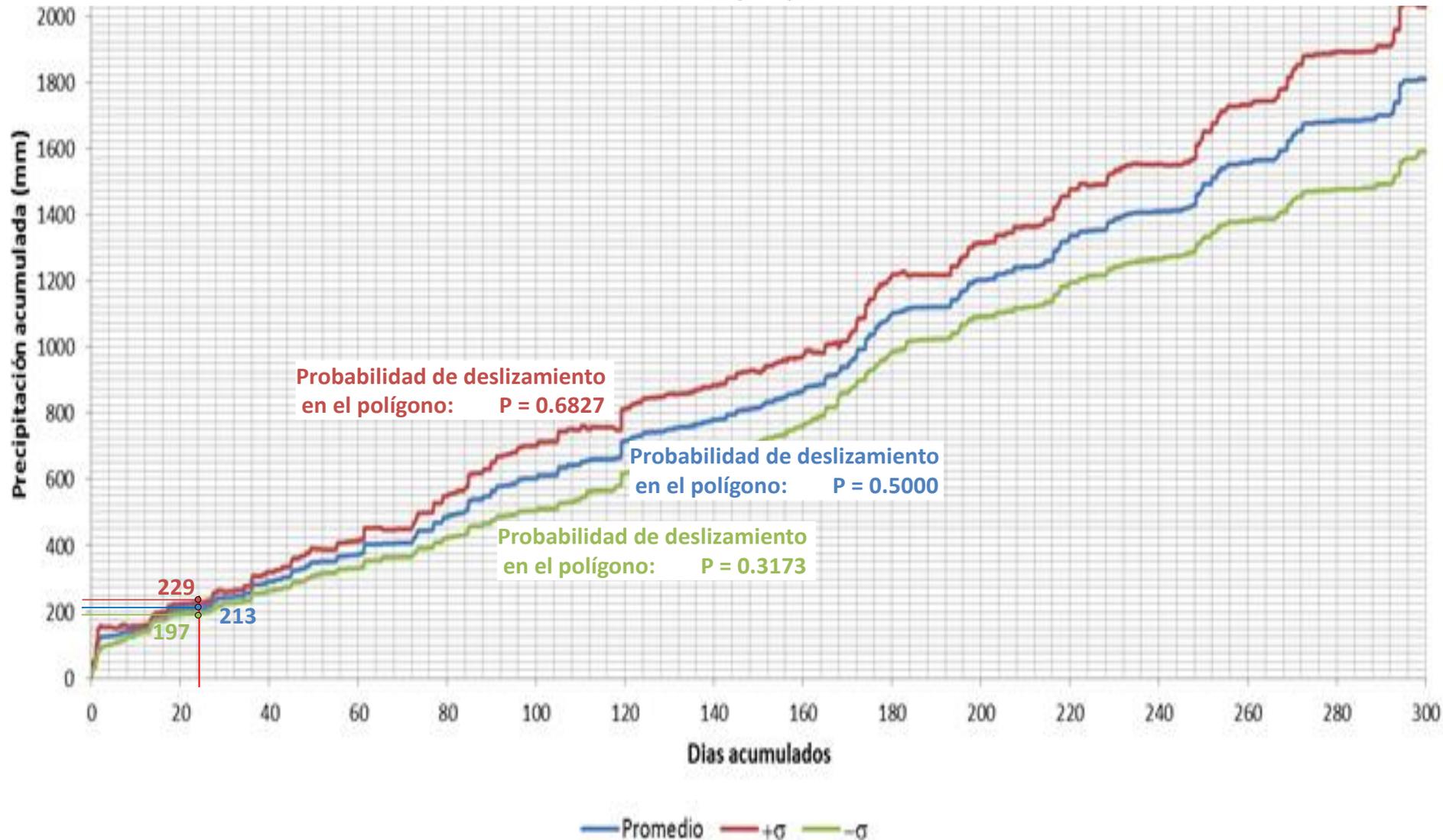


*Relaciones Lluvia – Deslizamiento (Arango, 2000)*

# RELACIONES LLUVIA - DESLIZAMIENTO

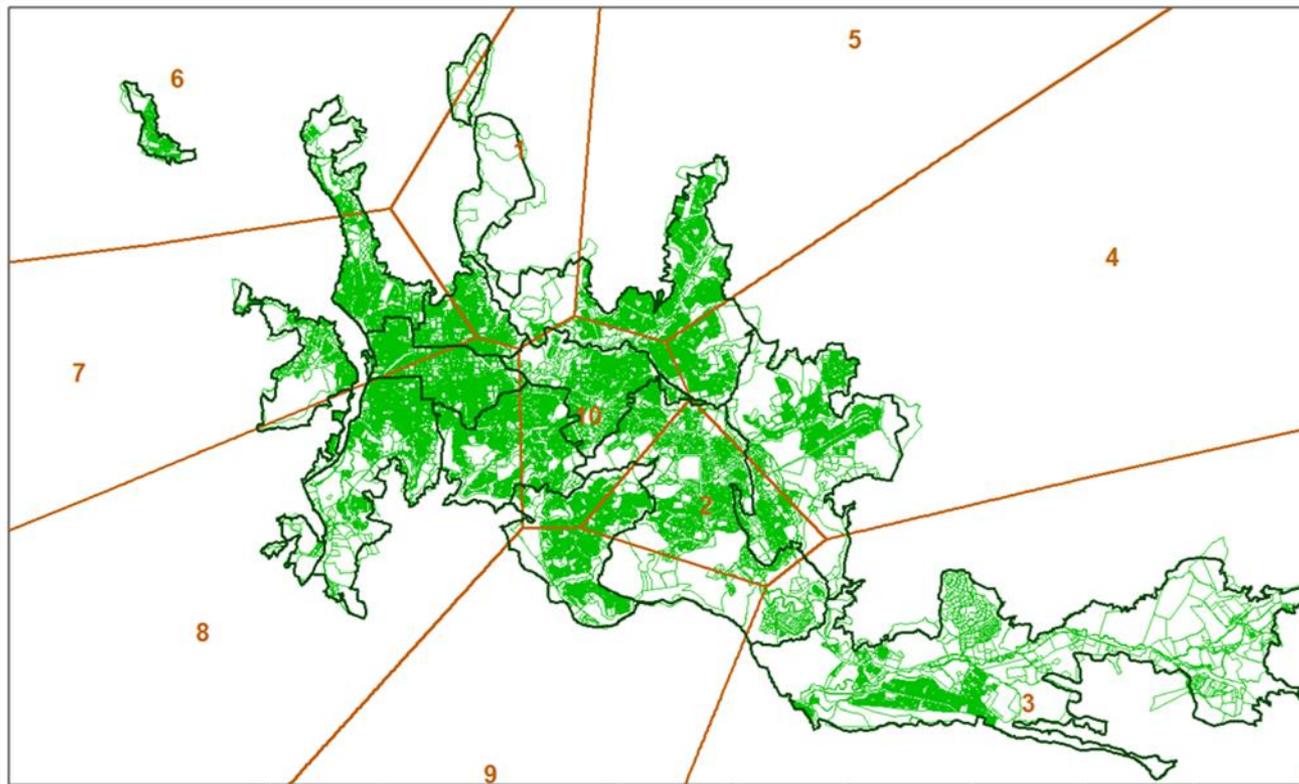
Estación La Palma

Promedios acumulado de lluvias que presentaron deslizamientos



# SECTORIZACIÓN DE UMBRALES DE LLUVIA DETONATE DE DESLIZAMIENTOS

**UMBRALES DE LLUVIA ACUMULADA EN 25 DÍAS, DETONANTES DE DESLIZAMIENTOS EN MANIZALES**



SECTORIZACIÓN DE UMBRALES PRELIMINARES DE LLUVIAS ACUMULADAS EN 25 DÍAS (mm), DETONANTES DE MOVIMIENTOS EN MASA DE MANIZALES (398 datos, incertidumbre del 15.9%)

Nivel de Peligrosidad o Estado de Alerta	Polígono / Estación / Umbral									
	1 Emas	2 Posgrado	3 Enea	4 Yarumos	5 Bosques del Norte	6 Palma	7 Ingeominas	8 Carmen	10 Hospital	
<b>Verde</b>										
Umbral (mm)	229	146	106	151	157	197	187	229	210	
<b>Amarillo</b>										
Umbral (mm)	278	210	150	250	199	213	262	311	285	
<b>Naranja</b>										
Umbral (mm)	326	274	194	348	242	229	338	393	361	
<b>Rojo</b>										

**ALERTA TEMPRANA DE DESLIZAMIENTOS  
DETONADOS POR LLUVIA ACUMULADA**

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MANIZALES

## OBSERVATORIOS AMBIENTALES PARA EL DESARROLLO URBANO SOSTENIBLE EN MANIZALES

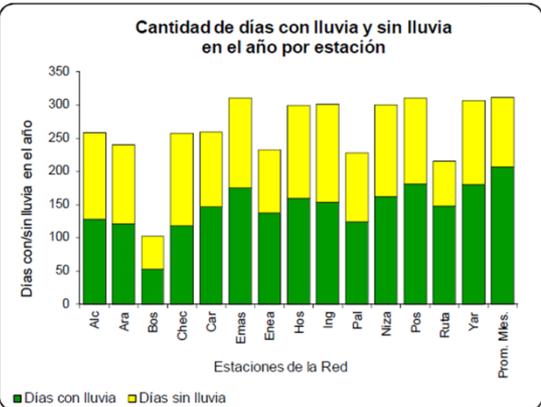
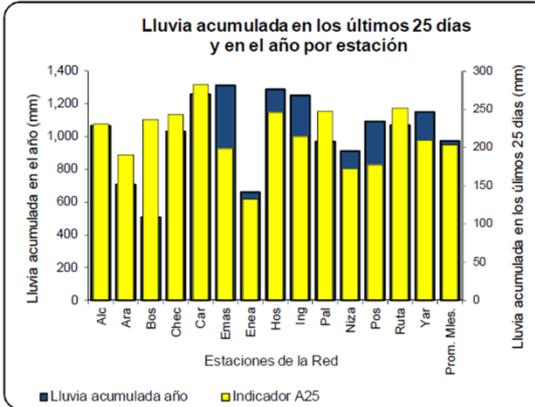
### RED DE ESTACIONES HIDROMETEOROLÓGICAS PARA PREVENCIÓN DE DESASTRES DE MANIZALES

Contrato Municipio de Manizales/UGR - Universidad Nacional de Colombia

#### REGISTROS DE LLUVIA DIARIA E INDICADORES DE LLUVIA ANTECEDENTE DE 25 DÍAS

#### REGISTRO LLUVIA ÚLTIMOS 25 DÍAS - MESES: OCTUBRE - NOVIEMBRE DE 2016

Estaciones	Alcázares		Aranjuez		Bosques del Norte		Chec Uribe		El Carmen		Emas		Enea		Hospital de Caldas		Ingeominas		La Palma		Niza		Posgrados		Quebrada San Luis-Ruta 30		Yarumos		Promedio Manizales	
	Propietarios	Alcaldía/UGR	Alcaldía/UGR	Alcaldía/UGR	Alcaldía/UGR	CHEC S.A. E.S.P	Alcaldía/UGR	EMAS S.A. E.S.P	Alcaldía/UGR	Alcaldía/UGR	Alcaldía/UGR	Alcaldía/UGR	Alcaldía/UGR	Alcaldía/UGR	Alcaldía/UGR	Alcaldía/UGR	UN-Manizales	UN-Manizales	Alcaldía/UGR	Alcaldía/UGR	Alcaldía/UGR	Alcaldía/UGR								
<b>Día</b>	Li. d.	A25	Li. d.	A25	Li. d.	A25	Li. d.	A25	Li. d.	A25	Li. d.	A25	Li. d.	A25	Li. d.	A25	Li. d.	A25	Li. d.	A25	Li. d.	A25	Li. d.	A25	Li. d.	A25	Li. d.	A25	Li. d.	A25
V 13	0.0	145.0	0.0	121.2	1.0	153.6	2.8	135.2	0.0	156.2	0.0	152.6	0.0	94.8	0.0	136.2	0.0	96.4	0.0	74.8	0.2	102.4	0.0	129.5	0.0	156.6	0.5	125.7	0.3	117.3
J 14	2.8	147.8	3.8	125.0	0.8	154.4	3.0	138.2	4.3	160.3	0.6	153.2	5.8	100.1	6.4	142.6	1.8	98.2	0.6	75.4	6.8	108.6	4.6	134.1	4.8	161.2	6.9	132.6	4.3	121.4
S 15	11.0	158.8	10.4	135.4	8.6	163.0	3.2	141.4	15.5	175.8	9.0	162.2	11.9	111.8	7.2	149.8	11.6	109.8	14.2	89.6	7.2	115.8	4.6	138.7	15.8	176.8	3.6	135.1	9.6	130.8
D 16	0.0	158.2	0.0	135.4	0.4	163.4	0.0	141.4	0.3	175.0	0.0	157.6	0.0	111.8	0.0	147.2	0.0	108.8	1.6	91.2	0.0	115.8	0.0	138.2	0.2	176.4	0.3	130.8	0.2	130.1
L 17	0.0	157.2	0.4	134.6	0.0	163.4	0.8	142.2	0.3	172.5	0.0	157.6	2.5	112.0	0.6	146.6	0.0	108.0	0.8	92.0	10.2	121.8	0.8	136.9	0.4	174.4	3.6	133.1	3.0	131.2
Ma 18	21.0	178.2	4.2	138.8	16.2	179.6	41.2	183.4	9.1	181.6	13.0	170.6	4.8	116.8	7.8	154.4	22.8	130.8	31.0	123.0	10.0	131.6	4.3	141.2	5.6	179.8	8.1	141.2	13.5	144.6
Mi 19	0.2	178.4	0.0	138.8	0.0	179.6	0.0	183.4	0.0	181.6	0.0	170.6	0.0	114.8	0.0	154.4	0.0	130.8	0.0	123.0	0.6	132.2	0.3	141.5	0.2	180.0	0.5	141.7	0.2	144.5
J 20	0.0	178.4	0.0	138.2	0.8	180.4	0.0	183.4	0.0	181.6	1.8	172.4	0.0	113.5	0.0	154.4	0.0	130.8	0.4	123.4	0.2	132.4	0.0	141.5	0.4	180.4	0.0	141.7	0.3	144.5
V 21	0.0	178.4	11.6	149.8	0.0	180.4	3.0	186.4	0.5	182.1	0.0	172.4	11.9	125.5	0.0	154.4	0.0	130.8	0.0	123.4	1.0	133.4	0.8	142.2	2.0	182.4	0.0	141.2	2.7	147.3
S 22	11.2	189.6	4.2	154.0	1.0	181.4	5.0	191.4	9.1	191.3	0.4	172.8	11.7	137.2	1.0	155.4	13.6	144.4	0.0	123.4	6.0	139.4	0.5	142.8	1.0	183.4	1.8	143.0	5.5	152.7
D 23	0.0	188.4	0.4	154.4	5.8	178.8	0.0	191.4	0.3	189.7	0.8	166.8	1.0	138.2	0.4	155.8	0.2	143.4	5.0	128.4	0.4	139.8	0.5	143.3	0.6	184.0	0.5	143.5	1.2	152.8
L 24	0.0	170.0	0.0	146.2	0.4	160.8	0.0	178.6	0.0	180.1	0.0	153.2	0.0	124.0	0.0	145.8	0.0	108.2	0.0	128.4	0.0	126.2	0.0	132.8	0.0	173.2	0.5	126.2	0.1	139.1
Ma 25	18.8	176.2	28.8	171.4	18.2	157.2	23.6	194.2	29.5	194.3	12.8	146.4	17.0	137.2	25.8	156.8	15.0	105.4	9.6	138.0	12.6	135.8	20.6	148.9	25.4	192.4	23.1	144.8	17.6	148.6
Mi 26	20.4	177.6	46.0	198.8	54.8	197.0	39.2	219.0	46.0	221.0	40.0	172.8	11.9	132.9	71.0	206.0	14.6	98.0	9.4	147.4	21.8	141.8	46.5	175.8	77.6	251.0	45.7	172.5	31.1	164.2
J 27	0.0	197.6	0.0	198.0	0.0	197.0	0.0	219.0	0.0	221.0	0.0	172.8	0.3	133.1	0.0	206.0	0.0	98.0	0.2	147.6	0.2	142.0	0.0	175.8	0.2	251.2	0.0	172.5	0.1	164.3
V 28	14.2	191.8	11.4	210.2	5.4	202.4			14.2	235.2	10.4	182.2	2.0	135.1	8.2	214.2	8.2	106.2	33.6	181.2	2.8	144.8	6.1	181.9	8.4	259.6	3.8	176.3	9.0	173.2
S 29	13.2	205.0	2.0	210.8	3.8	206.2			7.9	242.3	3.8	185.8	2.8	130.6	4.0	217.2	5.0	111.2	2.8	184.0	3.2	144.4	2.8	184.2	3.0	260.8	3.1	178.6	4.2	175.2
D 30	0.0	189.2	0.0	185.0	0.2	191.6			0.3	217.4	0.2	168.2	0.0	110.8	0.0	193.8	0.2	93.0	0.0	184.0	0.0	131.4	0.3	165.9	0.4	229.8	0.3	166.4	0.1	159.0
L 31	44.4	186.8	13.8	156.8	26.0	162.6	36.6	177.4	58.4	234.5	40.2	173.4	9.7	110.8	28.0	176.0	45.2	138.2	36.6	193.0	26.8	141.6	18.8	149.6	25.4	209.6	26.9	169.4	29.0	160.4
Ma 1	13.6	199.2	4.8	158.6	34.4	197.0	11.6	189.0	15.5	248.2	37.2	208.4	12.7	120.7	27.4	203.4	22.4	160.6	42.4	234.6	15.8	150.2	17.3	163.6	16.4	224.4	33.0	198.4	22.1	179.6
Mi 2	0.2	187.4	0.0	149.8	0.2	197.2	0.2	182.0	0.0	228.1	0.0	192.0	0.0	120.4	0.0	203.4	0.0	160.6	0.0	229.4	0.0	137.2	0.0	146.6	0.2	205.2	0.0	177.3	0.0	170.7
J 3	29.2	213.4	23.8	172.0	28.0	225.2	38.4	227.6	45.0	269.5	19.2	208.2	10.2	128.8	44.0	247.4	29.8	190.4	23.0	252.4	13.6	147.8	31.0	174.0	46.2	248.8			22.8	191.5
V 4	13.6	226.4	9.2	180.4	2.6	227.8	14.2	241.8	9.7	278.4	4.8	212.2	8.1	135.1	6.8	254.2	10.8	201.2	26.6	278.4	6.6	153.6	9.1	181.6	7.8	255.6	6.4	178.8	9.7	200.4
S 5	14.4	235.0	11.0	191.4	26.8	241.2	16.4	250.0	12.5	285.0	3.6	201.4	7.4	139.4	4.8	256.0	12.0	213.2	8.0	250.4	25.0	177.0	6.1	187.0	7.0	261.8	38.9	214.4	15.2	208.2
D 6	2.6	230.8	4.4	190.2	1.2	236.6	4.0	243.2	3.8	281.9	0.8	198.6	0.8	132.6	2.0	245.4	1.4	214.6	1.6	247.4	1.4	172.4	2.0	176.8	2.2	251.2	1.8	209.0	1.7	203.2
Li. 25 días	230.8		190.2		236.6		243.2		281.9		198.6		132.6		245.4		214.6		247.4		172.4		176.8		251.2		209.0		203.2	
Máx. 25 días	44.4	235.0	46.0	210.8	54.8	241.2	41.2	250.0	58.4	285.0	40.2	212.2	17.0	139.4	71.0	256.0	45.2	214.6	42.4	278.4	26.8	177.0	46.5	187.0	77.6	261.8	45.7	214.4	31.1	208.2
Li. acum. en el año	1067.4		708.6		508.2		1031.4		1256.8		1312.4		662.2		1287.6		1249.2		969.4		910.2		1093.5		1069.6		1150.4		973.4	
No. días lluvia año	128	50%	121	50%	53	52%	118	46%	147	57%	175	56%	137	59%	159	53%	153	51%	124	54%	162	54%	181	58%	148	69%	180	59%	207	67%



Días transcurridos en el año a la fecha			311
No. de días con algún N.A. en el año			
Estación	A	N	R
Alc	5	0	0
Ara	2	0	0
Bos	6	0	0
Chec	6	0	0
Car	12	0	0
Emas	9	0	0
Enea	0	0	0
Hos	15	0	0
Ing	3	0	0
Pal	8	0	0
Niza	0	0	0
Pos	0	0	0
Ruta	12	0	0
Yar	2	0	0
Prom.	3	0	0

**CONVENCIONES**

Li. d. : Lluvia diaria en mm  
 A25 : Indicador lluvia antecedente de 25 días en mm  
 Li. mes: Lluvia parcial o total en el mes en mm  
 Máx. mes: Valores máximos de lluvia diaria y A25 en el mes en mm  
 Li. acum. en el año: Lluvia acumulada en el año en mm  
 No. días lluvia año: Número de días con lluvia en el corrido del año  
 Resalta la lluvia diaria máxima del mes  
 valor Lluvia diaria correspondiente a una estación cercana  
 \* Indicadores con base a los días de funcionamiento de cada estación

**NIVELES DE ALERTA (N.A.)**

Amarilla o baja: A 200 mm <= A25 < 300 mm  
 Naranja o media: N 300 mm <

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MANIZALES

## OBSERVATORIOS AMBIENTALES PARA EL DESARROLLO URBANO SOSTENIBLE EN MANIZALES

### RED DE ESTACIONES HIDROMETEOROLÓGICAS PARA PREVENCIÓN DE DESASTRES DE MANIZALES

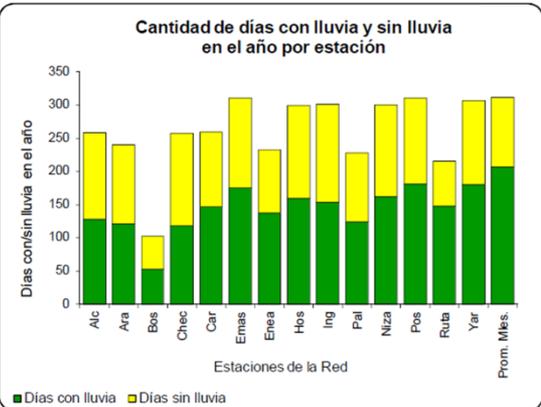
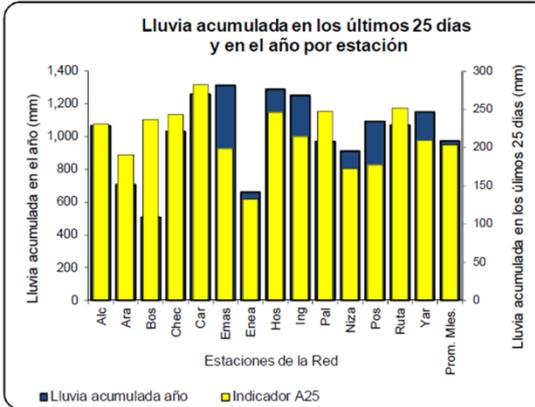
Contrato Municipio de Manizales/UGR - Universidad Nacional de Colombia



#### REGISTROS DE LLUVIA DIARIA E INDICADORES DE LLUVIA ANTECEDENTE DE 25 DÍAS

#### REGISTRO LLUVIA ÚLTIMOS 25 DÍAS - MESES: OCTUBRE - NOVIEMBRE DE 2016

Estaciones	Alcázares		Aranjuez		Bosques del Norte		Chec Uribe		El Carmen		Emas		Enea		Hospital de Caldas		Ingeominas		La Palma		Niza		Posgrados		Quebrada San Luis-Ruta 30		Yarumos		Promedio Manizales		
	Proprietarios	Alcaldía/UGR	Alcaldía/UGR	Alcaldía/UGR	Alcaldía/UGR	CHEC S.A. E.S.P	Alcaldía/UGR	EMAS S.A. E.S.P	Alcaldía/UGR	Alcaldía/UGR	Alcaldía/UGR	Alcaldía/UGR	Alcaldía/UGR	Alcaldía/UGR	Alcaldía/UGR	Alcaldía/UGR	UN-Manizales	UN-Manizales	Alcaldía/UGR	Alcaldía/UGR	Alcaldía/UGR	Alcaldía/UGR									
Día	Li. d.	A25	Li. d.	A25	Li. d.	A25	Li. d.	A25	Li. d.	A25	Li. d.	A25	Li. d.	A25	Li. d.	A25	Li. d.	A25	Li. d.	A25	Li. d.	A25	Li. d.	A25	Li. d.	A25	Li. d.	A25	Li. d.	A25	
V 13	0.0	145.0	0.0	121.2	1.0	153.6	2.8	135.2	0.0	156.2	0.0	152.6	0.0	94.8	0.0	136.2	0.0	96.4	0.0	74.8	0.2	102.4	0.0	129.5	0.0	156.6	0.5	125.7	0.3	117.3	
J 14	2.8	147.8	3.8	125.0	0.8	154.4	3.0	138.2	4.3	160.3	0.6	153.2	5.8	100.1	6.4	142.6	1.8	98.2	0.6	75.4	6.8	108.6	4.6	134.1	4.8	161.2	6.9	132.6	4.3	121.4	
S 15	11.0	158.8	10.4	135.4	8.6	163.0	3.2	141.4	15.5	175.8	9.0	162.2	11.9	111.8	7.2	149.8	11.6	109.8	14.2	89.6	7.2	115.8	4.6	138.7	15.8	176.8	3.6	135.1	9.6	130.8	
D 16	0.0	158.2	0.0	135.4	0.4	163.4	0.0	141.4	0.3	175.0	0.0	157.6	0.0	111.8	0.0	147.2	0.0	108.8	1.6	91.2	0.0	115.8	0.0	138.2	0.2	176.4	0.3	130.8	0.2	130.1	
L 17	0.0	157.2	0.4	134.6	0.0	163.4	0.8	142.2	0.3	172.5	0.0	157.6	2.5	112.0	0.6	146.6	0.0	108.0	0.8	92.0	10.2	121.8	0.8	136.9	0.4	174.4	3.6	133.1	3.0	131.2	
Ma 18	21.0	178.2	4.2	138.8	16.2	179.6	41.2	183.4	9.1	181.6	13.0	170.6	4.8	116.8	7.8	154.4	22.8	130.8	31.0	123.0	10.0	131.6	4.3	141.2	5.6	179.8	8.1	141.2	13.5	144.6	
Mi 19	0.2	178.4	0.0	138.8	0.0	179.6	0.0	183.4	0.0	181.6	0.0	170.6	0.0	114.8	0.0	154.4	0.0	130.8	0.0	123.0	0.6	132.2	0.3	141.5	0.2	180.0	0.5	141.7	0.2	144.5	
J 20	0.0	178.4	0.0	138.2	0.8	180.4	0.0	183.4	0.0	181.6	1.8	172.4	0.0	113.5	0.0	154.4	0.0	130.8	0.4	123.4	0.2	132.4	0.0	141.5	0.4	180.4	0.0	141.7	0.3	144.5	
V 21	0.0	178.4	11.6	149.8	0.0	180.4	3.0	186.4	0.5	182.1	0.0	172.4	11.9	125.5	0.0	154.4	0.0	130.8	0.0	123.4	1.0	133.4	0.8	142.2	2.0	182.4	0.0	141.2	2.7	147.3	
S 22	11.2	189.6	4.2	154.0	1.0	181.4	5.0	191.4	9.1	191.3	0.4	172.8	11.7	137.2	1.0	155.4	13.6	144.4	0.0	123.4	6.0	139.4	0.5	142.8	1.0	183.4	1.8	143.0	5.5	152.7	
D 23	0.0	188.4	0.4	154.4	5.8	178.8	0.0	191.4	0.3	189.7	0.8	166.8	1.0	138.2	0.4	158.8	0.2	143.4	5.0	128.4	0.4	139.8	0.5	143.3	0.6	184.0	0.5	143.5	1.2	152.8	
L 24	0.0	170.0	0.0	146.2	0.4	160.8	0.0	178.6	0.0	180.1	0.0	153.2	0.0	124.0	0.0	145.8	0.0	108.2	0.0	128.4	0.0	126.2	0.0	132.8	0.0	173.2	0.5	126.2	0.1	139.1	
Ma 25	18.8	176.2	28.8	171.4	18.2	157.2	23.6	194.2	29.5	194.3	12.8	146.4	17.0	137.2	25.8	156.8	15.0	105.4	9.6	138.0	12.6	135.8	20.6	148.9	25.4	192.4	23.1	144.8	17.6	148.6	
Mi 26	20.4	177.6	46.0	198.8	54.8	197.0	39.2	219.0	46.0	221.0	40.0	172.8	11.9	132.9	71.0	206.0	14.6	98.4	9.4	147.4	21.8	141.8	46.5	175.8	77.6	251.0	45.7	172.5	31.1	164.2	
J 27	0.0	177.6	0.0	198.8	0.0	197.0	0.0	219.0	0.0	221.0	0.0	172.8	0.3	133.1	0.0	206.0	0.0	98.0	0.2	147.6	0.2	142.0	0.0	175.8	0.2	251.2	0.0	172.5	0.1	164.3	
V 28	14.2	191.8	11.4	210.2	5.4	202.4			14.2	235.2	10.4	182.2	2.0	135.1	8.2	214.2	8.2	106.2	33.6	181.2	2.8	144.8	6.1	181.9	8.4	259.6	3.8	176.3	9.0	173.2	
S 29	13.2	205.0	2.0	210.8	3.8	206.2			7.9	242.3	3.8	185.8	2.8	130.6	4.0	217.2	5.0	111.2	2.8	184.0	3.2	144.4	2.8	184.2	3.0	260.8	3.1	178.6	4.2	175.2	
D 30	0.0	189.2	0.0	185.0	0.2	191.6			0.3	217.4	0.2	168.2	0.0	110.8	0.0	193.8	0.2	93.0	0.0	184.0	0.0	131.4	0.3	165.9	0.4	229.8	0.3	166.4	0.1	159.0	
L 31	44.4	186.8	13.8	156.8	26.0	162.6	36.6	177.4	58.4	234.5	40.2	173.4	9.7	110.8	28.0	176.0	45.2	138.2	36.6	193.0	26.8	141.6	18.8	149.6	25.4	209.6	26.9	169.4	29.0	160.4	
Ma 1	13.6	199.2	4.8	158.6	34.4	197.0	11.6	189.0	15.5	248.2	37.2	208.4	12.7	120.7	27.4	203.4	22.4	160.6	42.4	234.6	15.8	150.2	17.3	163.6	16.4	224.4	33.0	198.4	22.1	179.6	
Mi 2	0.2	187.4	0.0	149.8	0.2	197.2	0.2	182.0	0.0	228.1	0.0	192.0	0.0	120.4	0.0	203.4	0.0	160.6	0.0	229.4	0.0	137.2	0.0	146.6	0.2	205.2	0.0	177.3	0.0	170.7	
J 3	29.2	213.4	23.8	172.0	28.0	225.2	38.4	227.6	45.0	269.5	19.2	208.2	10.2	128.8	44.0	247.4	29.8	190.4	23.0	252.4	13.6	147.8	31.0	174.0	46.2	248.8			22.8	191.5	
V 4	13.6	226.4	9.2	180.4	2.6	227.8	14.2	241.8	9.7	278.4	4.8	212.2	8.1	135.1	6.8	254.2	10.8	201.2	26.6	278.4	6.6	153.6	9.1	181.6	7.8	255.6	6.4	178.8	9.7	200.4	
S 5	14.4	235.0	11.0	191.4	26.8	241.2	16.4	250.0	12.5	285.0	3.6	201.4	7.4	139.4	4.8	256.0	12.0	213.2	8.0	250.4	25.0	177.0	6.1	187.0	7.0	261.8	38.9	214.4	15.2	208.2	
Li. 25 días	230.8		190.2		236.6		243.2		281.9		198.6		132.6		245.4		214.6		247.4		172.4		176.8		251.2		209.0		203.2		
Li. acum. en el año	1067.4		708.6		508.2		1031.4		1256.8		1312.4		662.2		1287.6		1249.2		969.4		910.2		1093.5		1069.6		1150.4		973.4		
No. días lluvia año	128	50%	121	50%	53	52%	118	46%	147	57%	175	56%	137	59%	159	53%	153	51%	124	54%	162	54%	181	58%	148	69%	180	59%	207	67%	



**CONVENCIONES**

Li. d. : Lluvia diaria en mm  
 A25 : Indicador lluvia antecedente de 25 días en mm  
 Li. mes : Lluvia parcial o total en el mes en mm  
 Máx. mes : Valores máximos de lluvia diaria y A25 en el mes en mm  
 Li. acum. en el año : Lluvia acumulada en el año en mm  
 No. días lluvia año : Número de días con lluvia en el corrido del año  
 ■ Resalta la lluvia diaria máxima del mes  
 ■ valor lluvia diaria correspondiente a una estación cercana  
 \* Indicadores con base a los días de funcionamiento de cada estación

**NIVELES DE ALERTA (N.A.)**

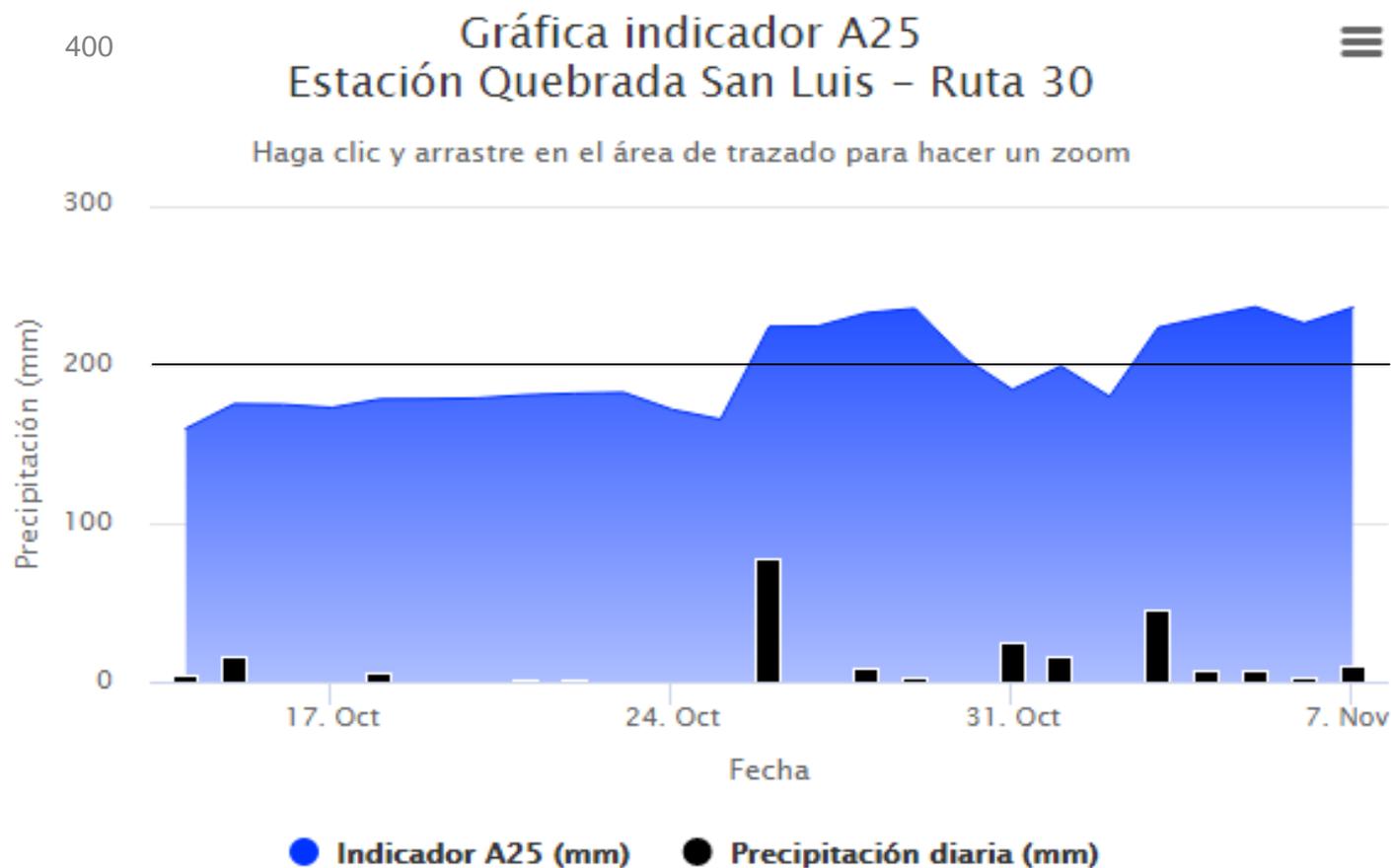
Amarilla o baja: A 200 mm <= A25 < 300 mm  
 Naranja o media: N 300 mm <= A25 < 400 mm  
 Roja o alta: R A25 >= 400 mm

**OBSERVACIONES:**

- La lluvia promedio y acumulada en el corrido del año para Manizales se calcularon con el Método de los Polígonos de Thiessen
- Datos resaltados en rojo están incompletos

Días transcurridos en el año a la fecha	311		
No. de días con algún N.A. en el año			
Estación	A	N	R
Alc	5	0	0
Ara	2	0	0
Bos	6	0	0
Chec	6	0	0
Car	12	0	0
Emas	9	0	0
Enea	0	0	0
Hos	15	0	0
Ing	3	0	0
Pal	8	0	0
Niza	0	0	0
Pos	0	0	0
Ruta	12	0	0
Yar	2	0	0
Prom.	3	0	0

Otras entidades propietarias y participantes



Highcharts.com

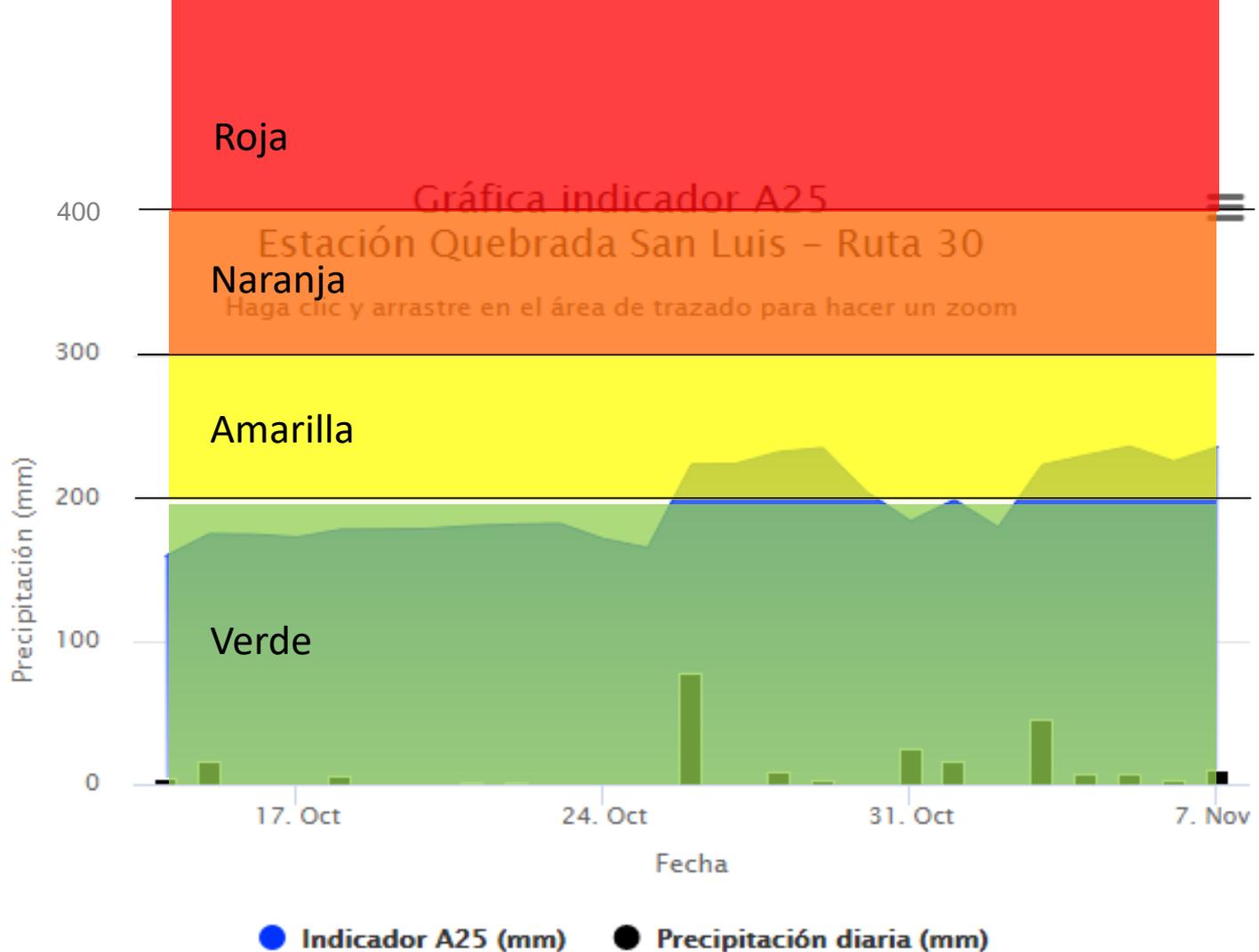
**Precipitación acumulada últimos 25 días (A25): 236 mm**

**Rango de fechas A25: 2016-10-14 / 2016-11-07**

**Porcentaje de datos recuperados: 98%**

**A25:** Indicador calculado con la suma de las lluvias diarias de los últimos 25 días.

Ref: M.T.J. Terlien, 1996



Highcharts.com

**Precipitación acumulada últimos 25 días (A25): 236 mm**

**Rango de fechas A25: 2016-10-14 / 2016-11-07**

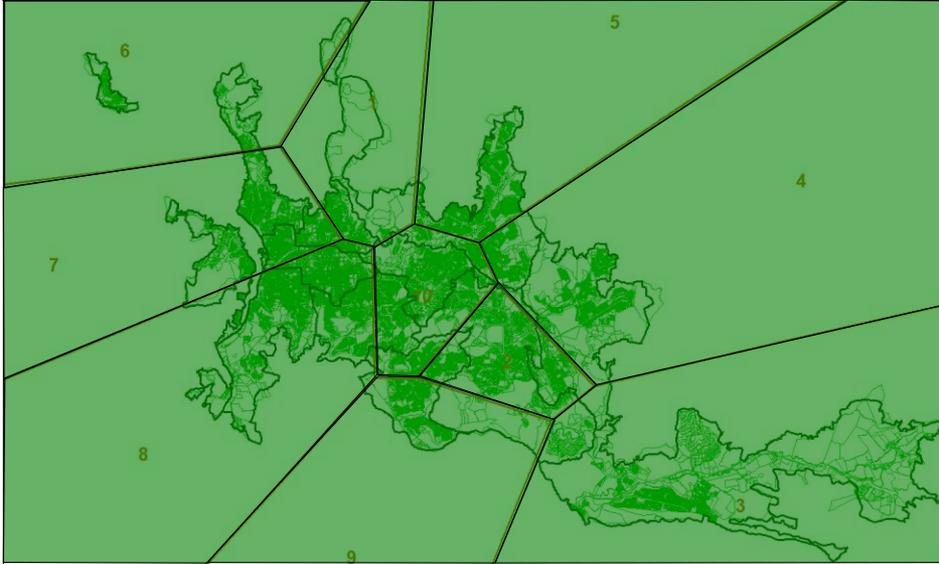
**Porcentaje de datos recuperados: 98%**

**A25:** Indicador calculado con la suma de las lluvias diarias de los últimos 25 días.

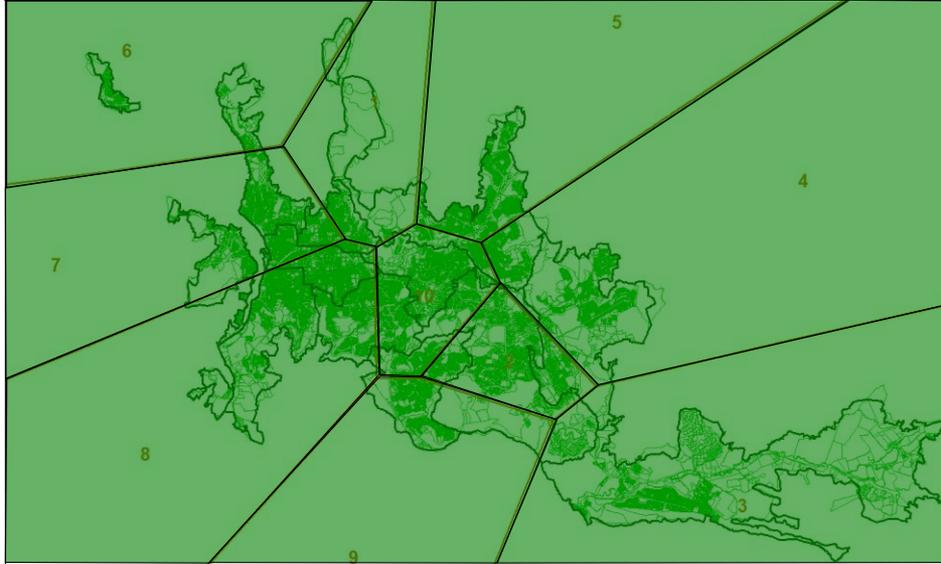
Ref: M.T.J. Terlien, 1996



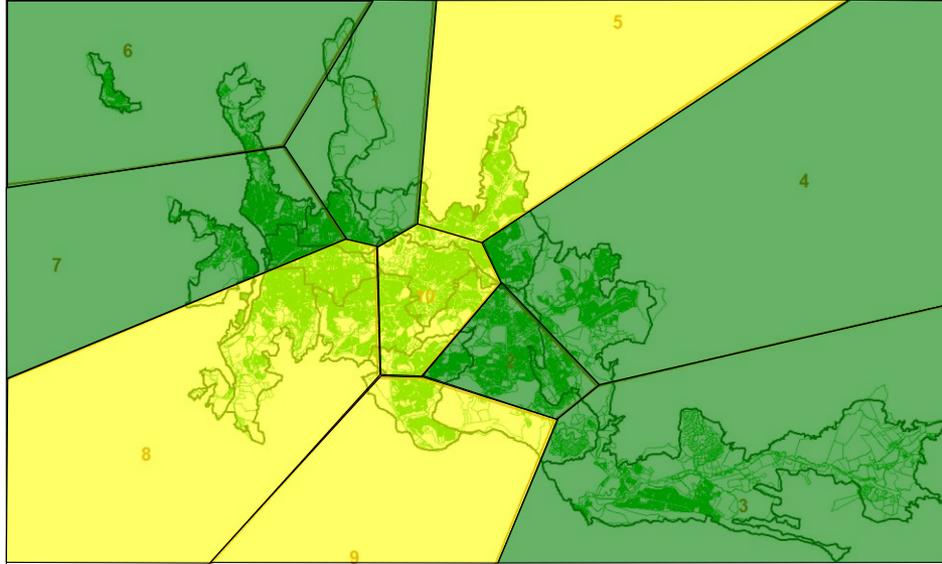
SISTEMA DE ALERTA ORIGINAL:  
Estación Agronomía y Umbrales de Terlien (1996)



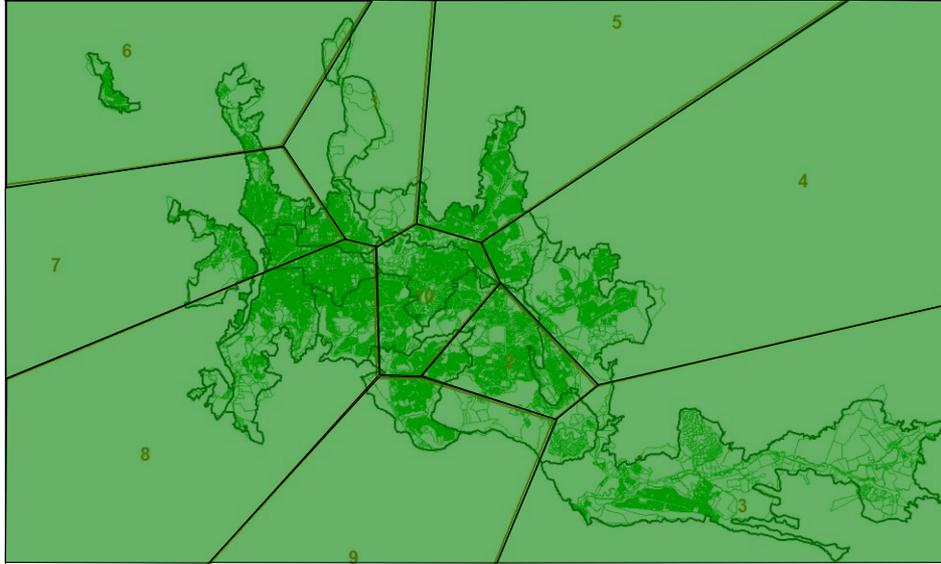
**SISTEMA DE ALERTA ORIGINAL:**  
Estación Agronomía y Umbrales de Terlien (1996)



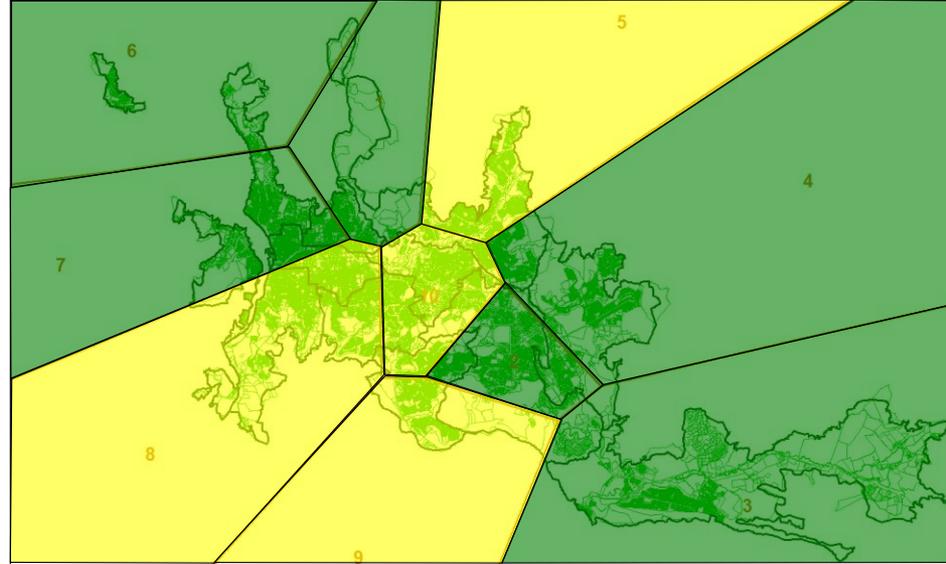
**SISTEMA DE ALERTA ACTUAL:**  
Todas las Estaciones y Umbrales de Terlien (1996)



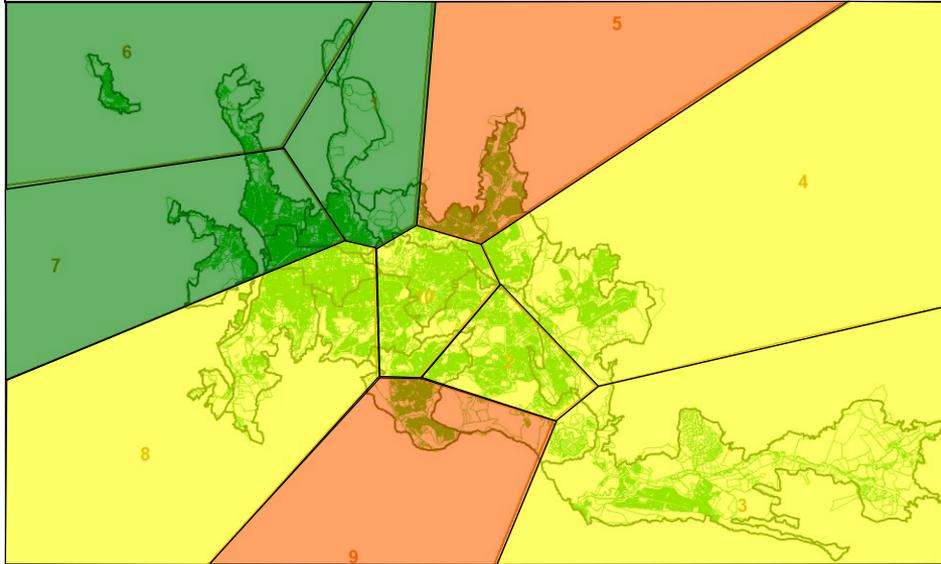
**SISTEMA DE ALERTA ORIGINAL:**  
Estación Agronomía y Umbrales de Terlien (1996)



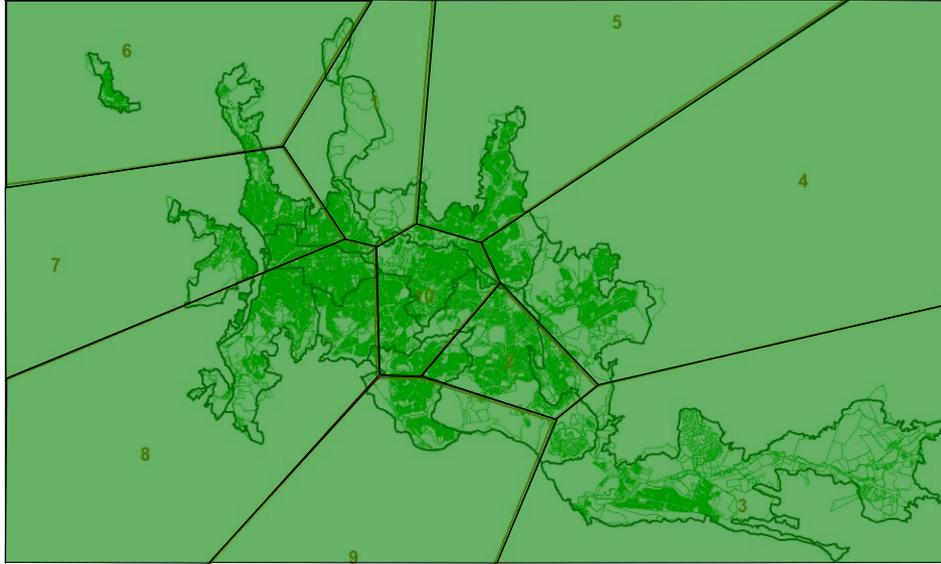
**SISTEMA DE ALERTA ACTUAL:**  
Todas las Estaciones y Umbrales de Terlien (1996)



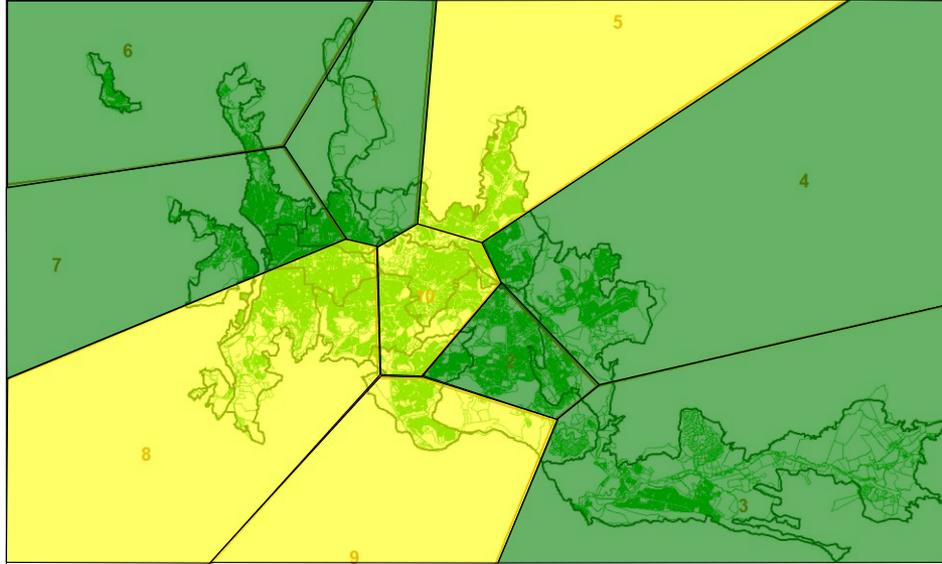
**SISTEMA DE ALERTA PROPUESTO:**  
Todas las Estaciones y Umbrales de García y Correa (2015)



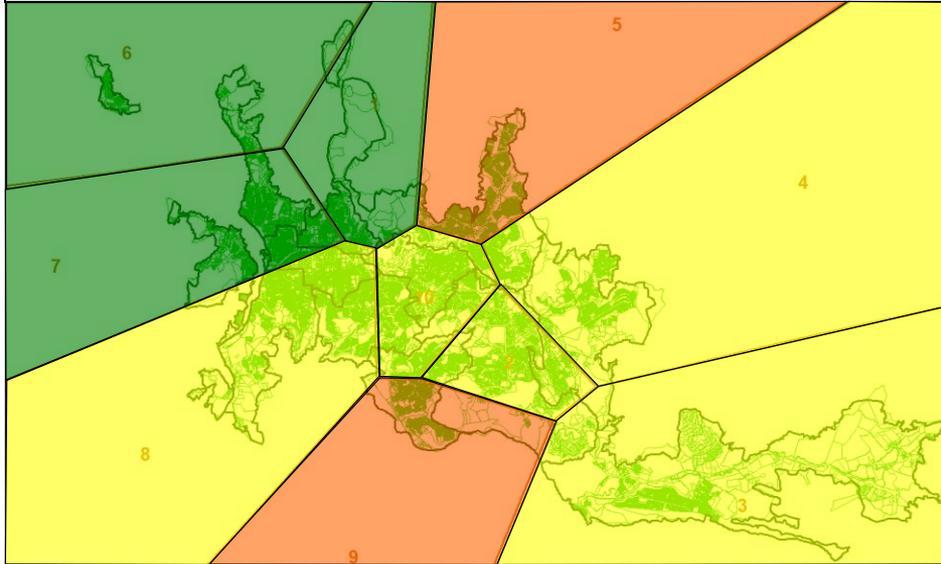
**SISTEMA DE ALERTA ORIGINAL:**  
Estación Agronomía y Umbrales de Terlien (1996)



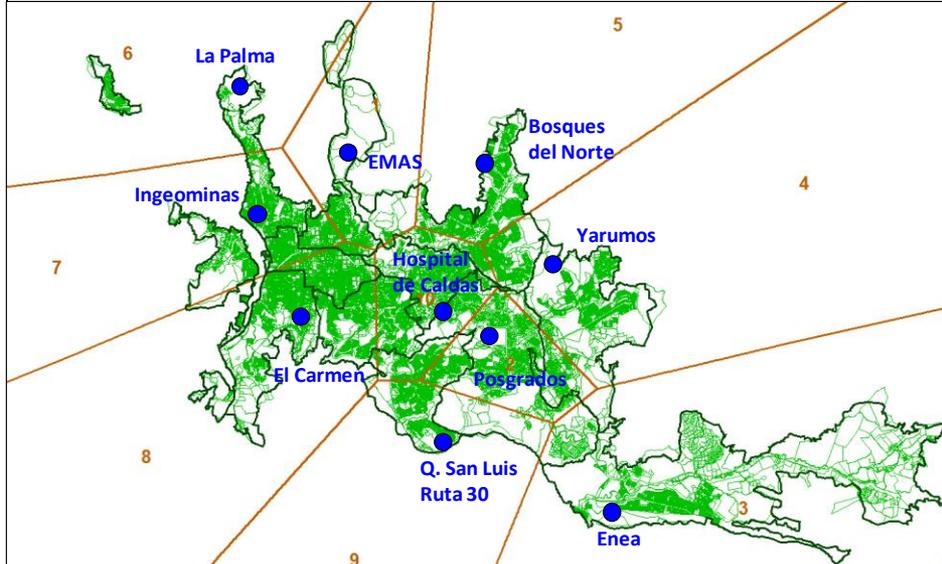
**SISTEMA DE ALERTA ACTUAL:**  
Todas las Estaciones y Umbrales de Terlien (1996)



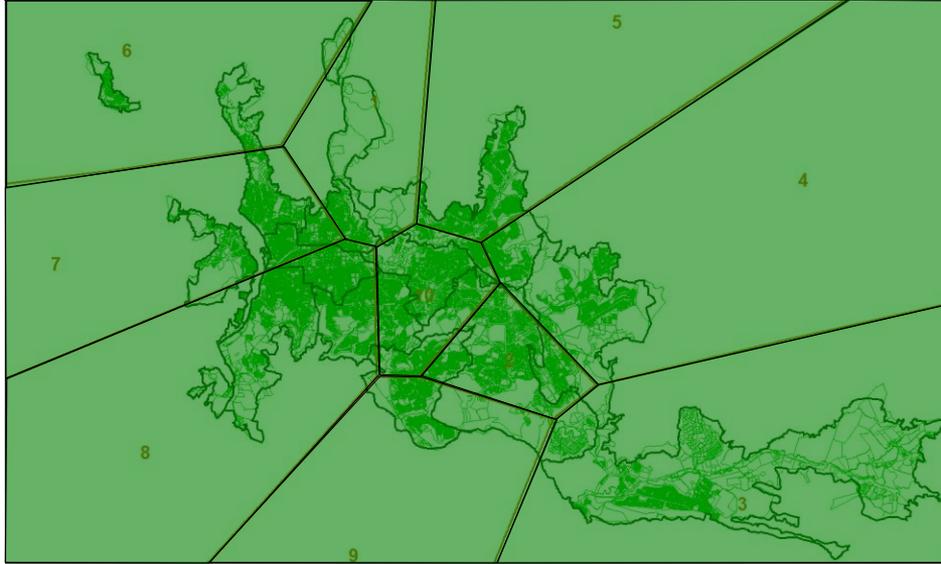
**SISTEMA DE ALERTA PROPUESTO:**  
Todas las Estaciones y Umbrales de García y Correa (2015)



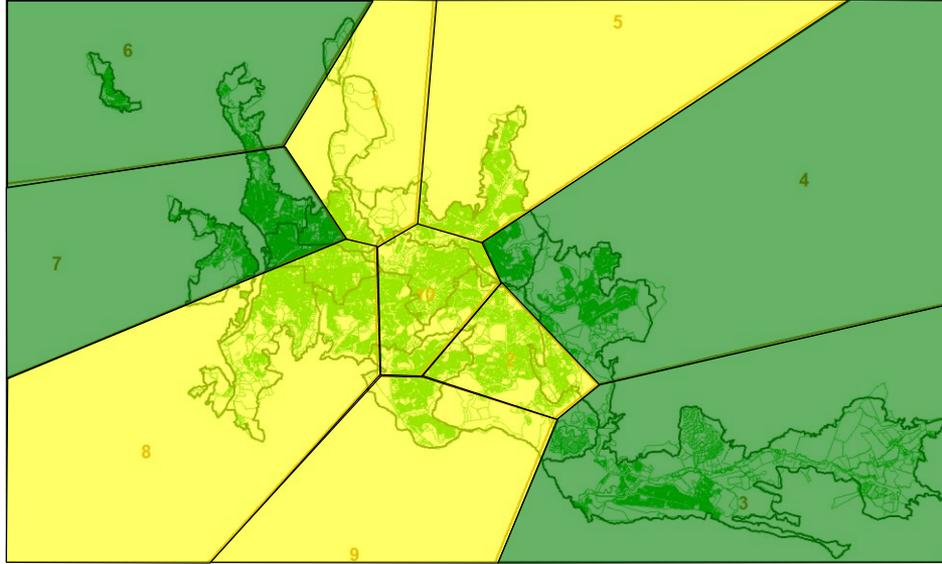
**ESTACIONES Y POLÍGONOS DE THIESSEN**



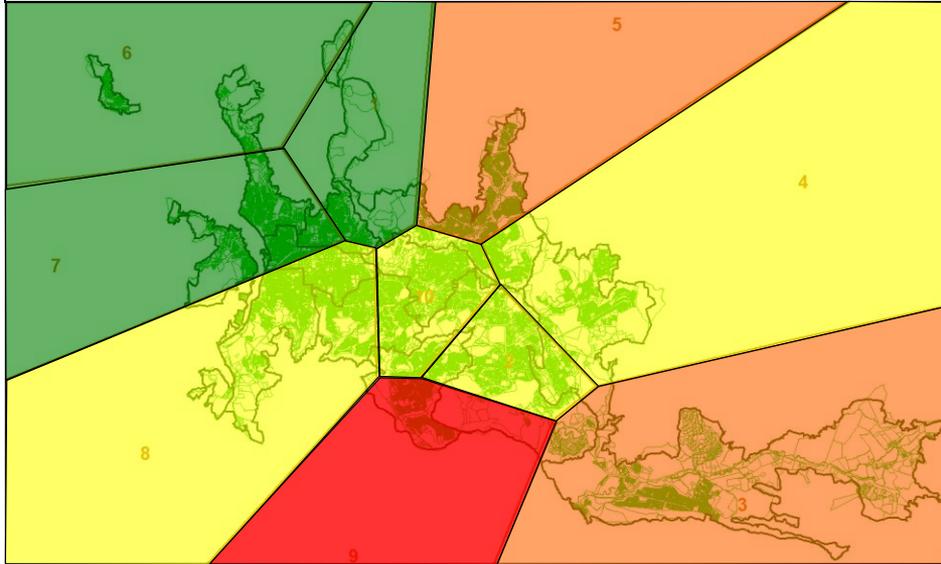
**SISTEMA DE ALERTA ORIGINAL:**  
Estación Agronomía y Umbrales de Terlien (1996)



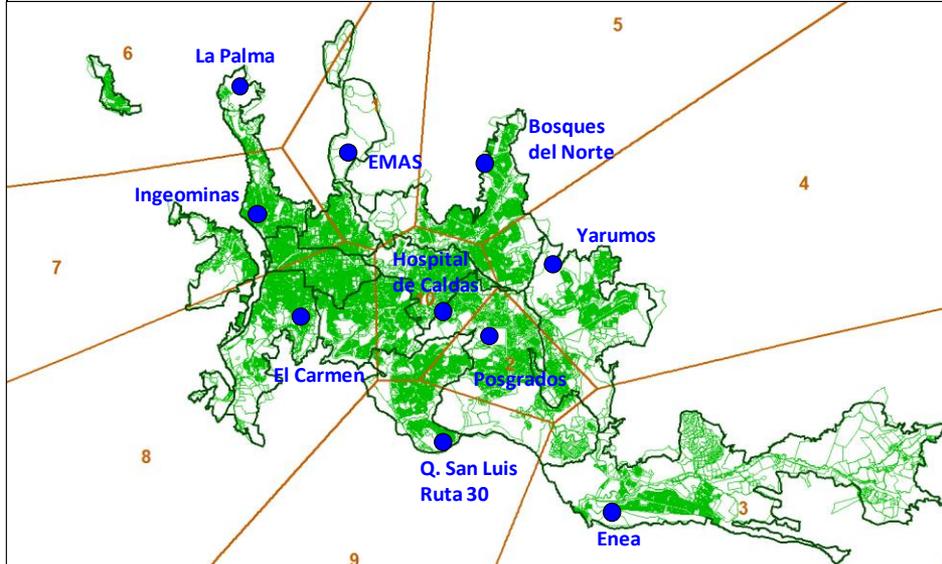
**SISTEMA DE ALERTA ACTUAL:**  
Todas las Estaciones y Umbrales de Terlien (1996)



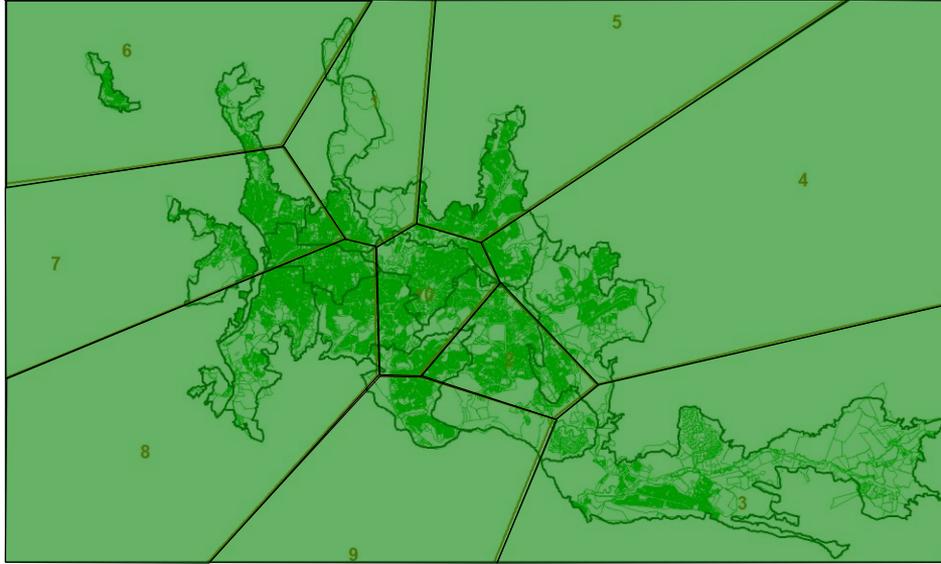
**SISTEMA DE ALERTA PROPUESTO:**  
Todas las Estaciones y Umbrales de García y Correa (2015)



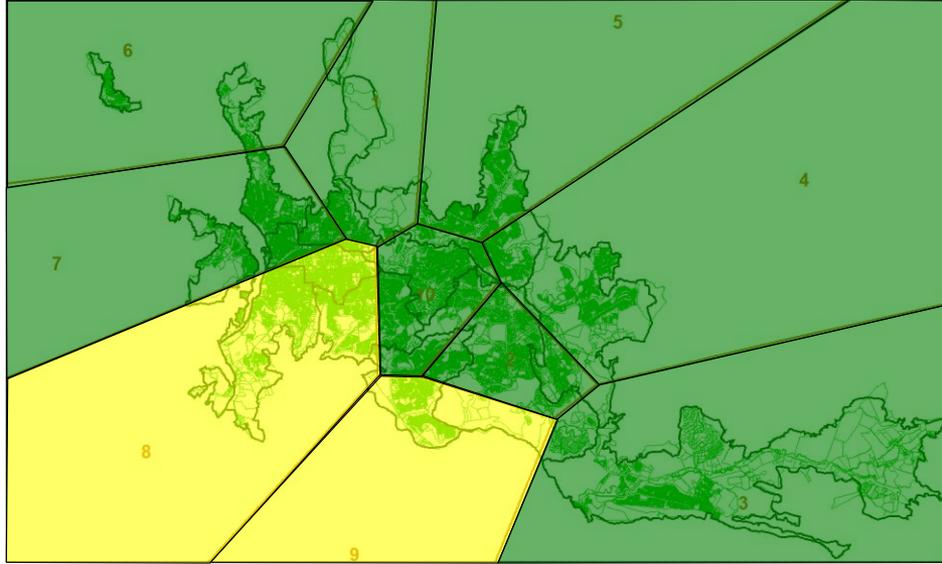
**ESTACIONES Y POLÍGONOS DE THIESSEN**



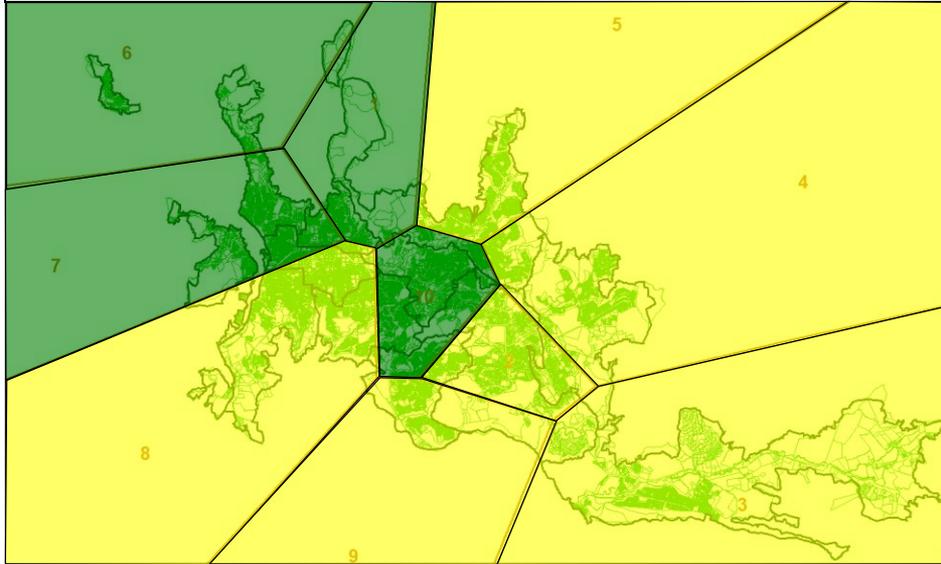
**SISTEMA DE ALERTA ORIGINAL:**  
Estación Agronomía y Umbrales de Terlien (1996)



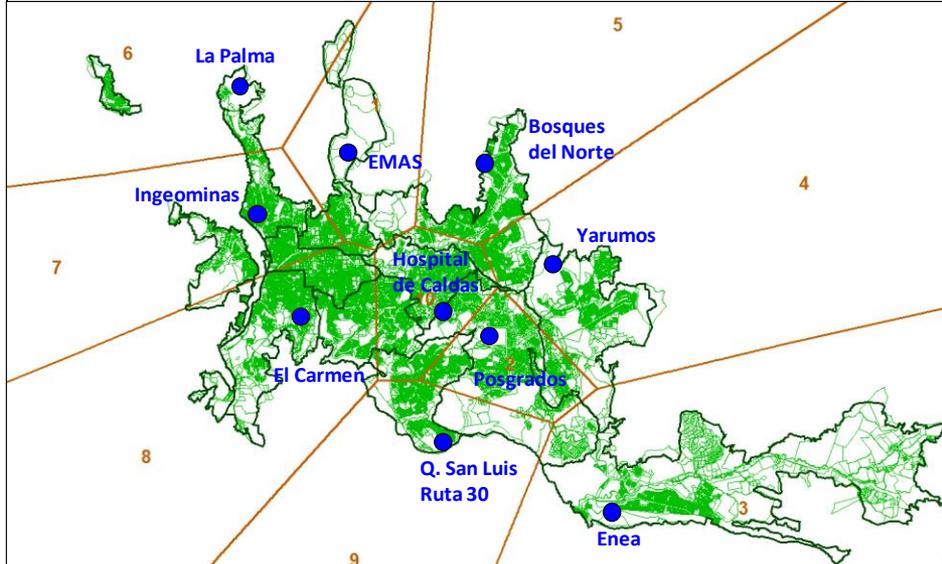
**SISTEMA DE ALERTA ACTUAL:**  
Todas las Estaciones y Umbrales de Terlien (1996)



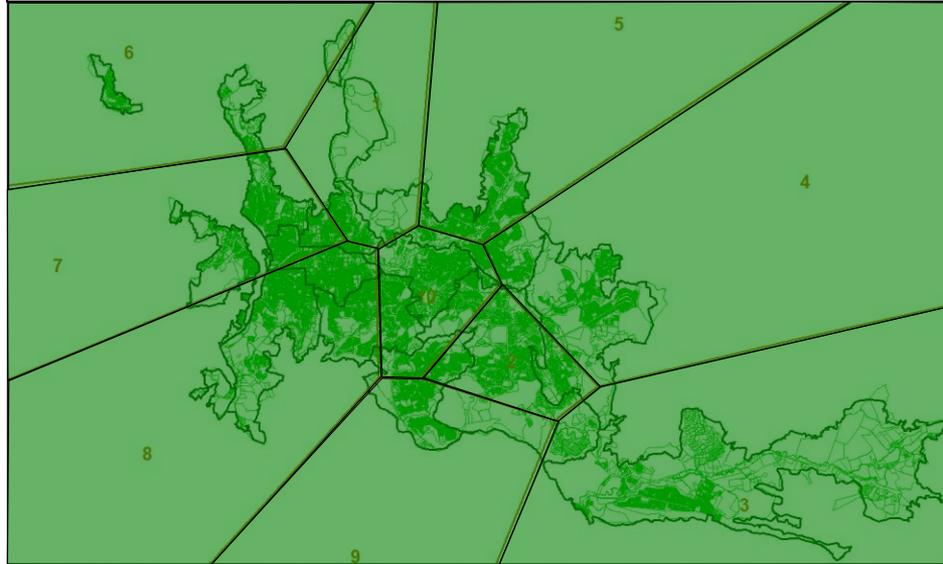
**SISTEMA DE ALERTA PROPUESTO:**  
Todas las Estaciones y Umbrales de García y Correa (2015)



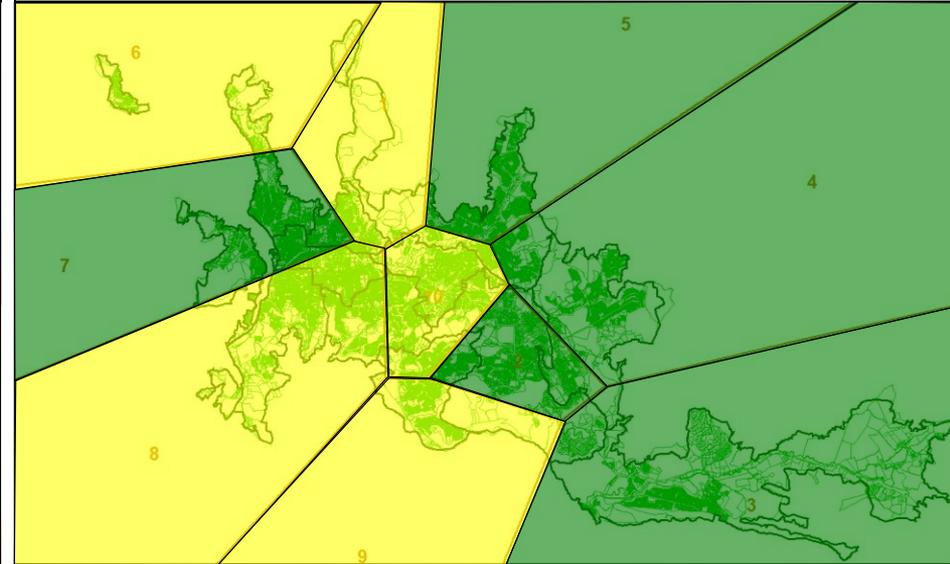
**ESTACIONES Y POLÍGONOS DE THIESSEN**



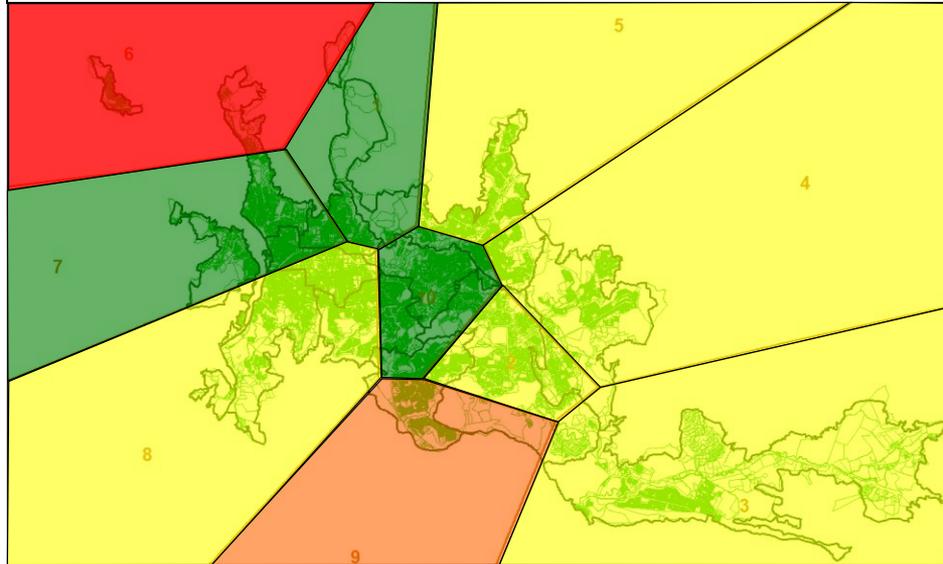
**SISTEMA DE ALERTA ORIGINAL:**  
Estación Agronomía y Umbrales de Terlien (1996)



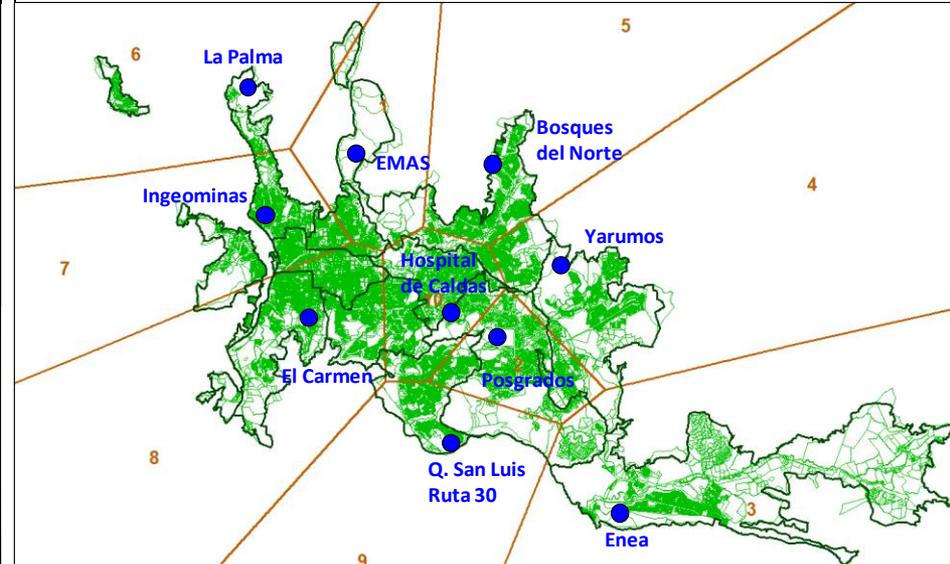
**SISTEMA DE ALERTA ACTUAL:**  
Todas las Estaciones y Umbrales de Terlien (1996)



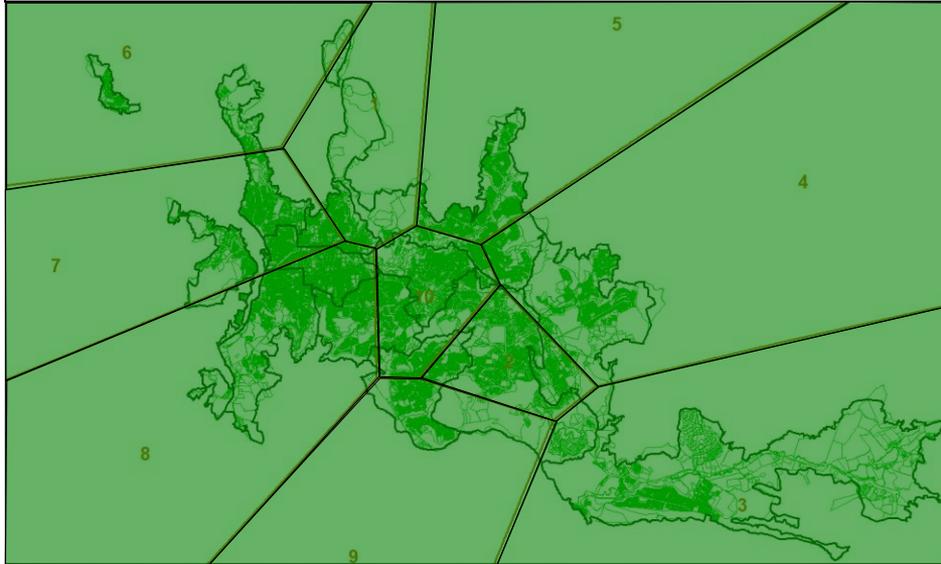
**SISTEMA DE ALERTA PROPUESTO:**  
Todas las Estaciones y Umbrales de García y Correa (2015)



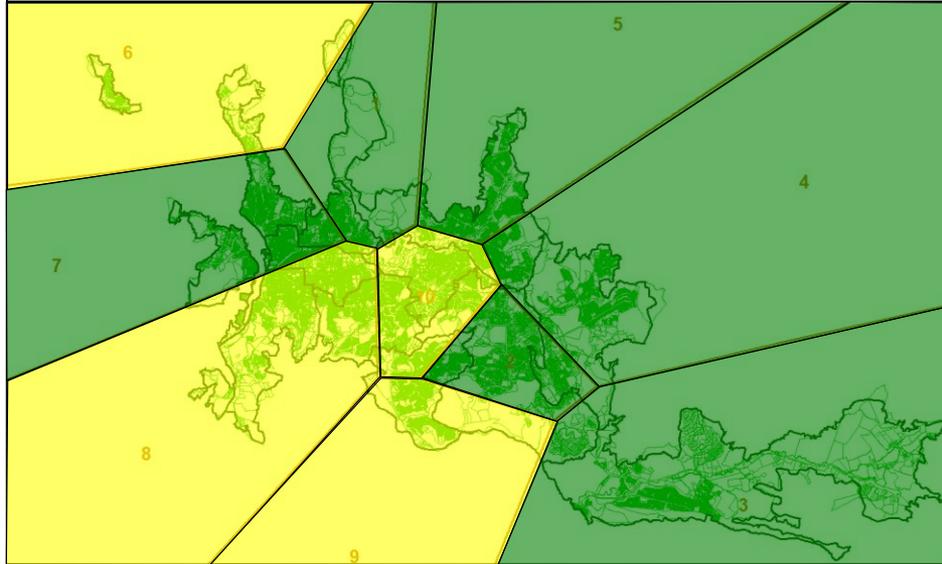
**ESTACIONES Y POLÍGONOS DE THIESSEN**



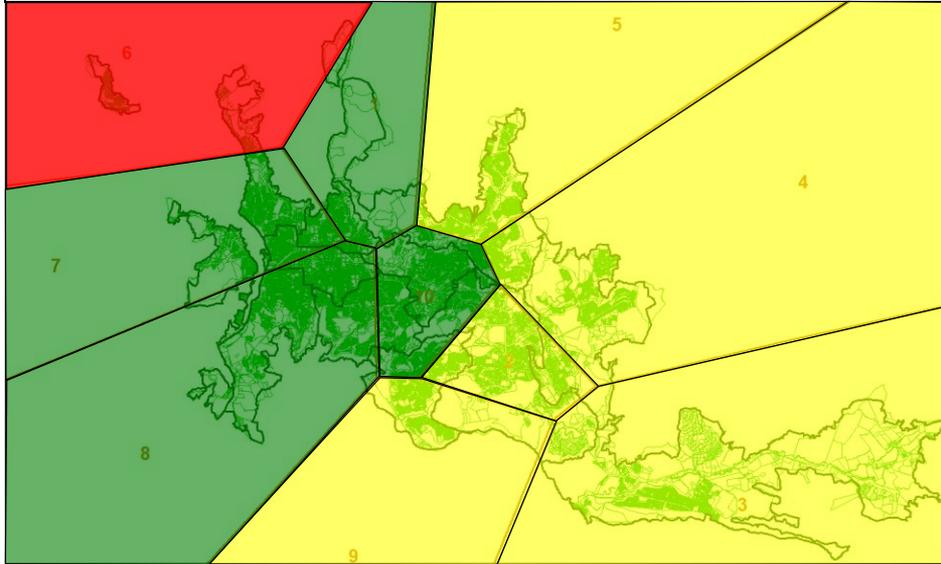
**SISTEMA DE ALERTA ORIGINAL:**  
Estación Agronomía y Umbrales de Terlien (1996)



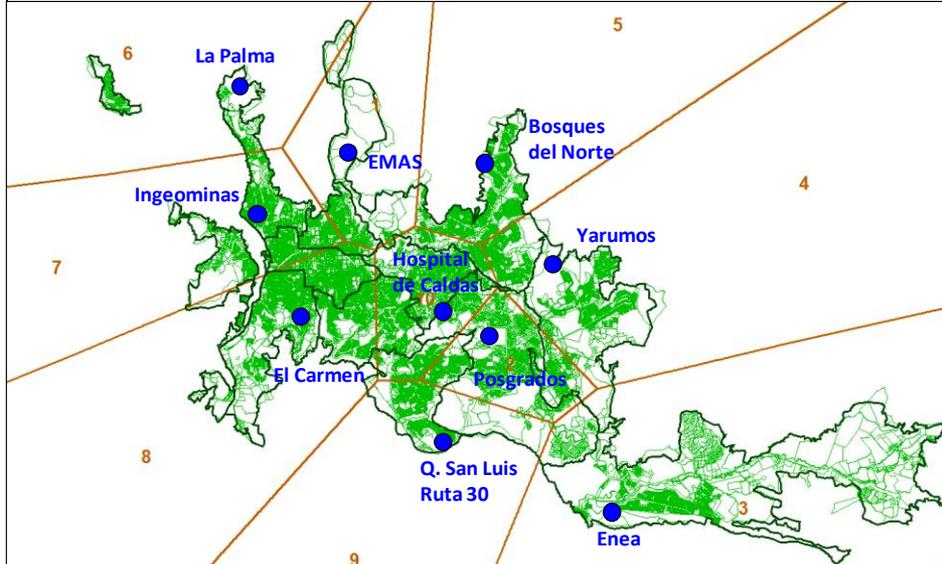
**SISTEMA DE ALERTA ACTUAL:**  
Todas las Estaciones y Umbrales de Terlien (1996)



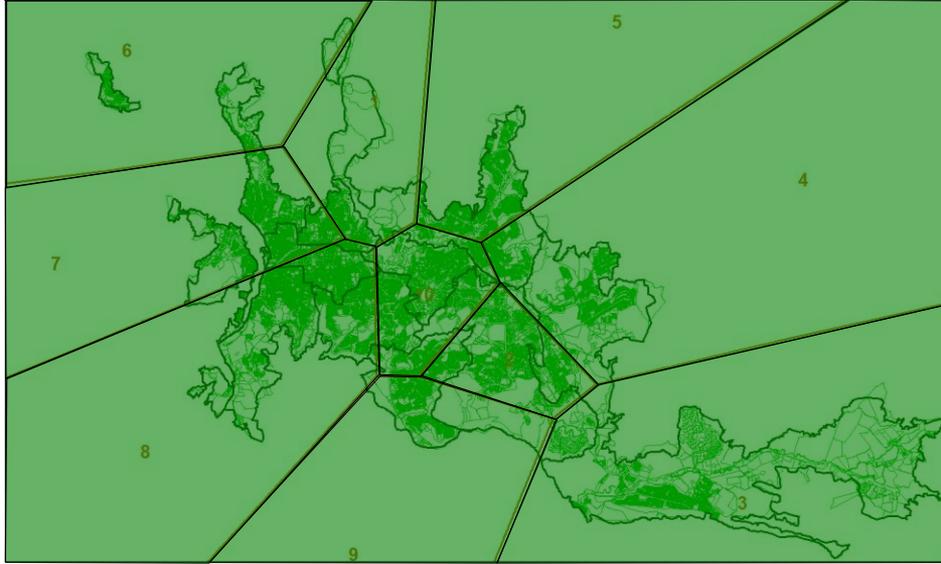
**SISTEMA DE ALERTA PROPUESTO:**  
Todas las Estaciones y Umbrales de García y Correa (2015)



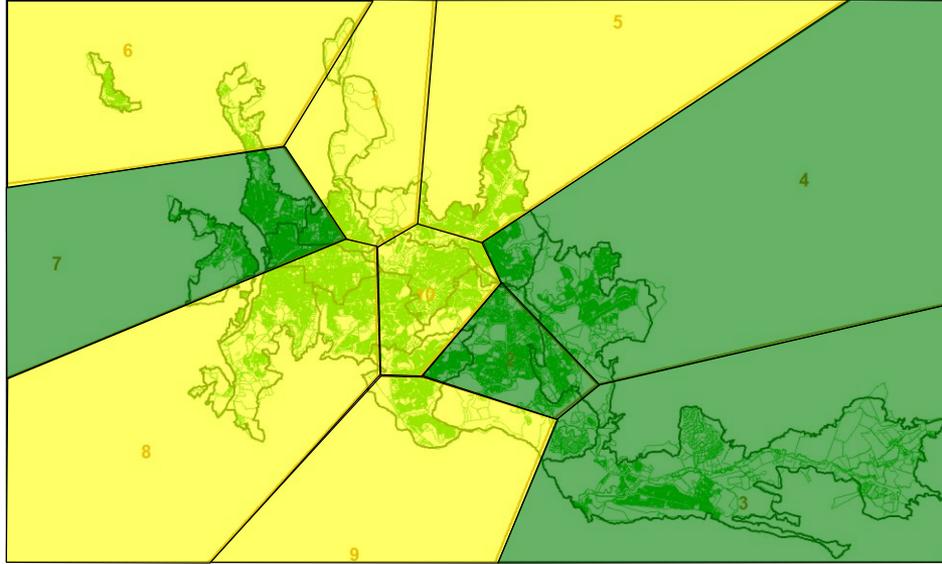
**ESTACIONES Y POLÍGONOS DE THIESSEN**



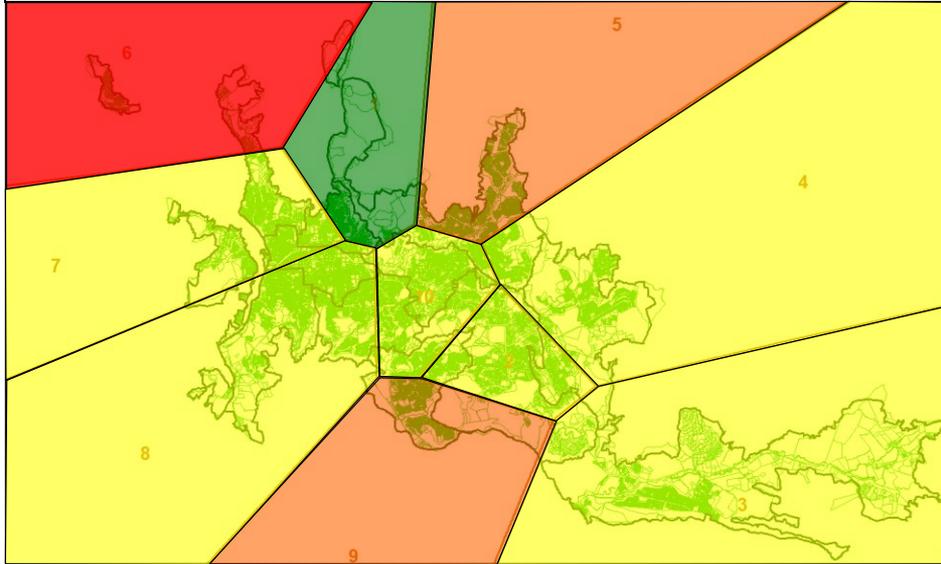
**SISTEMA DE ALERTA ORIGINAL:**  
Estación Agronomía y Umbrales de Terlien (1996)



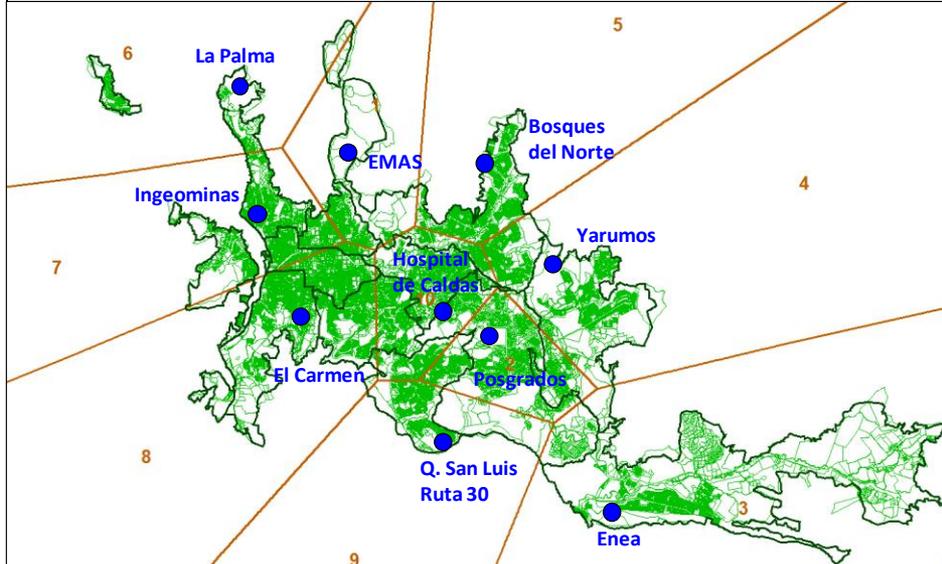
**SISTEMA DE ALERTA ACTUAL:**  
Todas las Estaciones y Umbrales de Terlien (1996)



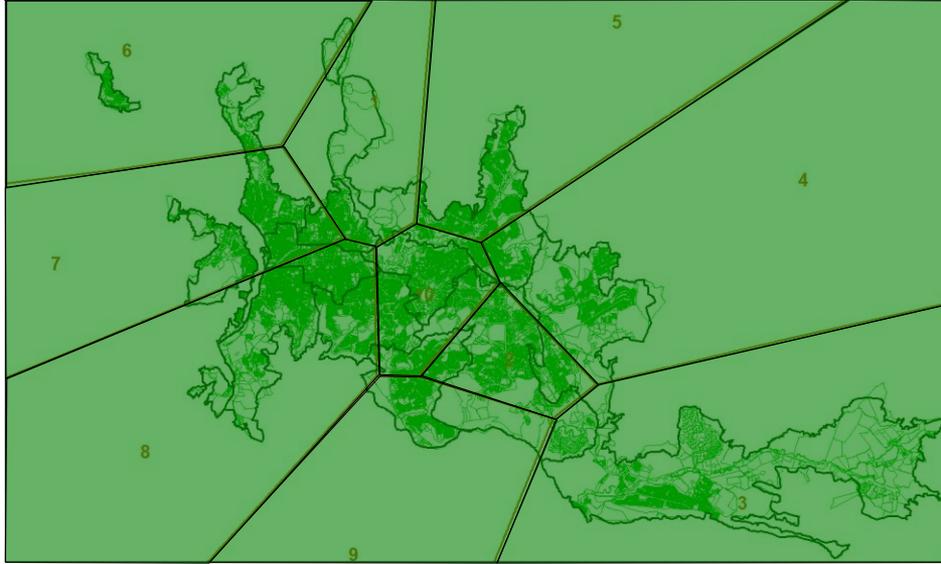
**SISTEMA DE ALERTA PROPUESTO:**  
Todas las Estaciones y Umbrales de García y Correa (2015)



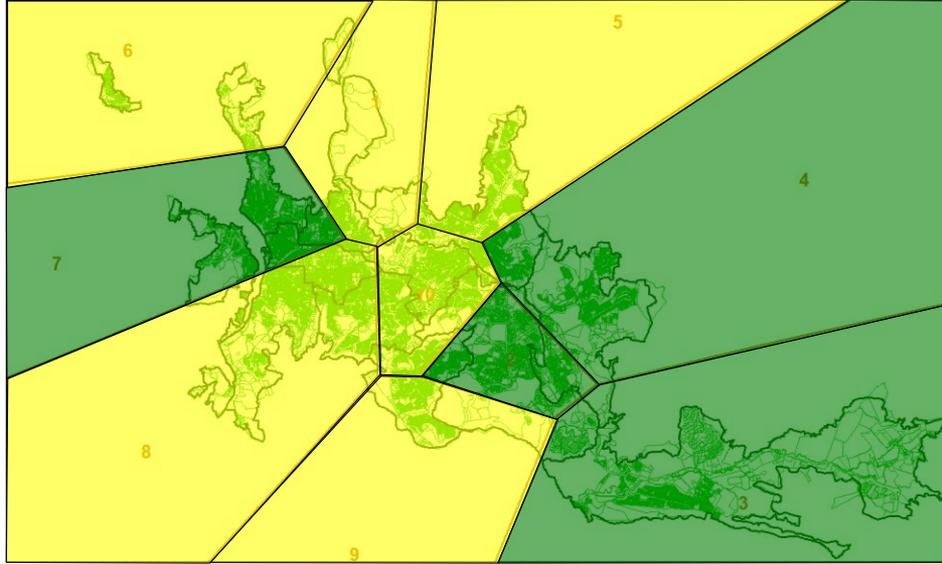
**ESTACIONES Y POLÍGONOS DE THIESSEN**



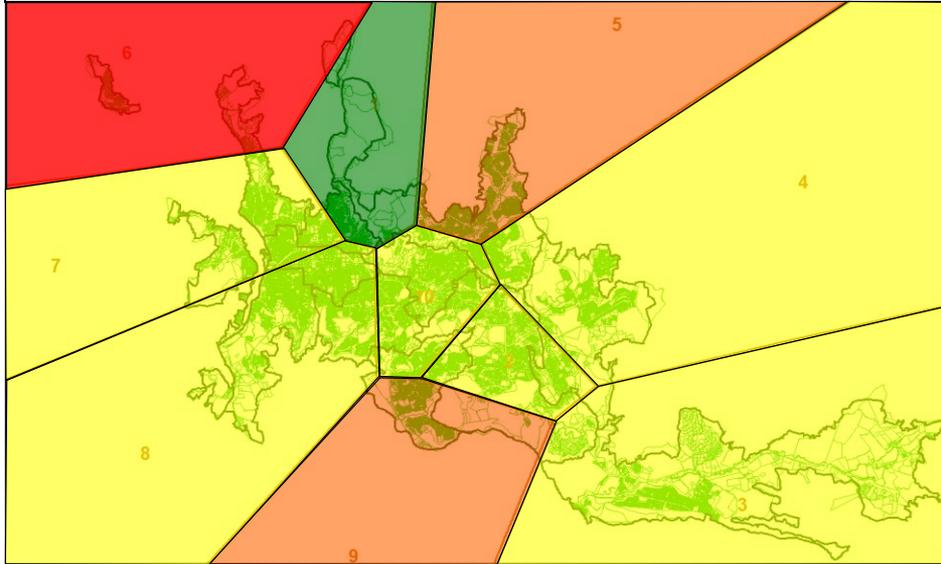
**SISTEMA DE ALERTA ORIGINAL:**  
Estación Agronomía y Umbrales de Terlien (1996)



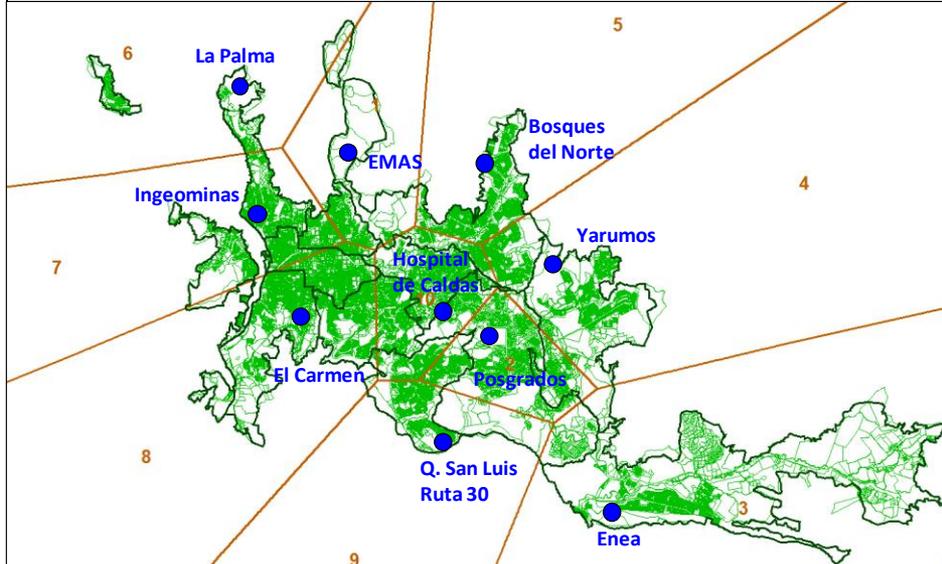
**SISTEMA DE ALERTA ACTUAL:**  
Todas las Estaciones y Umbrales de Terlien (1996)



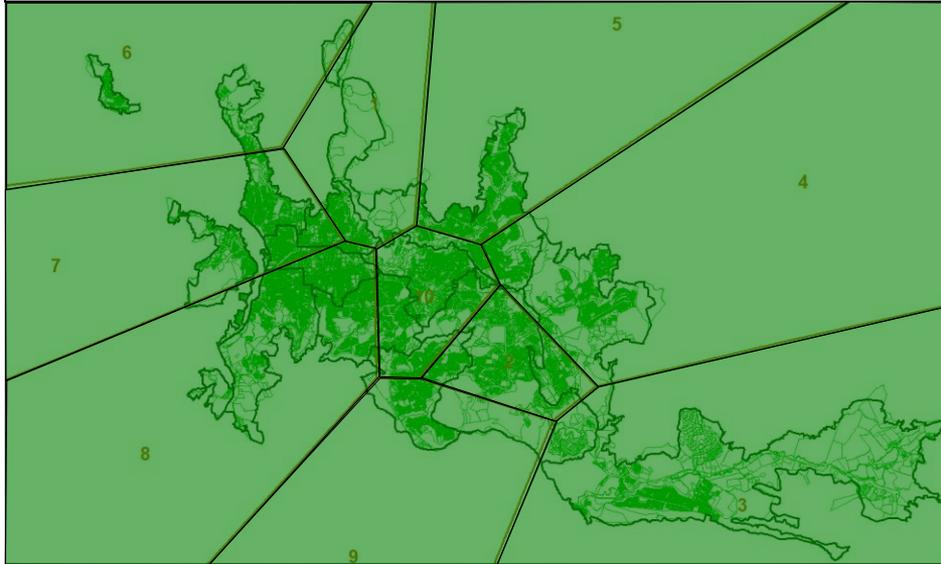
**SISTEMA DE ALERTA PROPUESTO:**  
Todas las Estaciones y Umbrales de García y Correa (2015)



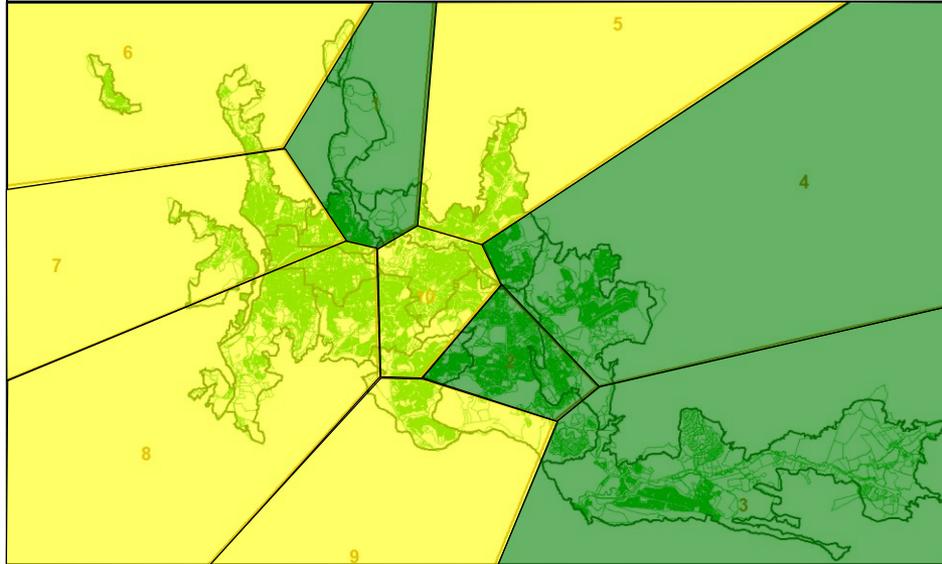
**ESTACIONES Y POLÍGONOS DE THIESSEN**



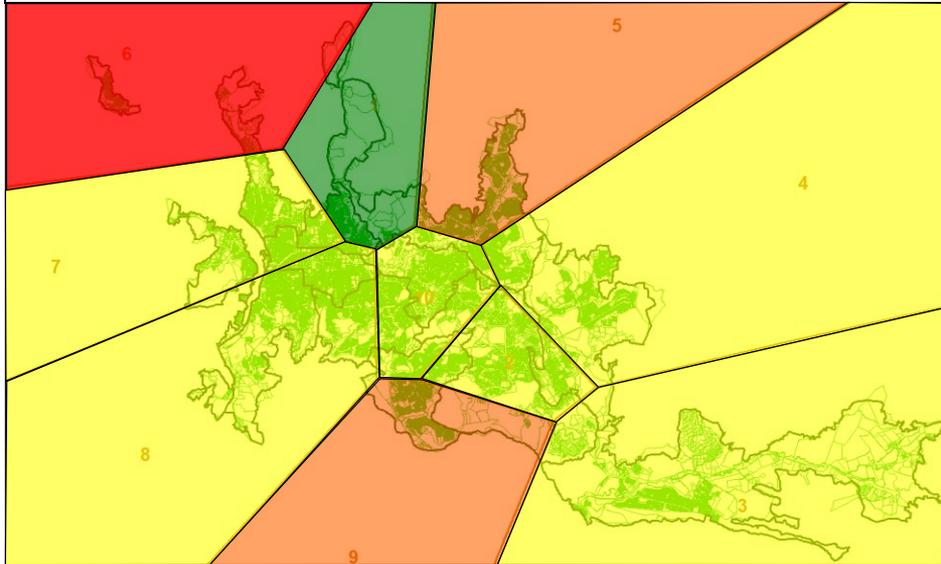
**SISTEMA DE ALERTA ORIGINAL:**  
Estación Agronomía y Umbrales de Terlien (1996)



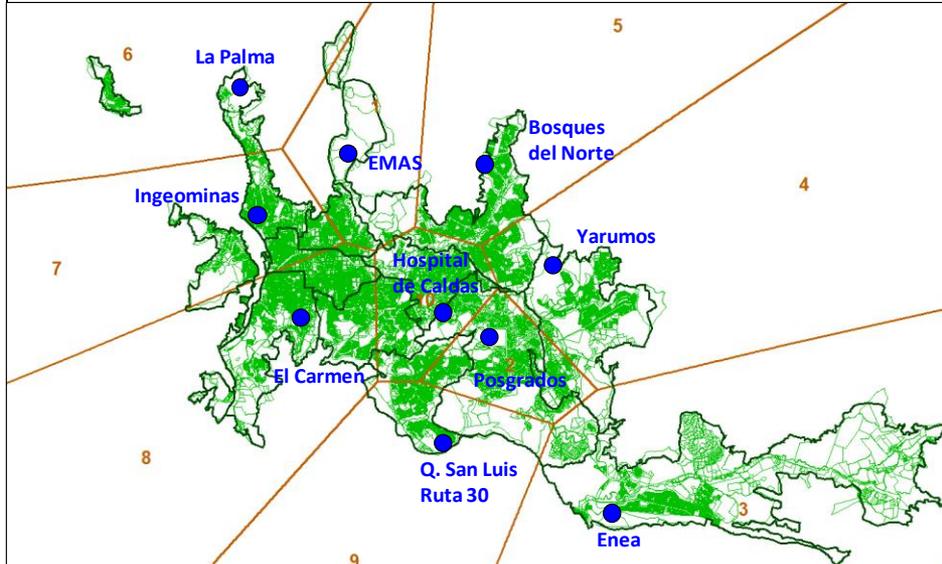
**SISTEMA DE ALERTA ACTUAL:**  
Todas las Estaciones y Umbrales de Terlien (1996)



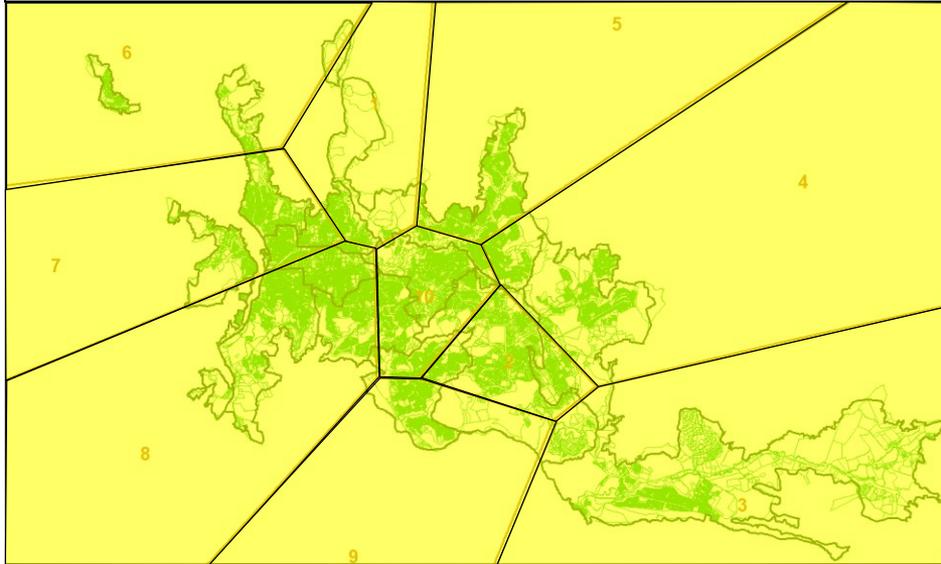
**SISTEMA DE ALERTA PROPUESTO:**  
Todas las Estaciones y Umbrales de García y Correa (2015)



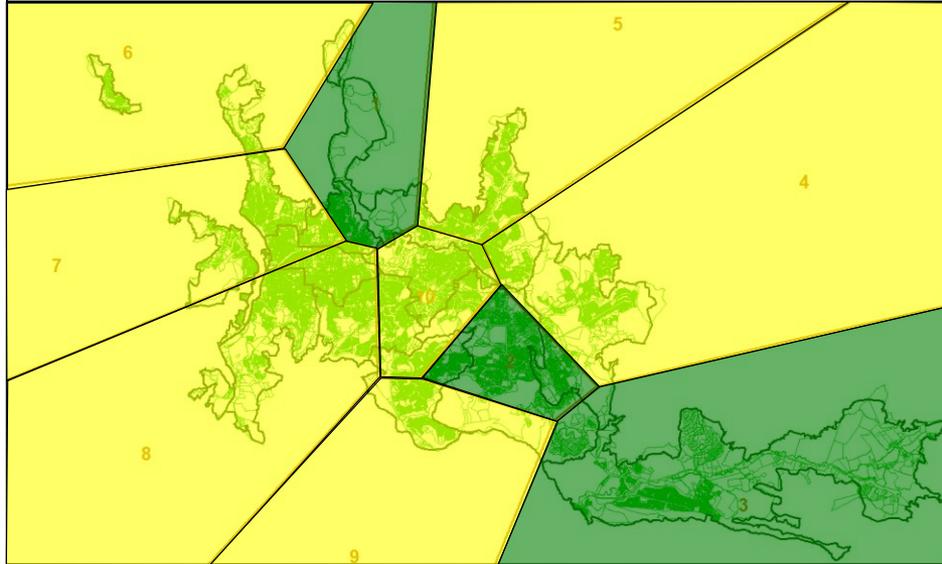
**ESTACIONES Y POLÍGONOS DE THIESSEN**



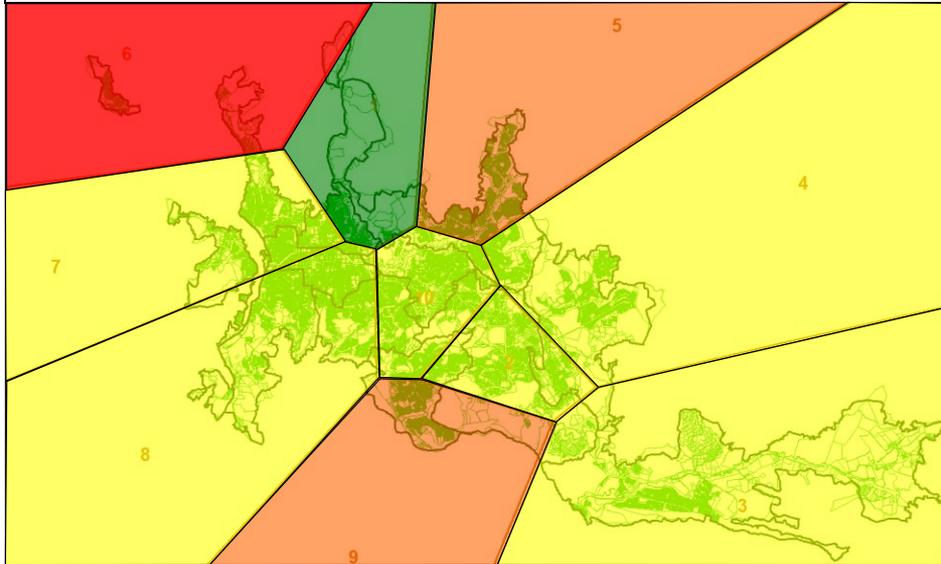
**SISTEMA DE ALERTA ORIGINAL:**  
Estación Agronomía y Umbrales de Terlien (1996)



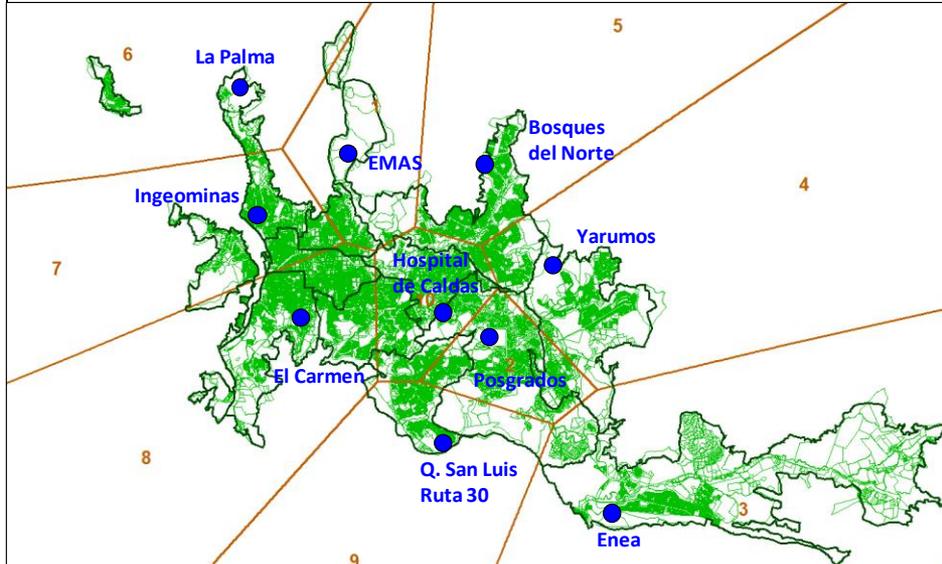
**SISTEMA DE ALERTA ACTUAL:**  
Todas las Estaciones y Umbrales de Terlien (1996)



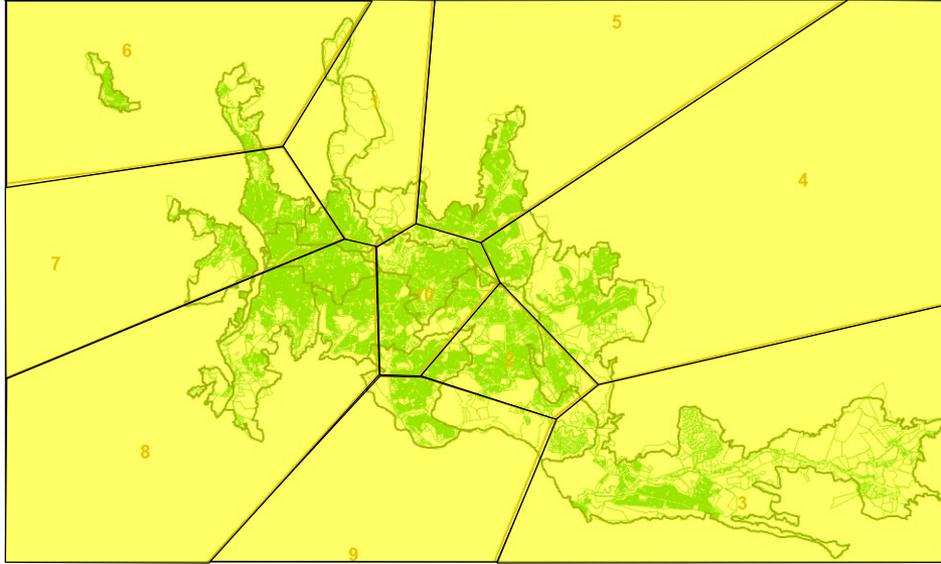
**SISTEMA DE ALERTA PROPUESTO:**  
Todas las Estaciones y Umbrales de García y Correa (2015)



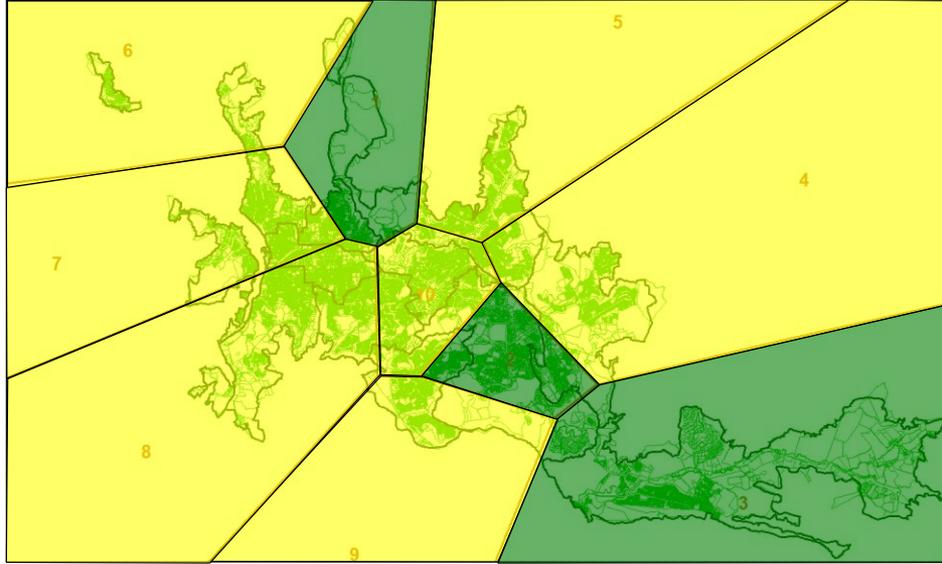
**ESTACIONES Y POLÍGONOS DE THIESSEN**



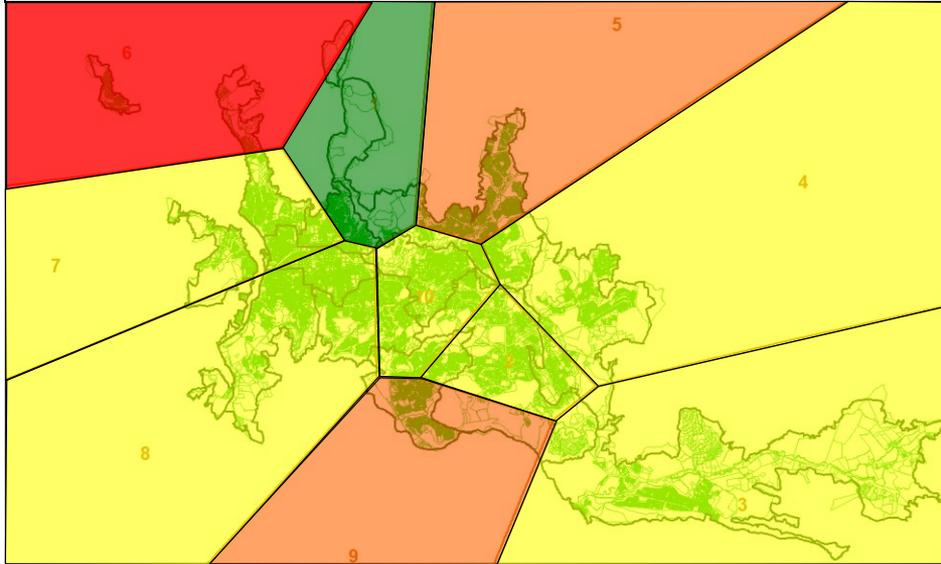
**SISTEMA DE ALERTA ORIGINAL:**  
Estación Agronomía y Umbrales de Terlien (1996)



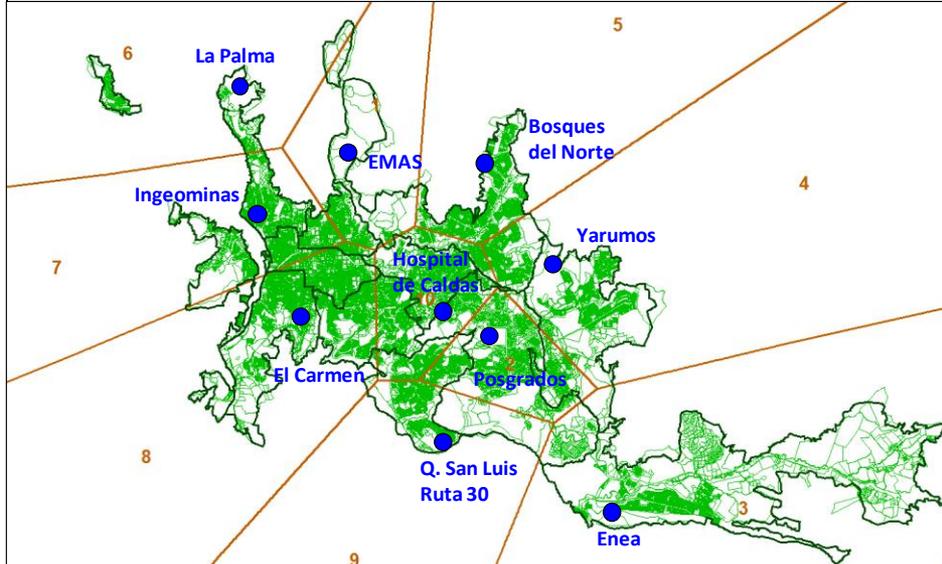
**SISTEMA DE ALERTA ACTUAL:**  
Todas las Estaciones y Umbrales de Terlien (1996)



**SISTEMA DE ALERTA PROPUESTO:**  
Todas las Estaciones y Umbrales de García y Correa (2015)



**ESTACIONES Y POLÍGONOS DE THIESSEN**



# CONCLUSIONES

# CONCLUSIONES

- Existe una diferencia notable en el comportamiento espacial de las lluvias en Manizales, como se refleja en el comportamiento de las alertas usando 1 o 10 estaciones, con los umbrales de Terlien (1996).
- Estos umbrales son válidos para un área geográfica específica.
- Se presentan umbrales por sectores, favoreciendo el enfoque de la gestión del riesgo en áreas específicas, lo cual es de inmensa utilidad para autoridades y comunidad.
- Es posible obtener relaciones lluvia – deslizamiento para períodos de lluvia antecedente diferentes de 25 días.





*In Memoriam*  
*Samuel Darío Prieto Ramírez*  
*(1949 - 2016)*

“Manizales, ciudad intermedia de los andes colombianos (400.000 habitantes) ubicada a 2150 metros de altura sobre un interfluvio estrecho, está expuesta a tres fenómenos naturales mayores: deslizamientos frecuentes, sismos y, en menor medida, inundaciones, cuya ocurrencia ocasiona siniestros a veces catastróficos.”

**Chardon (2002)**

“Desde principios de los años 40, por falta de espacio construible y por una presión fuerte ejercida sobre los terrenos más planos, la expansión urbana no ha dejado de realizarse en sectores naturalmente inestables y cuya inestabilidad se vuelve cada vez más aguda y peligrosa a medida que la urbanización progresa espacialmente.”

**Chardon (2002)**