Instituto de Estudios Ambientales IDEA
Sede Manizales
25 Años

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

IRDR ICoE
Integrated Research on Disaster Risk
International Centre of Excellence

ais
Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica

Alcaldía de Manizales
Más Oportunidades

SCIA

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

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

EVALUACIÓN HOLÍSTICA DEL RIESGO: UTILIZACIÓN DE INDICADORES

Dora Catalina Suárez Olave
Omar Darío Cardona A.
Gabriel Bernal
Martha Liliana Carreño

EL RIESGO DESDE UNA PERSPECTIVA HOLÍSTICA

La evaluación del riesgo tiene en cuenta no sólo el daño físico esperado, sino también aspectos sociales, organizacionales e institucionales relacionados con el desarrollo de la comunidad. Los escenarios de perdidas potenciales son el punto de partida para la evaluación del riesgo.

(Autores: Carreño, et al, 2004)

¿ POR QUÉ LOS INDICADORES?

- Los indicadores permiten tener una representación del problema (riesgo y gestión del riesgo), que puede ser fácil de entender

- Es necesario hacer “manifiesto el riesgo” en forma diferente ante los órganos de decisión responsables: economía, ambiente, vivienda, salud, infraestructura, agricultura, etc.

- Se usan índices relativos a escala nacional o local para facilitar el acceso a información relevante, para identificar y proponer acciones efectivas de gestión del riesgo, considerando aspectos macroeconómicos, sociales, institucionales y técnicos.

Gestión del Riesgo
Manizales - Colombia

SISTEMA DE INDICADORES DE RIESGO Y GESTIÓN DEL RIESGO PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

El sistema de indicadores es multisectorial en su alcance y social en su enfoque, teniendo en cuenta que una sociedad esté en capacidad de absorber el impacto y recuperarse ante la posibilidad de una serie de eventos peligrosos.

El modelo de cada índice es "indicativo“, es una base de información para decisiones generales de política en áreas prioritarias para la acción y la asignación de recursos.

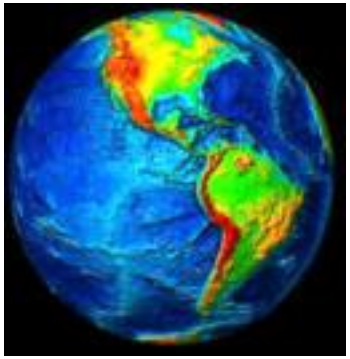
Cuatro índices o grupos de indicadores independientes:

IDD - El Índice de Déficit por Desastre

IDL - El Índice de Desastres Locales

IVP - El Índice de Vulnerabilidad Prevalente

IGR - El Índice de Gestión de Riesgo



OBSERVATORIO PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE

Espacio donde se conoce y evalúa el resultado de indicadores económicos, sociales y ambientales del Municipio. Educación ciudadana participativa

PLANES DE DESARROLLO					
Plan de Desarrollo Manizales Calidad Siglo XXI. BIOMANIZALES	1995				
Plan de Desarrollo Manizales Calidad Siglo XXI. BIOPLAN		1997			
Plan de Desarrollo Manizales Calidad Siglo XXI			1999		
Plan de Desarrollo Económico y Social del Municipio. Manizales Ciudad Viva				2001	
Plan de Desarrollo Económico y Social del Municipio. Manizales Ciudad Viva					2003

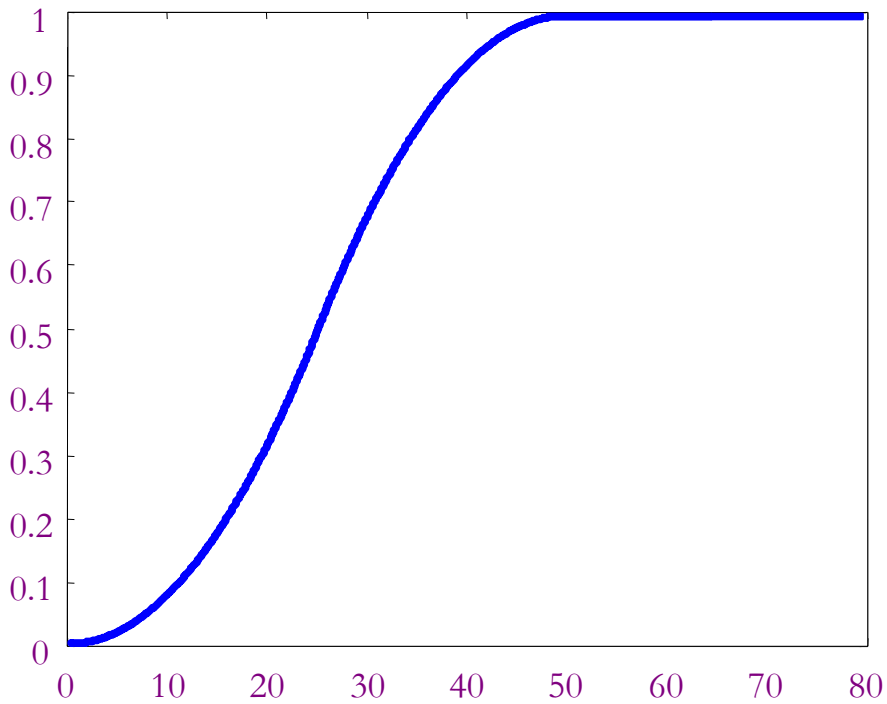
	DIMENSIONES	VARIABLES	CALIFICACIÓN SEMÁFORO / PLAN				
			1995	1997	1999	2001	2003
INVERSIÓN	DIMENSIÓN SOCIAL	Infraestructura	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO
		Educación	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO
		Vivienda	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO
		Capacitación ciudadana	ALTO	BAJO	BAJO	BAJO	ALTO
		Seguridad ciudadana	ALTO	BAJO	BAJO	ALTO	ALTO
	DIMENSIÓN ECONÓMICA	Ejecución presupuestal	BAJO	BAJO	ALTO	ALTO	BAJO
		Asistencia técnica al sector productivo	BAJO	BAJO	BAJO	ALTO	BAJO
		Infraestructura de soporte	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO
	DIMENSIÓN AMBIENTAL	Infraestructura ambiental urbana	MEDIO	ALTO	BAJO	ALTO	BAJO
		Educación ambiental	BAJO	ALTO	BAJO	ALTO	ALTO
		Capacitación	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO
		Infraestructura de soporte	BAJO	ALTO	ALTO	BAJO	BAJO

ÍNDICE DE RIESGO URBANO

- Índice de riesgo físico R_F, es definido como la convolución de los parámetros de la amenaza y de la vulnerabilidad física de los elementos expuestos.
- Coeficiente de agravamiento F, obtenido de los descriptores de fragilidad social y falta de resiliencia que reflejan la vulnerabilidad del contexto social.
- Riesgo total R_T, obtenido de afectar el riesgo físico por un factor que involucra el coeficiente de agravamiento de cada unidad de análisis.

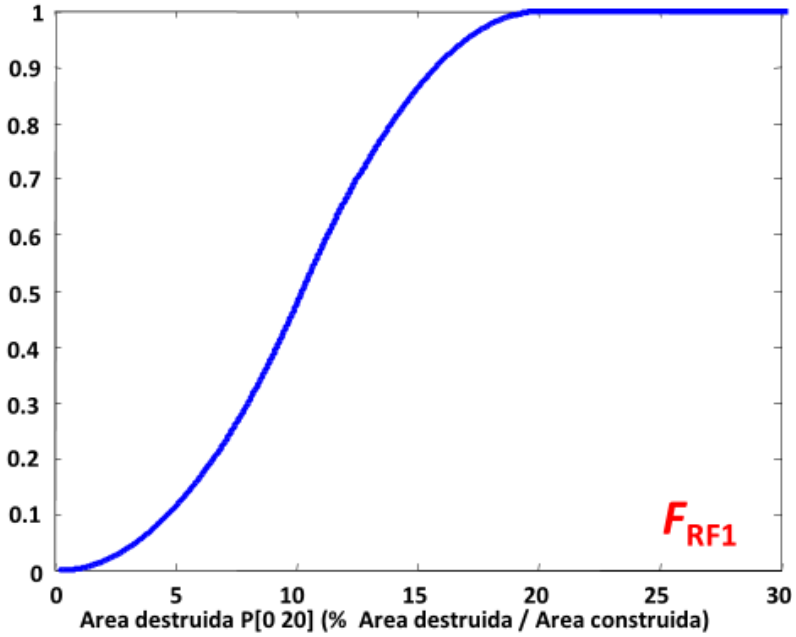
X_{RF1}	Área destruida
X_{RF2}	Número de fallecidos
X_{RF3}	Número de heridos
X_{RF4}	Roturas de la red de acueducto
X_{RF5}	Roturas en la red de gas
X_{RF6}	Longitud de redes eléctricas caídas
X_{RF7}	Centrales telefónicas afectadas
X_{RF8}	Subestaciones eléctricas afectadas
X_{FS1}	Área de barrios marginales
X_{FS2}	Tasa de mortalidad
X_{FS3}	Tasa de delincuencia
X_{FS4}	Índice de disparidad social
X_{FS5}	Densidad de población
X_{FR1}	Camas en hospitales
X_{FR2}	Recurso humano en salud
X_{FR3}	Espacio público o abierto
X_{FR4}	Personal de rescate
X_{FR5}	Nivel de desarrollo
X_{FR6}	Preparación para emergencias

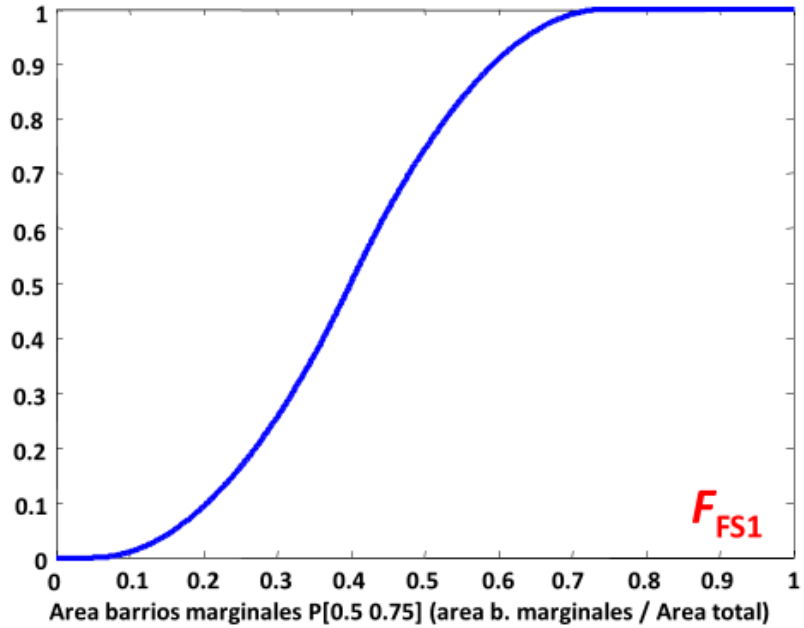
Identificación y escalamiento de variables no conmensurables que reflejan los factores de riesgo

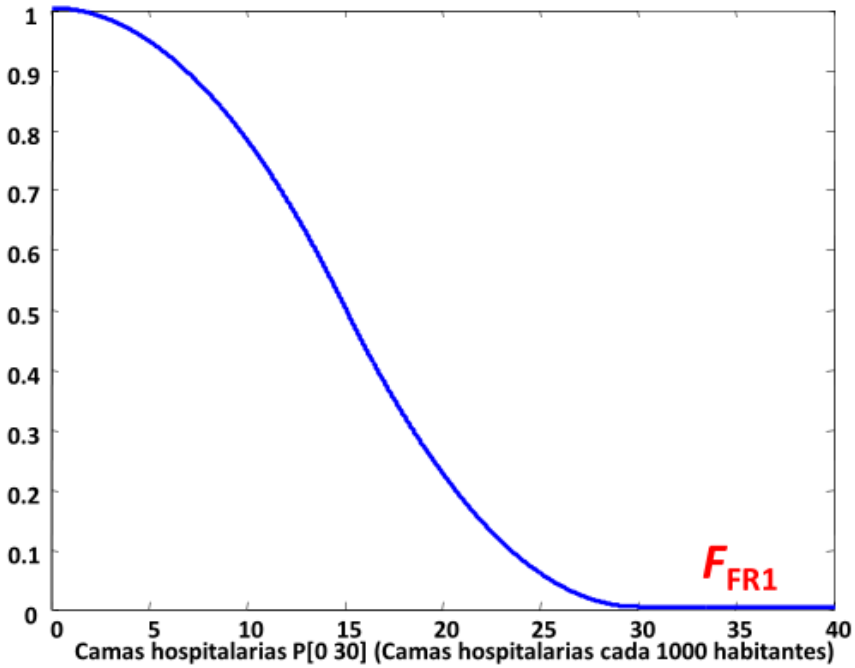


Numero de fallecidos P[0 50]
(fallecidos cada 1000 habitantes)

F_{RF2}


1
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
0
5
10
15
20
25
30
Area destruida P[0 20] (% Area destruida / Area construida)
F_{RF1}


1
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
1
Area barrios marginales P[0.5 0.75] (area b. marginales / Area total)
F_{FS1}


1
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
0
5
10
15
20
25
30
35
40
Camas hospitalarias P[0 30] (Camas hospitalarias cada 1000 habitantes)
F_{FR1}

F_{RF1}	Área destruida	w_{RF1}
F_{RF2}	Número de fallecidos	w_{RF2}
F_{RF3}	Número de heridos	w_{RF3}
F_{RF4}	Roturas de la red de acueducto	w_{RF4}
F_{RF5}	Roturas en la red de gas	w_{RF5}
F_{RF6}	Longitud de redes eléctricas caídas	w_{RF6}
F_{RF7}	Centrales telefónicas afectadas	w_{RF7}
F_{RF8}	Subestaciones eléctricas afectadas	w_{RF8}
F_{FS1}	Área de barrios marginales	w_{FS1}
F_{FS2}	Tasa de mortalidad	w_{FS2}
F_{FS3}	Tasa de delincuencia	w_{FS3}
F_{FS4}	Índice de disparidad social	w_{FS4}
F_{FS5}	Densidad de población	w_{FS5}
F_{FR1}	Camas en hospitales	w_{FR1}
F_{FR2}	Recurso humano en salud	w_{FR2}
F_{FR3}	Espacio público o abierto	w_{FR3}
F_{FR4}	Personal de rescate	w_{FR4}
F_{FR5}	Nivel de desarrollo	w_{FR5}
F_{FR6}	Preparación para emergencias	w_{FR6}

Cálculo de pesos utilizando el Proceso analítico jerárquico, PAJ

Determinación de la influencia de cada variable en los factores de riesgo

F_{RF1}	Área destruida	w_{RF1}
F_{RF2}	Número de fallecidos	w_{RF2}
F_{RF3}	Número de heridos	w_{RF3}
F_{RF4}	Roturas de la red de acueducto	w_{RF4}
F_{RF5}	Roturas en la red de gas	w_{RF5}
F_{RF6}	Longitud de redes eléctricas caídas	w_{RF6}
F_{RF7}	Centrales telefónicas afectadas	w_{RF7}
F_{RF8}	Subestaciones eléctricas afectadas	w_{RF8}
F_{FS1}	Área de barrios marginales	w_{FS1}
F_{FS2}	Tasa de mortalidad	w_{FS2}
F_{FS3}	Tasa de delincuencia	w_{FS3}
F_{FS4}	Índice de disparidad social	w_{FS4}
F_{FS5}	Densidad de población	w_{FS5}
F_{FR1}	Camas en hospitales	w_{FR1}
F_{FR2}	Recurso humano en salud	w_{FR2}
F_{FR3}	Espacio público o abierto	w_{FR3}
F_{FR4}	Personal de rescate	w_{FR4}
F_{FR5}	Nivel de desarrollo	w_{FR5}
F_{FR6}	Preparación para emergencias	w_{FR6}

$$R_F = \sum_{i=1}^{8} w_{RFi} \times F_{RFi}$$

Riesgo físico, R_F

Riesgo total, R_T

$$R_T = R_F(1+F)$$

Coeficiente de agravamiento, F

$$F = \sum_{i=1}^{5} w_{FSi} \times F_{FSi} + \sum_{j=1}^{6} w_{FRj} \times F_{FRj}$$

EVALUACIÓN HOLÍSTICA PARA MANIZALES - 2015

(Trabajo elaborado por: Gabriel Bernal, Martha Liliana Carreño)

DESCRIPTORES DEL RIESGO FÍSICO

Se utilizan los resultados obtenidos en dicha evaluación teniendo en cuenta sismos y deslizamientos asociados a ellos, así como deslizamientos producidos por lluvias, como punto de partida.

Descriptores de riesgo físico por sismos y deslizamientos asociados, primas por sectores para las comunas de Manizales

	X_{RF1}	X_{RF2}	X_{RF3}	X_{RF4}	X_{RF5}	X_{RF6}
Comuna	Residencial prima [‰]	Comercial prima[‰]	Industrial prima [‰]	Salud prima [‰]	Institucional prima [‰]	Educación prima [‰]
C1 - Atardeceres	3,06	3,80	1,86	4,89	1,05	1,48
C2 - San José	9,75	4,14	8,02	5,05	7,66	6,57
C3 - Cumanday	11,52	9,80	10,96	10,41	5,00	5,56
C4 - La Estación	8,10	5,27	5,83	7,09	3,61	7,53
C5 - Ciudadela Norte	9,05	11,76	2,81	3,00	10,02	1,75
C6 - Ecot. Cerro de Oro	8,17	3,36	4,26	1,89	3,52	7,26
C7 - Tesorito	6,15	2,56	1,76	2,01	2,17	1,93
C8 - Palogrande	7,28	6,20	6,70	2,72	5,96	5,32
C9 - Universitaria	4,89	1,96	2,66	1,14	2,47	3,64
C10 - La Fuente	7,29	7,08	6,60	10,79	2,58	4,72
C11 - La Macarena	7,03	9,04	5,46	5,54	3,25	9,12

EVALUACIÓN HOLÍSTICA PARA MANIZALES - 2015

DESCRIPTORES DEL RIESGO FÍSICO

Los resultados se presentan en términos de la pérdida anual esperada (AAL por sus siglas en inglés: Average Annual Loss) y las pérdida máximas probables (PML por sus siglas en inglés: Probable Maximum Loss).

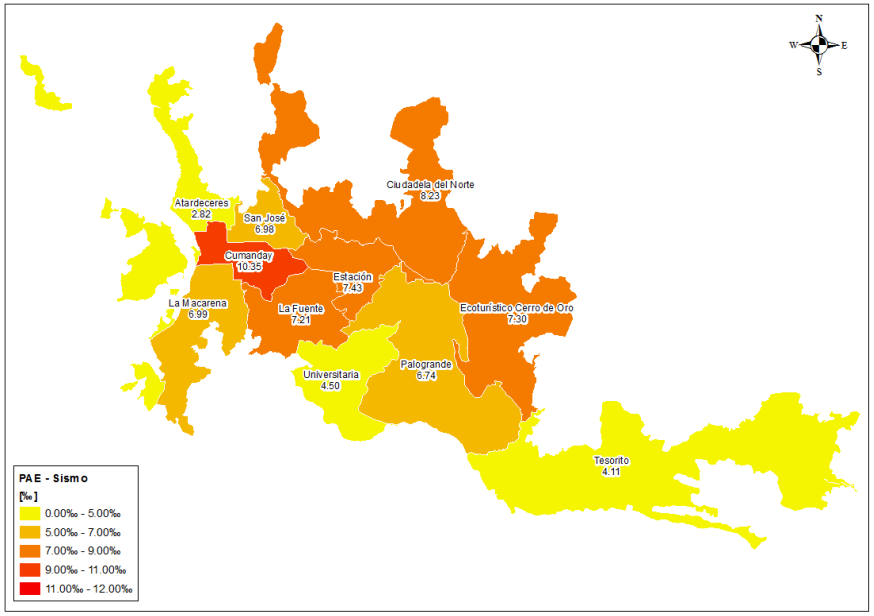


Figura 1. Pérdida anual esperada por sismo para las comunas de Manizales

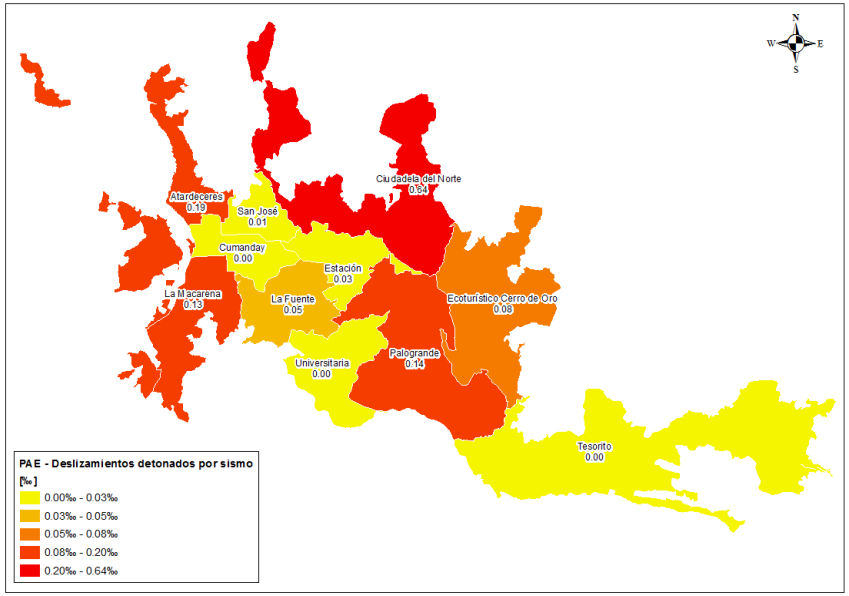
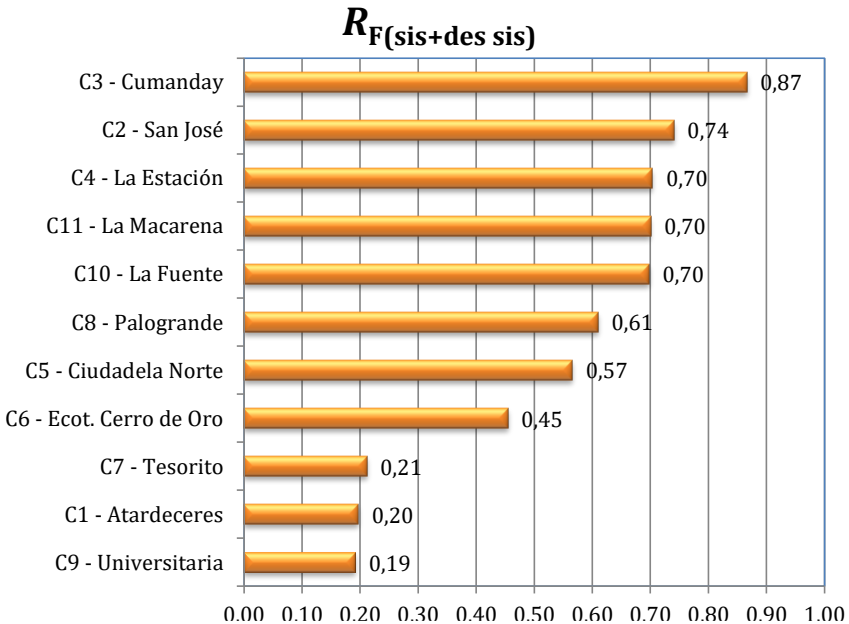
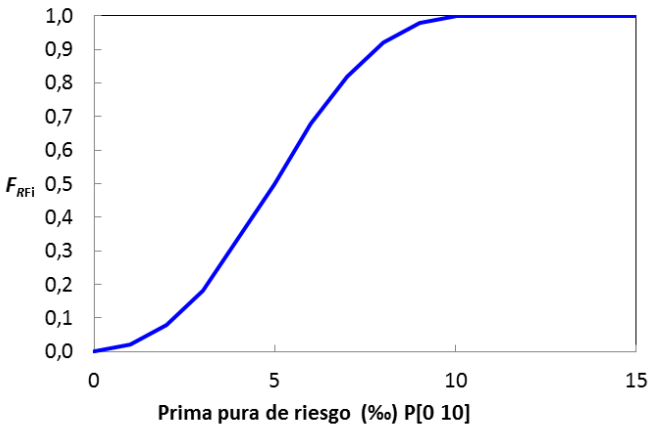


Figura 1. Pérdida anual esperada para deslizamientos detonados por sismos para las comunas de Manizales

EVALUACIÓN HOLÍSTICA PARA MANIZALES - 2015

FACTORES DEL RIESGO FÍSICO



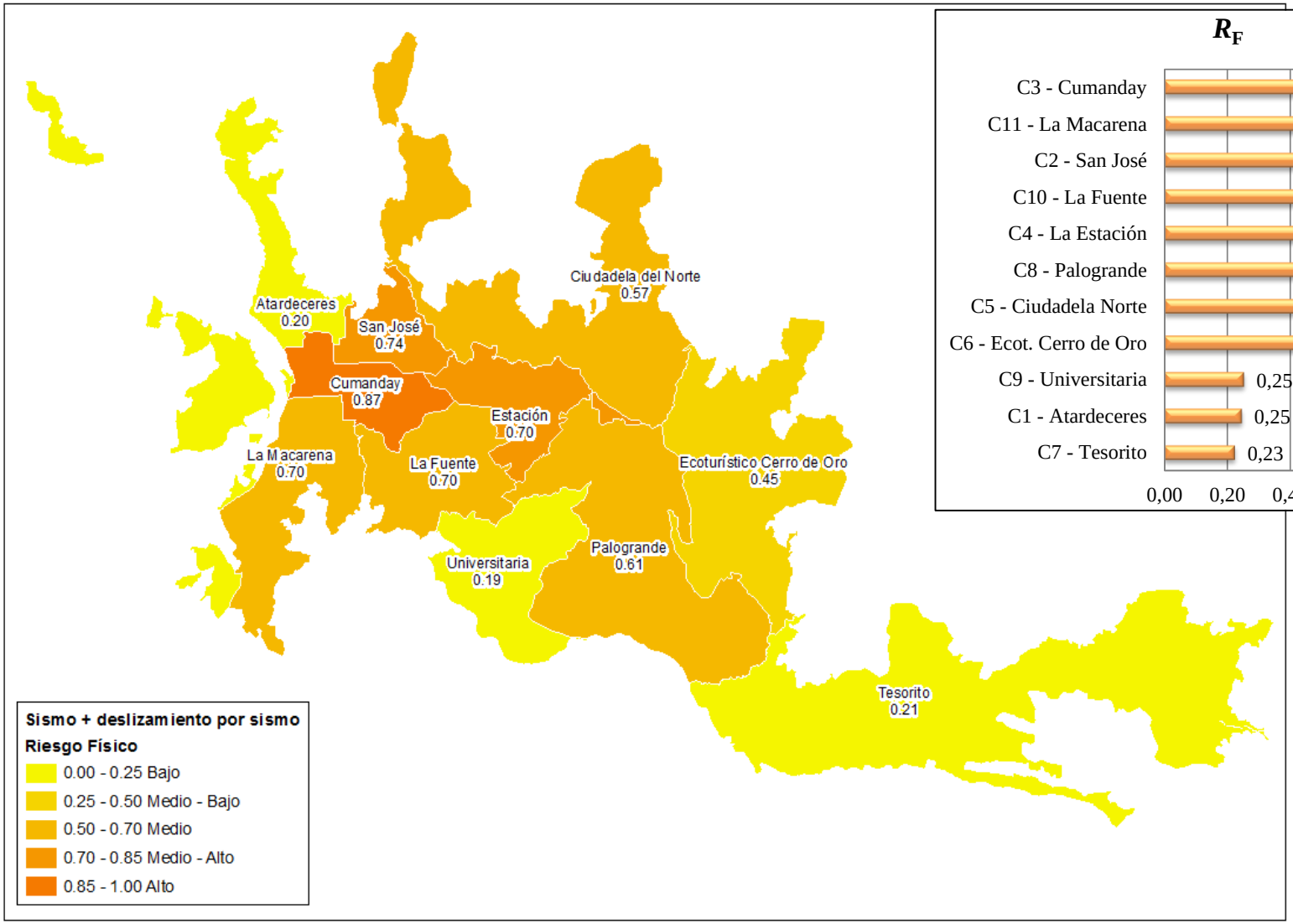


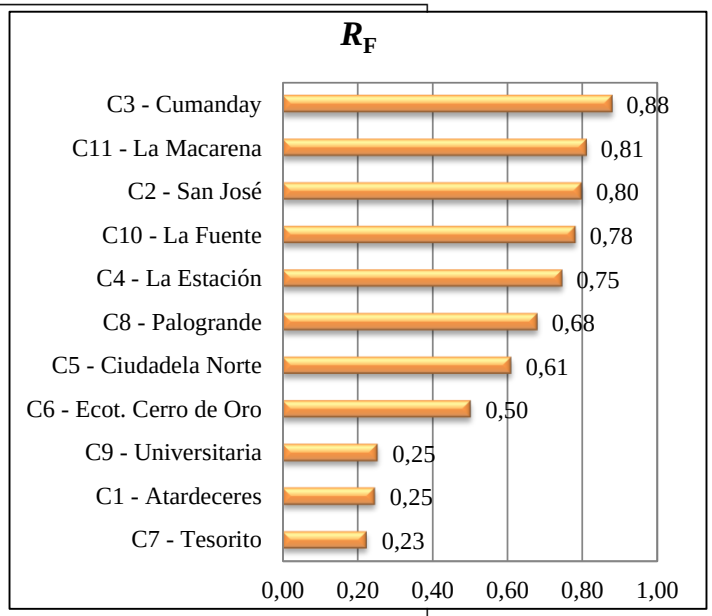
Factor de riesgo	Peso
Residencial	0,2
Comercial	0,15
Industrial	0,15
Salud	0,2
Institucional	0,15
Educación	0,15

Comuna	Residencial F_{RF1}	Comercial F_{RF2}	Industrial F_{RF3}	Salud F_{RF4}	Institucional F_{RF5}	Educación F_{RF6}	R_F
Atardeceres (C1)	0,19	0,29	0,07	0,48	0,02	0,04	0,20
San José (C2)	1,00	0,34	0,92	0,51	0,89	0,76	0,74
Cumanday (C3)	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	0,61	0,87
La Estación (C4)	0,93	0,55	0,65	0,83	0,26	0,88	0,70
Ciudadela Norte (C5)	0,98	1,00	0,16	0,18	1,00	0,06	0,57
Ecot. Cerro de Oro (C6)	0,93	0,23	0,36	0,07	0,25	0,85	0,45
Tesorito (C7)	0,70	0,13	0,06	0,08	0,09	0,07	0,21
Palogrande (C8)	0,85	0,71	0,78	0,15	0,67	0,56	0,61
Universitaria (C9)	0,48	0,08	0,14	0,03	0,12	0,26	0,19
La Fuente (C10)	0,85	0,83	0,77	1,00	0,13	0,45	0,70
La Macarena (C11)	0,82	0,98	0,59	0,60	0,21	0,98	0,70

EVALUACIÓN HOLÍSTICA PARA MANIZALES - 2015

ÍNDICE DE RIESGO FÍSICO





Recopilación de información e Indicadores analizados

Alcaldía de Manizales

- Proyecciones de población por comuna desde el 2005 al 2012.
- Tasa de Mortalidad general por comunas para los años 2006, 2008 y 2012.
- Indicadores sobre condiciones de vida por comuna (tipo de vivienda, total de hogares y viviendas con y sin servicios públicos, a partir de la encuesta SISBEN 2014).
- Caracterizaciones por comuna a partir de datos que arroja el Censo DANE 2005: asistencia escolar y nivel educativo de la población, indicadores socioeconómicos 2012.
- Densidad poblacional por comuna 2012.
- Número de Juntas de Acción Comunal por comuna

- Información en línea de la Secretaría de Salud para las camas hospitalarias y personal en salud en las diferentes instituciones de salud de la ciudad.

- La Unidad de Gestión del Riesgo, suministró información de todos los organismos de socorro: Bomberos, Defensa Civil, Grupo Especial de Rescate, Cruz Roja, Búsqueda y Rescate, de sus recursos humanos y físicos para la atención de emergencias.

Gestión del Riesgo
Manizales - Colombia

COEFICIENTE DE AGRAVAMIENTO

Descriptores de Fragilidad Social

	Indicador	Unidades
X_{FS1}	Área de barrios marginales	% del área construida
X_{FS2}	Homicidios	Homicidios cada 100000hab
X_{FS3}	Población sin algún nivel educativo	% población
X_{FS4}	Hacinamiento	% hogares en hacinamiento
X_{FS5}	Densidad Poblacional	Población por km^2

Comuna	X_{FS1}	X_{FS2}	X_{FS3}	X_{FS4}	X_{FS5}
C1 - Atardeceres	7,21	13	13,36	17,84	9.120
C2 - San José	11,41	71	18,11	23,14	28.623
C3 - Cumanday	0,41	41	11,09	11,43	25.727
C4 - La Estación	0,00	4	9,35	10,02	15.658
C5 - Ciudadela Norte	9,71	42	15,21	17,53	12.190
C6 - Ecot. Cerro de Oro	0,03	9	10,77	12,77	7.164
C7 - Tesorito	8,69	13	12,96	9,88	2.901
C8 - Palogrande	0,10	4	11,11	0,00	5.471
C9 - Universitaria	4,18	21	13,61	19,44	18.042
C10 - La Fuente	16,83	31	14,33	17,85	23.357
C11 - La Macarena	21,37	30	15,83	21,47	14.582

Gestión del Riesgo
Manizales - Colombia

COEFICIENTE DE AGRAVAMIENTO

Descriptores de Falta de Resiliencia

	Indicador	Unidades
X_{FR1}	Camas hospitalarias	No. Camas cada 1.000 habitantes
X_{FR2}	Recurso humano en salud	No. de profesionales cada 1.000 habitantes
X_{FR3}	Espacio público	% del área de la comuna
X_{FR4}	Personal de socorro	Personas cada 10.000 habitantes
X_{FR5}	Nivel de desarrollo (Estrato 4-5-6)	% del área construida
X_{FR6}	Participación comunitaria	Juntas de Acción Comunal cada 100.000 hab

Comuna	X_{LR1}	X_{LR2}	X_{LR3}	X_{LR4}	X_{LR5}	X_{LR6}
C1 - Atardeceres	10,36	3,27	13,86%	66,15	71,69	36,12
C2 - San José	1,32	0,79	0,71%	89,76	0,14	37,47
C3 - Cumanday	3,12	0,79	3,85%	5,77	21,03	17,18
C4 - La Estación	10,28	1,26	2,75%	1,30	55,43	47,85
C5 - Ciudadela Norte	1,32	0,60	3,82%	1,30	1,11	35,81
C6 - Ecot. Cerro de Oro	1,32	0,44	17,02%	246,31	33,19	18,80
C7 - Tesorito	2,35	0,79	7,70%	336,22	21,35	33,62
C8 - Palogrande	1,74	1,22	2,35%	12,91	91,61	7,74
C9 - Universitaria	1,32	0,44	6,06%	5,23	0,16	34,04
C10 - La Fuente	1,32	0,44	5,77%	4,19	19,00	46,69
C11 - La Macarena	1,32	0,44	1,20%	5,23	6,18	39,23

Gestión del Riesgo
Manizales - Colombia

COEFICIENTE DE AGRAVAMIENTO

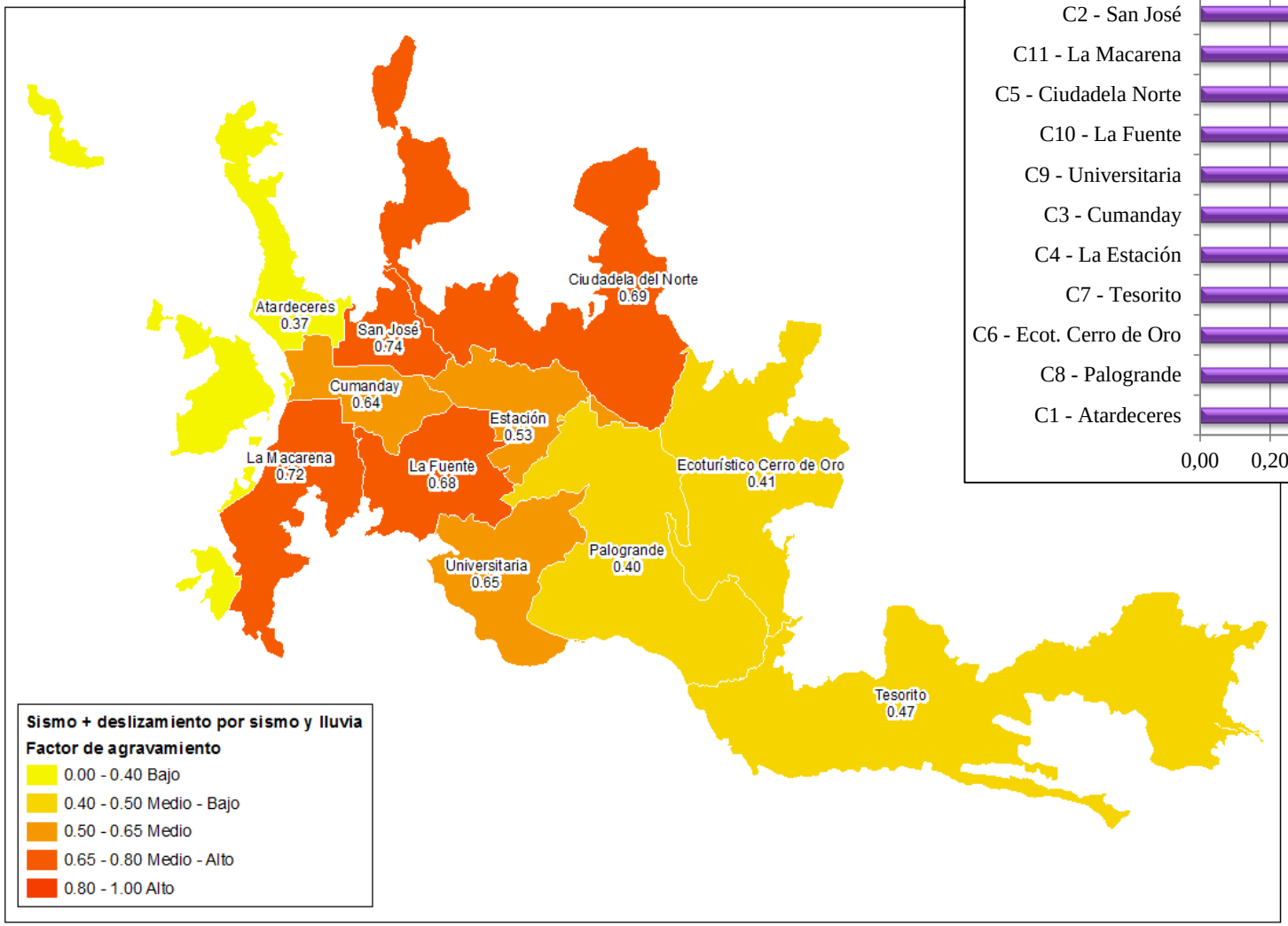
Parámetros para el cálculo del Factor de Agravamiento

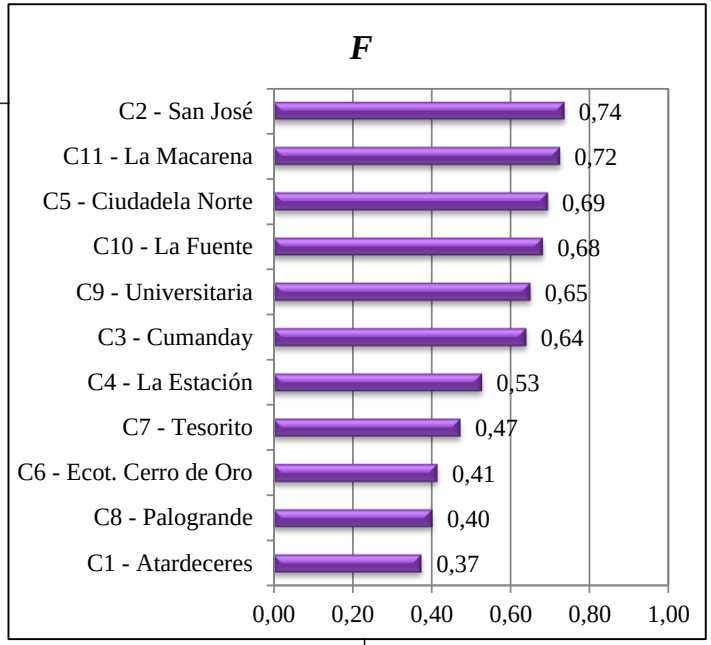
	Indicador	min	max	tipo
X_{FS1}	Área de barrios marginales	5	30	s
X_{FS2}	Homicidios por comunas	0	10	s
X_{FS3}	Personas sin algún nivel educativo	0	30	s
X_{FS4}	Hacinamiento	3	30	s
X_{FS5}	Densidad Poblacional	4000	25000	s
X_{FR1}	Camas hospitalarias	0	30	z
X_{FR2}	Recurso humano en salud	0	15	z
X_{FR3}	Espacio publico	0,01	0,15	z
X_{FR4}	Personal socorro	0	7	z
X_{FR5}	Nivel de desarrollo (Estratos 4-5-6)	10	40	z
X_{FR6}	Participación comunitaria	10	50	z

	Factor de agravamiento	Peso
F_{FS1}	Área de barrios marginales	0,09
F_{FS2}	Homicidios por comunas	0,09
F_{FS3}	Personas sin algún nivel educativo	0,10
F_{FS4}	Hacinamiento	0,09
F_{FS5}	Densidad Poblacional	0,09
F_{FR1}	Camas hospitalarias	0,09
F_{FR2}	Recurso humano en salud	0,10
F_{FR3}	Espacio publico	0,08
F_{FR4}	Personal socorro	0,09
F_{FR5}	Nivel de desarrollo (Estratos 4-5-6)	0,10
F_{FR6}	Participación comunitaria	0,08

EVALUACIÓN HOLÍSTICA PARA MANIZALES - 2015

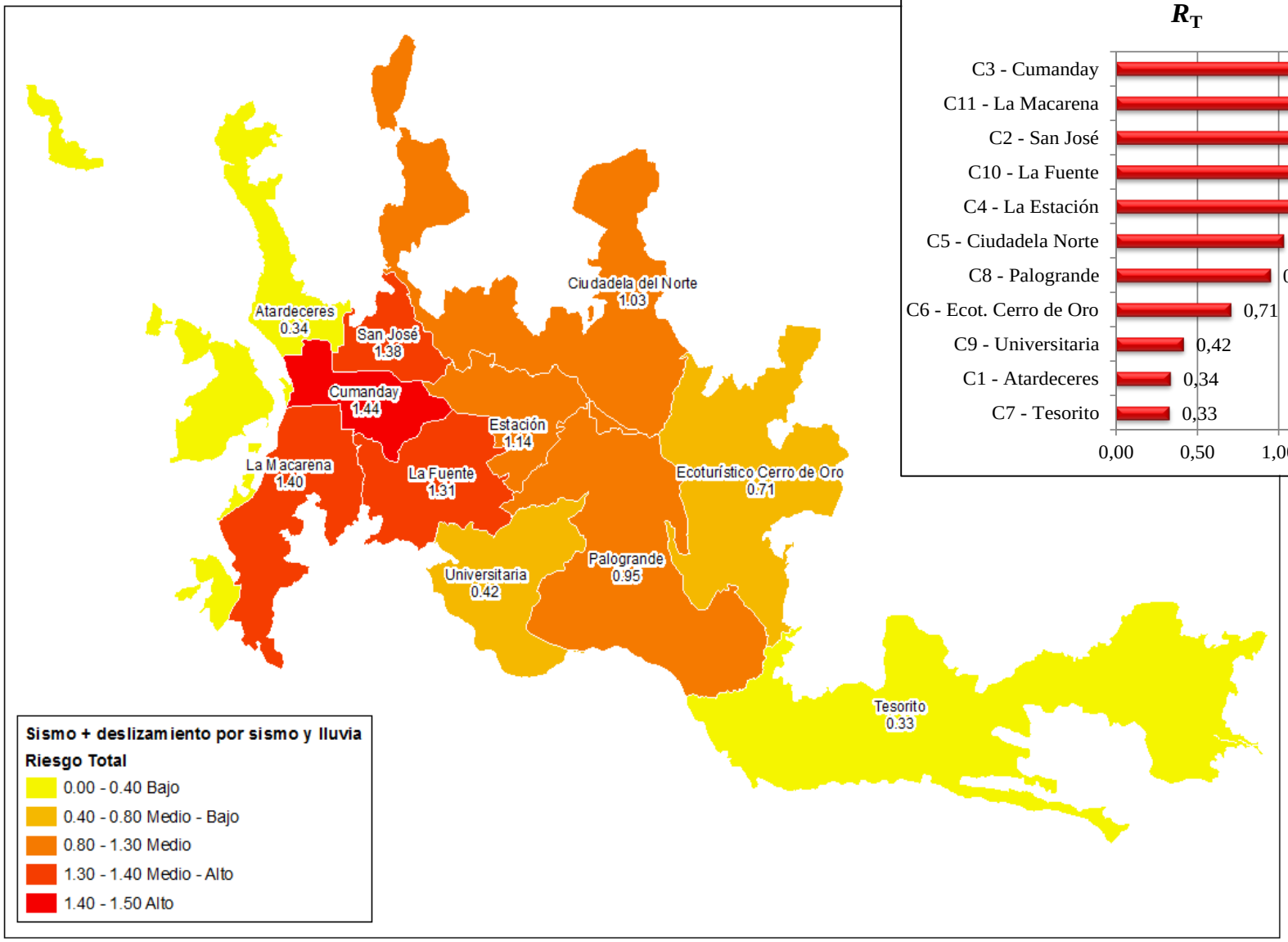
COEFICIENTE DE AGRAVAMIENTO

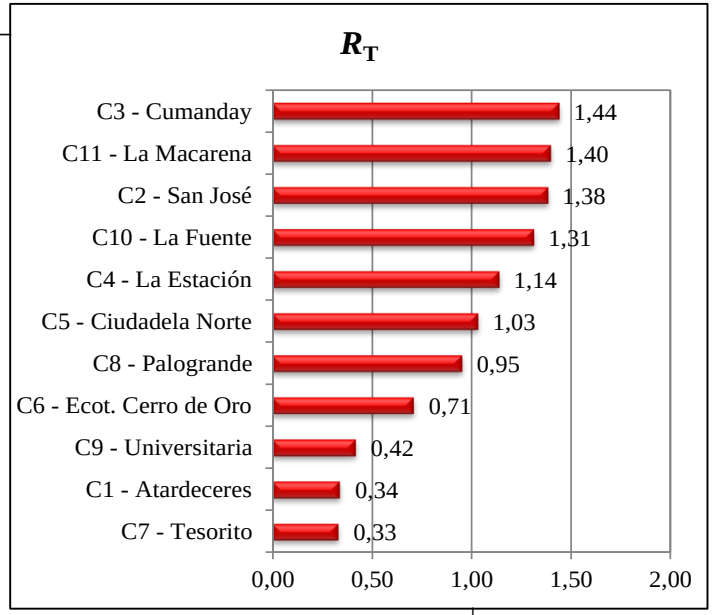




EVALUACIÓN HOLÍSTICA PARA MANIZALES - 2015

RIESGO TOTAL





EVALUACIÓN HOLÍSTICA PARA MANIZALES - 2015

RIESGO TOTAL

Comuna	R_F	F	R_T
C1 - Atardeceres	0,25	0,37	0,34
C2 - San José	0,80	0,72	1,37
C3 - Cumanday	0,88	0,64	1,44
C4 - La Estación	0,75	0,45	1,08
C5 - Ciudadela Norte	0,61	0,69	1,03
C6 - Ecot. Cerro de Oro	0,50	0,41	0,71
C7 - Tesorito	0,23	0,47	0,33
C8 - Palogrande	0,68	0,40	0,95
C9 - Universitaria	0,25	0,65	0,42
C10 - La Fuente	0,78	0,68	1,31
C11 - La Macarena	0,81	0,72	1,40

Tomando los rangos del Riesgo Total R_T, los resultados más críticos se presentaron para las **comunas Cumanday y la Macarena** que quedaron con un alto nivel de riesgo total.

La comuna Cumanday presentó un nivel alto de riesgo físico y un nivel medio de agravamiento.

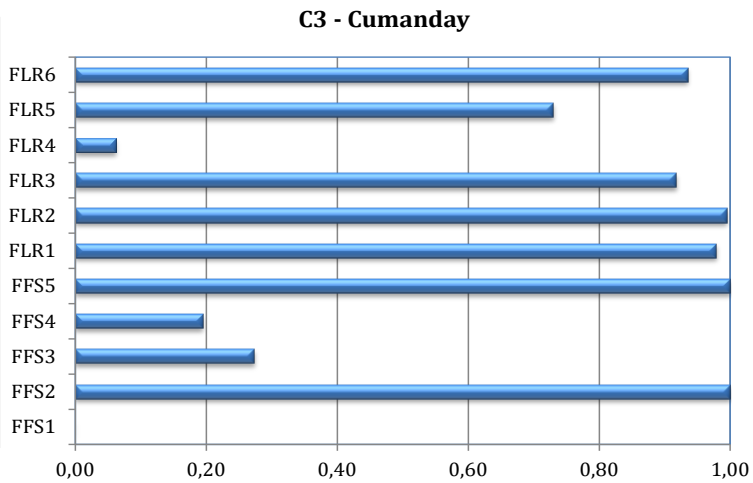
En el caso de La Macarena, su nivel de riesgo físico fue medio-alto, así como su nivel de agravamiento.

EVALUACIÓN HOLÍSTICA PARA MANIZALES - 2015

RIESGO TOTAL

En la comuna Cumanday la problemática del alto riesgo físico se ilustra por los niveles de pérdidas factibles en el sector industrial, de salud, institucional y de educación. En cuanto al agravamiento, se identifican como factores más problemáticos la tasa de homicidios, densidad de población, la falta de camas hospitalarias, falta de recurso humano en salud, falta de espacio público y la falta de participación comunitaria.

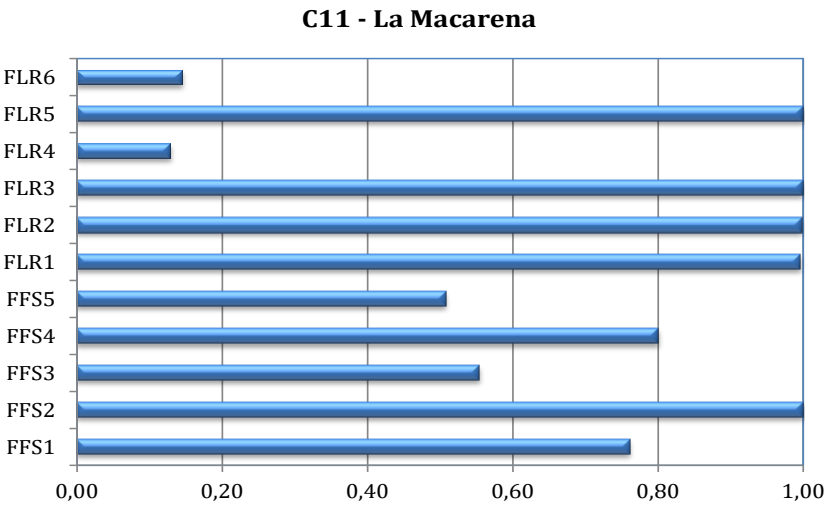
	Factor de agravamiento
FFR6	Participación comunitaria
FFR5	Nivel de desarrollo (Estratos 4-5-6)
FFR4	Personal socorro
FFR3	Espacio publico
FFR2	Recurso humano en salud
FFR1	Camas hospitalarias
FFS5	Densidad Poblacional
FFS4	Hacinamiento
FFS3	Personas sin algún nivel educativo
FFS2	Homicidios por comunas
FFS1	Área de barrios marginales



EVALUACIÓN HOLÍSTICA PARA MANIZALES - 2015

RIESGO TOTAL

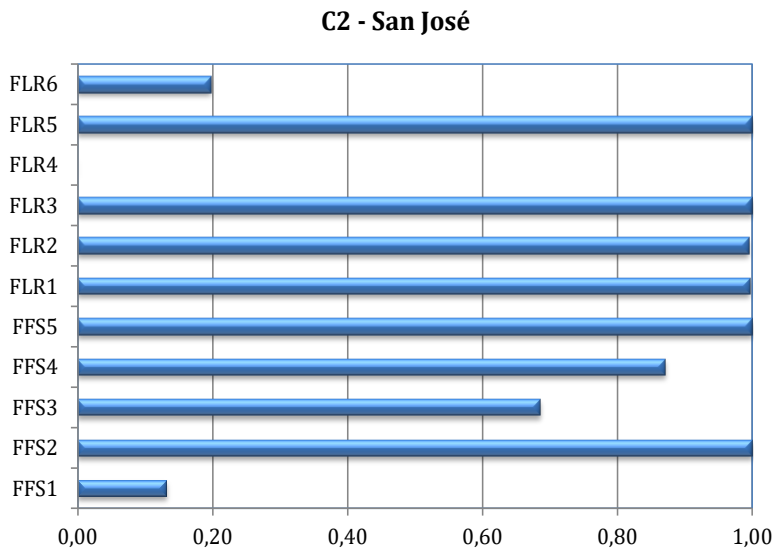
La comuna La Macarena presenta un alto riesgo físico en los sectores educación, comercial, residencial y salud. El agravamiento en esta comuna está asociado principalmente a los valores de la tasa de homicidios, la falta de camas hospitalarias, la falta de recurso humano en salud, la falta de espacio público y el bajo nivel de desarrollo.



EVALUACIÓN HOLÍSTICA PARA MANIZALES - 2015

RIESGO TOTAL

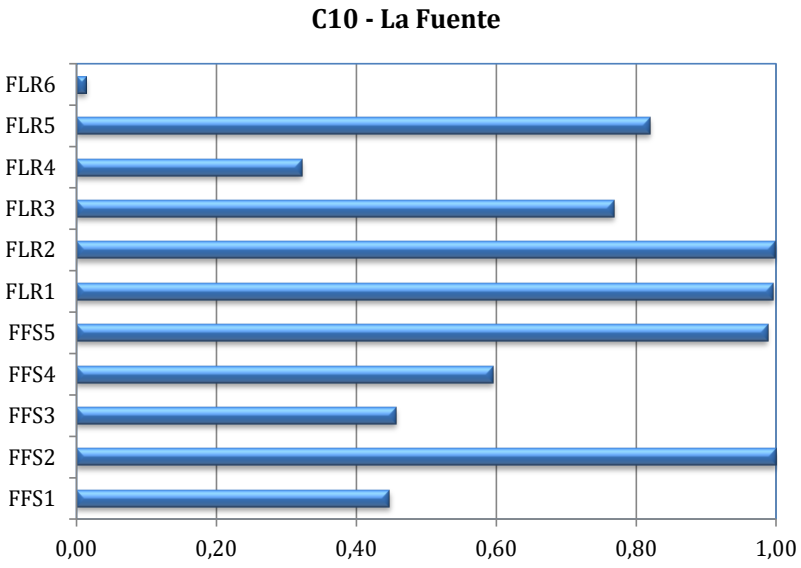
En la comuna San José, el riesgo total presenta un nivel medio-alto, al igual que el riesgo físico y el agravamiento. El riesgo físico es alto en los sectores residencial, industrial e institucional. Los factores que amplifican el riesgo son la tasa de homicidios, la densidad poblacional, hogares con hacinamiento, la falta de camas hospitalarias, falta de recurso humano en salud y falta de espacio público, el bajo nivel de desarrollo.



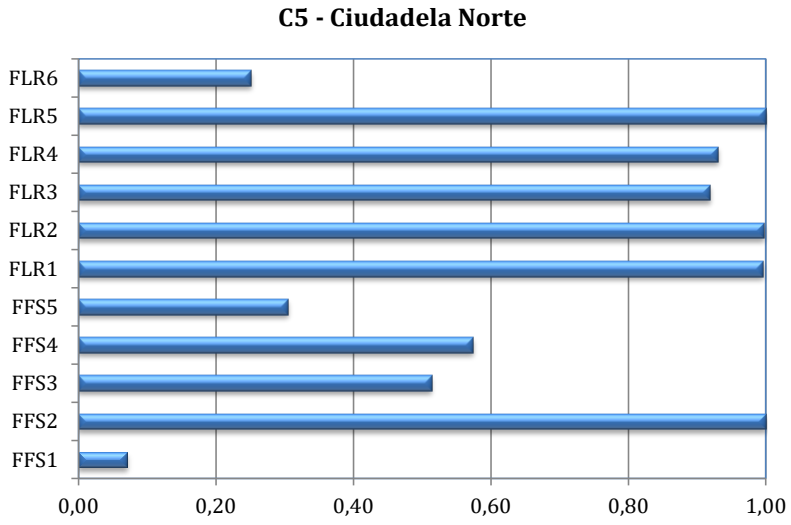
EVALUACIÓN HOLÍSTICA PARA MANIZALES - 2015

RIESGO TOTAL

La comuna La Fuente refleja riesgo total medio-alto, debido a niveles medio-altos en riesgo físico y agravamiento. Concretamente, la comuna presenta un riesgo físico alto para los sectores salud, residencial, comercial, e industrial. Se identifican como condiciones que darían un alto agravamiento la tasa de homicidios, la densidad poblacional, la falta de camas hospitalarias, falta de recurso humano en salud y el nivel de desarrollo.



EVALUACIÓN HOLÍSTICA PARA MANIZALES - 2015

RIESGO TOTAL

La Ciudadela Norte muestra un nivel de riesgo total medio resultado de un riesgo físico medio y un agravamiento medio-alto. Concretamente el riesgo físico es alto en los sectores residencial, comercial e institucional. Las condiciones que darían un mayor agravamiento son la tasa de homicidios, la falta de camas hospitalarias, la falta de recurso humano en salud, el nivel de desarrollo, la falta de personal de socorro y de espacio público.