



COSTA RICA

TOMO II ANÁLISIS PROBABILISTA DE AMENAZAS Y RIESGOS NATURALES

INFORME TÉCNICO ERN-CAPRA-T2-1 REVISIÓN DE EVENTOS HISTÓRICOS IMPORTANTES



CEPRENAC



ISDR



Inter-American Development Bank



GFDRR



World Bank LAC

opportunities for all



Evaluación de Riesgos Naturales
- América Latina -
Consultores en Riesgos y Desastres

Consortio conformado por:

Colombia

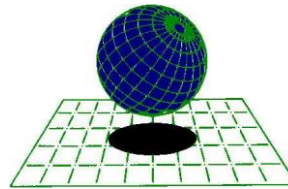
Carrera 19A # 84-14 Of 504
Edificio Torrenova
Tel. 57-1-691-6113
Fax 57-1-691-6102
Bogotá, D.C.



INGENIERIA TECNICA Y CIENTIFICA LTDA

España

Centro Internacional de Métodos Numéricos
en Ingeniería - CIMNE
Campus Nord UPC
Tel. 34-93-401-64-96
Fax 34-93-401-10-48
Barcelona



C I M N E

México

Vito Alessio Robles No. 179
Col. Hacienda de Guadalupe Chimalistac
C.P.01050 Delegación Álvaro Obregón
Tel. 55-5-616-8161
Fax 55-5-616-8162
México, D.F.



ERN Ingenieros Consultores, S. C.

ERN Evaluación de Riesgos Naturales - América Latina
www.ern-la.com

Dirección y Coordinación de Grupos de Trabajo Técnico – Consorcio ERN América Latina

Omar Darío Cardona A.
Dirección General del Proyecto

Luis Eduardo Yamín L.
Dirección Técnica ERN (COL)

Gabriel Andrés Bernal G.
Coordinación General ERN (COL)

Mario Gustavo Ordaz S.
Dirección Técnica ERN (MEX)

Eduardo Reinoso A.
Coordinación General ERN (MEX)

Alex Horia Barbat B.
Dirección Técnica CIMNE (ESP)

Martha Liliana Carreño T.
Coordinación General CIMNE (ESP)

Especialistas y Asesores – Grupos de Trabajo

Miguel Genaro Mora C.
Especialista ERN (COL)

Carlos Eduardo Avelar F.
Especialista ERN (MEX)

Mabel Cristina Marulanda F.
Especialista CIMNE(ESP)

César Augusto Velásquez V.
Especialista ERN (COL)

Benjamín Huerta G.
Especialista ERN (MEX)

Jairo Andrés Valcarcel T.
Especialista CIMNE(ESP)

Karina Santamaría D.
Especialista ERN (COL)

Mauro Pompeyo Niño L.
Especialista ERN (MEX)

Juan Pablo Londoño L.
Especialista CIMNE(ESP)

Mauricio Cardona O.
Asistente Técnico ERN (COL)

Isaías Martínez A.
Asistente Técnico ERN (MEX)

René Salgueiro
Especialista CIMNE(ESP)

Andrés Mauricio Torres C.
Asistente Técnico ERN (COL)

Edgar Osuna H.
Asistente Técnico ERN (MEX)

Nieves Lantada
Especialista CIMNE(ESP)

Diana Marcela González C.
Asistente Técnico ERN (COL)

José Juan Hernández G.
Asistente Técnico ERN (MEX)

Álvaro Martín Moreno R.
Asesor Asociado (COL)

Yinsury Sodel Peña V.
Asistente Técnico ERN (COL)

Marco Torres
Asesor Asociado (MEX)

Mario Díaz-Granados O.
Asesor Asociado (COL)

Andrei Garzón B.
Asistente Técnico ERN (COL)

Johner Venicio Correa C.
Asistente Técnico ERN (COL)

Liliana Narvaez M.
Asesor Asociado (COL)

Asesores Nacionales

Osmar E. Velasco
Guatemala

Sandra Zúñiga
Nicaragua

Alonso Brenes
Costa Rica

Banco Mundial – Gestión de Riesgo de Desastres / Región Latinoamérica y el Caribe

Francis Ghesquiere
Coordinador Regional

Joaquín Toro
Especialista

Edward C. Anderson
Especialista

Oscar A. Ishizawa
Especialista

Fernando Ramírez C.
Especialista

Stuart Gill
Especialista

Banco Interamericano de Desarrollo – Medio Ambiente / Desarrollo Rural / Desastres Naturales

Flavio Bazán
Especialista Sectorial

Cassandra T. Rogers
Especialista Sectorial

Hori Tsuneki
Consultor Interno

Tabla de contenido

1	Generalidades	1-1
2	Estadísticas generales a nivel país	2-1
3	Estadísticas Específicas por Evento.....	3-1
3.1	Sismos	3-1
3.1.1	Curvas estadísticas.....	3-6
3.1.2	Eventos Históricos Importantes.....	3-11
3.2	Tsunamis.....	3-14
3.2.1	Curvas estadísticas.....	3-16
3.2.2	Eventos Históricos Importantes.....	3-19
3.3	Huracanes	3-20
3.3.1	Curvas estadísticas.....	3-23
3.3.2	Eventos Históricos Importantes.....	3-28
3.4	Lluvias Intensas	3-32
3.4.1	Curvas estadísticas.....	3-34
3.5	Inundaciones	3-37
3.5.1	Curvas estadísticas.....	3-39
3.5.2	Eventos Históricos Importantes.....	3-44
3.6	Deslizamientos.....	3-49
3.6.1	Curvas estadísticas.....	3-51
3.6.2	Eventos Históricos Importantes.....	3-54
3.7	Erupciones volcánicas.....	3-59
3.7.1	Curvas estadísticas.....	3-62
3.7.2	Eventos Históricos Importantes.....	3-67

Índice de figuras

FIGURA 3-1 CATÁLOGO SÍSMICO PARA COSTA RICA (SISMOS DE MAGNITUDES MW ENTRE 2 Y 4).....	3-3
FIGURA 3-2 CATÁLOGO SÍSMICO PARA COSTA RICA (SISMOS DE MAGNITUDES MW ENTRE 4 Y 5).....	3-4
FIGURA 3-3 CATÁLOGO SÍSMICO PARA COSTA RICA (SISMOS DE MAGNITUDES MW ENTRE 5 Y 6).....	3-5
FIGURA 3-4 CATÁLOGO SÍSMICO PARA COSTA RICA (SISMOS DE MAGNITUDES MW MAYORES A 6).....	3-6
FIGURA 3-5 NÚMERO DE SISMOS POR AÑO REGISTRADOS EN COSTA RICA PARA TODO EL PERIODO DE ANÁLISIS.....	3-7
FIGURA 3-6 NÚMERO DE SISMOS POR AÑO REGISTRADOS EN COSTA RICA PARA EL PERIODO DE INSTRUMENTACIÓN.....	3-7
FIGURA 3-7 NÚMERO DE SISMOS POR DÉCADA REGISTRADOS EN COSTA RICA PARA TODO EL PERIODO DE ANÁLISIS.....	3-8
FIGURA 3-8 NÚMERO DE SISMOS POR DÉCADA REGISTRADOS EN COSTA RICA PARA EL PERIODO DE INSTRUMENTACIÓN.....	3-8
FIGURA 3-9 CURVA DE GUTENBERG RICHTER PARA EL CATÁLOGO SÍSMICO DE COSTA RICA.....	3-9
FIGURA 3-10 NÚMERO DE EVENTOS SÍSMICOS POR PROFUNDIDAD PARA COSTA RICA.....	3-9
FIGURA 3-11 NÚMERO DE EVENTOS SÍSMICOS POR AÑO PARA CADA INTERVALO DE MAGNITUD – COSTA RICA (PERIODO DE 1973 A 2007).....	3-10
FIGURA 3-12 NÚMERO DE EVENTOS SÍSMICOS POR AÑO PARA CADA INTENSIDAD – COSTA RICA (PERIODO DE 1973 A 2007).....	3-10
FIGURA 3-13 MAPA DE UBICACIÓN DE SISMOS QUE HAN GENERADO TSUNAMIS CON AFECTACIÓN EN LAS COSTAS.....	3-15
FIGURA 3-14 NÚMERO DE TSUNAMIS POR AÑO REGISTRADOS EN COSTA RICA PARA EL PERIODO DE ANÁLISIS 1579 -1900.....	3-16
FIGURA 3-15 NÚMERO DE TSUNAMIS POR AÑO REGISTRADOS EN COSTA RICA PARA EL PERIODO DE ANÁLISIS 1900 - 1992.....	3-16
FIGURA 3-16 NÚMERO DE TSUNAMIS POR DÉCADA REGISTRADOS EN COSTA RICA PARA TODO EL PERIODO DE ANÁLISIS.....	3-17
FIGURA 3-17 CURVA DE FRECUENCIA DE TSUNAMIS PARA COSTA RICA.....	3-17
FIGURA 3-18 NÚMERO DE TSUNAMIS POR AÑO PARA CADA MAGNITUD DEL SISMO GENERADOR – COSTA RICA (PERIODO DE 1798 A 1992).....	3-18
FIGURA 3-19 MAPA DE HURACANES QUE HAN AFECTADO COSTA RICA.....	3-22
FIGURA 3-20 NÚMERO DE HURACANES VIENTO PARA CADA AÑO, REGISTRADOS EN COSTA RICA DURANTE TODO EL PERIODO DE ANÁLISIS.....	3-23
FIGURA 3-21 NÚMERO DE HURACANES VIENTO POR DÉCADA, REGISTRADOS EN COSTA RICA PARA TODO EL PERIODO DE ANÁLISIS.....	3-23
FIGURA 3-22 CURVA DE FRECUENCIA DE HURACANES VIENTO PARA COSTA RICA.....	3-24
FIGURA 3-23 NÚMERO DE HURACANES VIENTO POR AÑO PARA CADA CATEGORÍA SEGÚN LA ESCALA SAFFIR-SIMPSON – COSTA RICA (PERIODO DE 1969 A 1998).....	3-24
FIGURA 3-24 NÚMERO DE HURACANES LLUVIA PARA CADA AÑO, REGISTRADOS EN COSTA RICA DURANTE TODO EL PERIODO DE ANÁLISIS.....	3-25
FIGURA 3-25 NÚMERO DE HURACANES LLUVIA POR DÉCADA, REGISTRADOS EN COSTA RICA PARA TODO EL PERIODO DE ANÁLISIS.....	3-25
FIGURA 3-26 CURVA DE FRECUENCIA DE HURACANES LLUVIA PARA COSTA RICA.....	3-26
FIGURA 3-27 NÚMERO DE HURACANES LLUVIA POR AÑO PARA CADA CATEGORÍA SEGÚN LA ESCALA SAFFIR-SIMPSON – COSTA RICA (PERIODO DE 1958 A 2001).....	3-27
FIGURA 3-28 IMAGEN SATELITAL DE HURACÁN MITCH.....	3-30
FIGURA 3-29 PRECIPITACIONES INTENSAS POR CANTÓN PARA COSTA RICA.....	3-33

FIGURA 3-30 NÚMERO DE PRECIPITACIONES PARA CADA AÑO REGISTRADAS EN COSTA RICA ENTRE 1950 A 2007.....	3-34
FIGURA 3-31 NÚMERO DE PRECIPITACIONES DE GRAN IMPACTO POR DÉCADA REGISTRADAS EN COSTA RICA ENTRE 1950 A 2007	3-34
FIGURA 3-32 NÚMERO DE PRECIPITACIONES DE GRAN IMPACTO POR CANTÓN EN COSTA RICA ENTRE 1950 A 2007.....	3-35
FIGURA 3-33 NÚMERO DE INUNDACIONES POR CANTÓN PARA COSTA RICA	3-39
FIGURA 3-34 NÚMERO DE INUNDACIONES PARA CADA AÑO REGISTRADAS EN COSTA RICA DURANTE TODO EL PERIODO DE ANÁLISIS	3-40
FIGURA 3-35 NÚMERO DE INUNDACIONES PARA CADA AÑO REGISTRADAS EN COSTA RICA PARA EL PERIODO DE 1949 A 2007.....	3-40
FIGURA 3-36 NÚMERO DE INUNDACIONES POR DÉCADA REGISTRADAS EN COSTA RICA	3-41
FIGURA 3-37 NÚMERO DE INUNDACIONES POR CANTÓN EN COSTA RICA	3-41
FIGURA 3-38 INUNDACIONES POR AÑO PARA CADA EXTENSIÓN DE ÁREA AFECTADA - COSTA RICA.....	3-42
FIGURA 3-39 INUNDACIONES POR AÑO PARA CADA DURACIÓN DEL FENÓMENO - COSTA RICA.....	3-42
FIGURA 3-40 INUNDACIONES POR AÑO PARA CADA CLASE DE SEVERIDAD - COSTA RICA	3-43
FIGURA 3-41 IMAGEN SATELITAL DEL DESARROLLO PROGRESIVO DEL HURACÁN MITCH EN CENTROAMÉRICA	3-45
FIGURA 3-42 DESLIZAMIENTOS POR CANTÓN PARA COSTA RICA.....	3-50
FIGURA 3-43 NÚMERO DE DESLIZAMIENTOS PARA CADA AÑO REGISTRADOS EN COSTA RICA DURANTE TODO EL PERIODO DE ANÁLISIS	3-51
FIGURA 3-44 NÚMERO DE DESLIZAMIENTOS PARA CADA AÑO REGISTRADOS EN COSTA RICA PARA EL PERIODO DE 1950 A 2007.....	3-51
FIGURA 3-45 NÚMERO DE DESLIZAMIENTOS POR DÉCADA REGISTRADOS EN COSTA RICA	3-52
FIGURA 3-46 NÚMERO DE DESLIZAMIENTOS POR CANTÓN EN COSTA RICA.....	3-52
FIGURA 3-47 DESLIZAMIENTOS POR AÑO PARA CADA EXTENSIÓN DE ÁREA AFECTADA - COSTA RICA....	3-53
FIGURA 3-48 DESLIZAMIENTOS POR AÑO PARA CADA EXTENSIÓN DE ÁREA AFECTADA - COSTA RICA....	3-53
FIGURA 3-49 DESLIZAMIENTOS EN LA CUENCA SUPERIOR DEL RÍO ARANJUEZ. NUBES DE POLVO GENERADAS POR LAS PIEDRAS TRITURADAS	3-55
FIGURA 3-50 DESLIZAMIENTO TRANSLACIONAL Y AVALANCHA DE ESCOMBROS, ARANCIBIA, OCTUBRE DE 1993.....	3-57
FIGURA 3-51 ERUPCIONES VOLCÁNICAS PARA COSTA RICA EN FUNCIÓN DEL ÍNDICE DE EXPLOSIVIDAD VOLCÁNICA	3-61
FIGURA 3-52 NÚMERO DE ERUPCIONES VOLCÁNICAS POR DÉCADA REGISTRADAS EN COSTA RICA (398000 - 1 A.C.).....	3-62
FIGURA 3-53 NÚMERO DE ERUPCIONES VOLCÁNICAS POR DÉCADA REGISTRADAS EN COSTA RICA (8000 - 0 A.C.)	3-63
FIGURA 3-54 NÚMERO DE ERUPCIONES VOLCÁNICAS CADA 50 AÑOS REGISTRADAS EN COSTA RICA (PERIODO D.C.).....	3-64
FIGURA 3-55 NÚMERO DE ERUPCIONES VOLCÁNICAS REGISTRADAS EN COSTA RICA (PERIODO 1950-2010)3-64	
FIGURA 3-56 NÚMERO DE ERUPCIONES VOLCÁNICAS POR DÉCADA REGISTRADAS EN COSTA RICA (PERIODO D.C.).....	3-65
FIGURA 3-57 NÚMERO DE ERUPCIONES POR VOLCÁN PARA COSTA RICA (PERIODO D.C.).....	3-65
FIGURA 3-58 NÚMERO DE ERUPCIONES POR VOLCÁN PARA COSTA RICA EN FUNCIÓN DE VEI	3-66
FIGURA 3-59 NÚMERO DE EVENTOS POR AÑO EN FUNCIÓN DEL VEI. PERIODO ANALIZADO AÑO 40 A 2006.	3-66
FIGURA 3-60 NÚMERO DE EVENTOS CON MAGNITUD DE VEI SUPERIOR A LA ESTABLECIDA	3-67
FIGURA 3-61 IMAGEN LATERAL DEL VOLCÁN RINCÓN DE LA VIEJA	3-68
FIGURA 3-62 ERUPCIÓN DEL VOLCÁN ARENAL.....	3-69
FIGURA 3-63 FOTOGRAFÍA DE ERUPCIÓN DEL VOLCÁN ARENAL EN LA MADRUGADA.....	3-70

FIGURA 3-64 ERUPCIÓN DEL VOLCÁN ARENAL.....	3-70
FIGURA 3-65 IMAGEN DEL VOLCÁN POÁS.....	3-71
FIGURA 3-66 IMAGEN DEL VOLCÁN IRAZÚ	3-72
FIGURA 3-67 IMAGEN DE FUMAROLAS EN EL VOLCÁN TURRIALBA.....	3-73
FIGURA 3-68 IMAGEN LATERAL DEL VOLCÁN TURRIALBA.....	3-73

Índice de tablas

TABLA 1-1 ALGUNOS DESASTRES DEBIDOS A EVENTOS NATURALES ENTRE 1972 Y 2001 EN LA REGIÓN DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE	1-2
TABLA 1-2 PRINCIPALES DESASTRES POR EVENTOS NATURALES DEL SIGLO XX EN EL CARIBE	1-3
TABLA 2-1 DESASTRES DEBIDOS A EVENTOS NATURALES DESDE COMIENZOS DEL SIGLO XX HASTA EL 2007 EN COSTA RICA	2-1
TABLA 2-2 VALORES TOTALES Y PROMEDIO DE PÉRDIDAS POR DESASTRES EN COSTA RICA PARA EVENTOS DESTACADOS	2-2
TABLA 3-1 CAMPOS ASOCIADOS AL CATÁLOGO DE SISMOS	3-2
TABLA 3-2 EVENTOS SÍSMICOS DE MAYOR RELEVANCIA EN COSTA RICA.....	3-11
TABLA 3-3 CAMPOS ASOCIADOS AL CATÁLOGO DE TSUNAMIS	3-14
TABLA 3-4 REPORTES DE DAÑOS POR TSUNAMIS EN COSTA RICA.....	3-18
TABLA 3-5 CAMPOS ASOCIADOS AL CATÁLOGO DE HURACANES	3-20
TABLA 3-6 CATEGORÍAS DE HURACANES EN LA ESCALA SAFFIR-SIMPSON	3-21
TABLA 3-7 REPORTES DE DAÑOS POR HURACÁN EN COSTA RICA	3-28
TABLA 3-8 RESUMEN DE PÉRDIDAS Y COSTOS DE RECONSTRUCCIÓN DEBIDOS AL PASO DEL HURACÁN MITCH EN COSTA RICA.....	3-30
TABLA 3-9 ÁREA AFECTADA POR REGIÓN, DEBIDO AL PASO DEL HURACÁN MITCH POR COSTA RICA.....	3-31
TABLA 3-10 CAMPOS ASOCIADOS AL CATÁLOGO DE PRECIPITACIONES.....	3-32
TABLA 3-11 PÉRDIDAS HUMANAS POR PRECIPITACIONES INTENSAS EN COSTA RICA	3-35
TABLA 3-12 CAMPOS ASOCIADOS AL CATÁLOGO DE INUNDACIONES.....	3-37
TABLA 3-13 CLASE DE SEVERIDAD PARA LAS INUNDACIONES	3-38
TABLA 3-14 PÉRDIDAS ECONÓMICAS Y HUMANAS POR INUNDACIONES EN COSTA RICA	3-43
TABLA 3-15 CAMPOS ASOCIADOS AL CATÁLOGO DE DESLIZAMIENTOS.....	3-49
TABLA 3-16 MUERTOS, DESAPARECIDOS, HERIDOS Y AFECTADOS POR LOS DESLIZAMIENTOS EN COSTA RICA	3-54
TABLA 3-17 CAMPOS ASOCIADOS AL CATÁLOGO DE ERUPCIONES VOLCÁNICAS.....	3-59
TABLA 3-18 PÉRDIDAS, MUERTOS Y AFECTADOS DEBIDOS A ALGUNAS ERUPCIONES VOLCÁNICAS EN COSTA RICA	3-67

1 Generalidades

Para cada uno de los países se conforma un inventario de los eventos naturales que mayor impacto han tenido a lo largo de la historia. El impacto se mide en términos de afectación a la infraestructura y a la población. Se estudian los eventos históricos para amenaza sísmica, de huracán, lluvias intensas, deslizamientos, inundaciones y volcanes.

La recolección de la información tuvo diversas fuentes, entre las cuales se destacan páginas en internet de entidades relacionadas con este tipo de estudios, entidades públicas y privadas de los países en los cuales se desarrolla la investigación, información de periódicos de la región, y estudios de diferentes disciplinas elaborados con anterioridad para cada país.

Toda la información recopilada se sometió a un proceso de clasificación, depuración y registro en la base de datos. La clasificación está basada en la valoración espacial de cada evento natural, teniendo en cuenta no solo el lugar de afectación por la ubicación del fenómeno en un punto específico, sino la influencia del fenómeno en zonas alejadas del origen con un impacto representativo.

La base de datos de eventos históricos cuenta con información adicional referente a la localización, fecha de ocurrencia, propiedades particulares a cada tipo de amenaza (por ejemplo intensidad y magnitud en el caso de sismos) y descripción cualitativa de los efectos más importantes del fenómeno. En algunos casos se cuenta con información relacionada con pérdidas económicas, pérdidas humanas, población afectada y daños importantes causados por el evento natural.

La Tabla 1-1 muestra un recuento de algunos de los principales desastres ocurridos entre 1972 y 2001 para la región de América Latina y el Caribe. Se observa que casi la mitad de los eventos fueron derivados de fenómenos hidrometeorológicos, tales como lluvias fuertes, sequías tormentas tropicales y huracanes. El mayor número de muertes fue reportado para el terremoto de Guatemala en 1976 (23.000); mientras que el número más elevado de damnificados directos se presentó durante el fenómeno del niño entre los años 1982 y 1983 para Bolivia, Ecuador y Perú (3'840.000 personas afectadas). Los daños totales más grandes reportados en millones de dólares de 1998 los tuvo la Costa Andina Suramericana durante el fenómeno del Niño de 1997 y 1998, con daños que ascendieron a los 7.694 millones de dólares.

Tabla 1-1
Algunos Desastres debidos a Eventos Naturales entre 1972 y 2001 en la región de América Latina y el Caribe

(Fuente: Comisión Económica para América Latina y El Caribe/ Banco Interamericano de Desarrollo (CEPAL/BID))

País y año	Tipo de evento	Población afectada		Millones de dólares de 1998
		Muertes	Damnificados directos	Daños totales
Nicaragua, 1972	Terremoto	6,000	300,000	2,968
Honduras, 1974	Huracán Fifi	7,000	115,000	1,331
Granada, 1975	Tormenta tropical			29
Antigua y Barbuda, 1975	Terremoto		4,200	61
Guatemala, 1976	Terremoto	23,000	2'550,000	2,147
Dominica, 1979	Huracán David	42	60,060	118
Rep. Dominicana, 1979	Huracanes David y Federico	2,000	1'200,000	1,869
Nicaragua, 1982	Inundaciones	80	70,000	599
El Salvador, 1982	Sismo, sequías e inundaciones	600	20,000	216
Guatemala, 1982	Precipitaciones fuertes y sequía	610	10,000	136
Nicaragua, 1982	Inundaciones y sequía			588
Bolivia, Ecuador y Perú, 1982-1983	Fenómeno El Niño		3'840,000	5,651
México, 1985	Terremoto	8,000	150,000	6,216
Colombia, 1985	Erupción volcán Nevado del Ruiz	22,000	200,000	465
El Salvador, 1986	Terremoto	1,200	520,000	1,352
Ecuador, 1987	Terremoto	1,000	82,500	1,438
Nicaragua, 1988	Huracán Joan	148	550,000	1,160
Nicaragua, 1992	Erupción volcán Cerro Negro	2	12,000	22
Nicaragua, 1992	Tsunami Pacífico	116	40,500	30
Anguila, 1995	Huracán Luis			59
Antillas Neerlandesas, 1995	Huracanes Luis y Marilyn			1,112
Costa Rica, 1996	Huracán Cesar	39	40,260	157
Nicaragua, 1996	Huracán Cesar	9	29,500	53
Costa Rica, 1997-1998	Fenómeno El Niño		119,279	93
C. Andina, 1997-1998	Fenómeno El Niño	600	125,000	7,694
Rep. Dominicana, 1998	Huracán Georges	235	296,637	2,193
Centroamérica, 1998	Huracán Mitch	9,214	1'191,908	6,008
Colombia, 1999	Terremoto	1,185	559,401	1,580
Venezuela, 1999	Lluvias torrenciales		68,503	3,237
Belice, 2000	Huracán Keith	10	57,400	265
El Salvador, 2001	Terremotos	1,159	1'412,938	1,518
Total		84,249	13'625,086	50,365

Por otro lado, la Tabla 1-2 presenta las principales características de los diez mayores desastres debidos a eventos naturales ocurridos en el Caribe durante el siglo XX en términos de número de víctimas. Se observa que más de la mitad de los eventos corresponden a huracanes y tormentas tropicales. El mayor número de pérdida de vidas fue reportado para la erupción volcánica en Mayo de 1902 (Martinica) en la cual hubo 40.000 muertos, mientras que la cifra de damnificados fue superior para la tormenta tropical del 22 de Septiembre de 1998 (4'686.292 en Antigua y Barbuda, Cuba, Haití y República Dominicana).

Tabla 1-2

Principales Desastres por Eventos Naturales del siglo XX en el Caribe

(Fuente: Universidad Católica de Lovaina, "EM-DAT", The OFDA/CRED International Disaster Database", Bruselas (<http://www.cred.be/emdat/intro.html>), 2001.¹)

Desastre	Fecha	País	Muertos	Damnificados
Erupción volcánica	8 mayo 1902	Martinica	40,000	
Tormenta Tropical (Ciclón, huracán, tifón)	2 oct. 1963	Granada, Trinidad y Tobago, Bahamas, República Dominicana, Haití, Jamaica, Cuba.	7,258	
Tormenta Tropical	3 sept. 1930	Dominica, Rep. Dominicana	6,500	20,000
Tormenta Tropical	9 nov. 1932	Cuba	2,500	
Tormenta Tropical	12 sept. 1926	Guadalupe. Monserrat. Saint Kitts y Nevis, Puerto Rico	2,300	
Tormenta Tropical	22 sept. 1996	Antigua y Barbuda, Cuba, Haití, Rep. Dominicana	491	4'686,292
Lluvias Torrenciales	15nov. 1994	Cuba, Haití, Jamaica	1,124	1'697,558
Tormenta Tropical	11 sept. 1986	Haití, Jamaica, Santa Lucía	148	1'680,000
Tormenta Tropical	agosto 1979	Rep. Dominicana , Dominica	1,451	1'651,713
Inundaciones	24ago.1988	Rep. Dominicana		1'191,150

El presente informe resume de manera general los principales eventos de amenaza ocurridos en los países bajo estudio, de tal manera que se constituya en un referente para las posteriores evaluaciones de amenaza y riesgo por fenómenos naturales.

¹ Extraído de La Sostenibilidad del Desarrollo en América Latina y del Caribe. Capítulo V - Vulnerabilidad Socioambiental.

2 Estadísticas generales a nivel país

Dentro de los fenómenos importantes que han afectado el territorio Costarricense durante el siglo XX y lo que va corrido de este siglo, se destacan las inundaciones seguidas de los huracanes y sismos. La Tabla 2-1 resume los desastres más relevantes que han golpeado a Costa Rica para este periodo de tiempo, y muestra información relacionada con pérdidas humanas, materiales y número total de afectados.

Tabla 2-1
Desastres debidos a eventos naturales desde comienzos del siglo XX hasta el 2007 en Costa Rica

(Fuente: Universidad Católica de Lovaina, "EM-DAT", The OFDA/CRED International Disaster Database", Bruselas (<http://www.cred.be/emdat/intro.html>), 2001.)

Tipo de Desastre	Fecha	Nº de Muertos	Nº de afectados	Daños en US\$ (000's)
Sismo	13-abr-10	1,750		
Sismo	22-abr-91	47		100,000
Sismo	14-abr-73	21		
Inundación	09-abr-70	23		
Inundación	12-oct-07	19		
Inundación	23-nov-02	10	75,040	
Inundación	13-ago-91		185,021	
Inundación	23-nov-93		38,451	
Inundación	07-feb-96		20,000	250,000
Inundación	06-may-02		20,000	
Inundación	11-ene-05			25,000
Inundación	4-Dec-1970			24,000
Volcán	29-jul-68	87	500,000	
Volcán	18-mar-63	15		
Volcán	21-oct-76		70,000	
Huracán	29-jul-96	51		200,000
Huracán	19-oct-88	28	127,500	
Huracán	12-oct-96		216,000	
Huracán	25-oct-98		16,700	60,000
Huracán	01-oct-05			20,000

Por su parte, la Tabla 2-2 proporciona un compendio de información referente a valores totales y valores promedio de pérdidas obtenidas para algunos eventos destacados, clasificándolos para cada tipo de desastre.

Tabla 2-2
Valores totales y promedio de pérdidas por desastres en Costa Rica para eventos destacados

(Fuente: Universidad Católica de Lovaina, "EM-DAT", The OFDA/CRED International Disaster Database", Bruselas (<http://www.cred.be/emdat/intro.html>), 2001.)

	Nº de Eventos	Muertos	Total Afectados	Daños US\$ (000's)
Sequía	3	-	-	24,000
Prom. por Evento		-	-	8,000
Sismo	12	1,844	35,113	120,700
Prom. por Evento		154	2,926.1	10,058.3
Epidemia	1	-	4,786	-
Prom. por Evento		-	4,786	-
Inundación no especificada	8	40	60,991	356,000
Prom. por Evento		5	7,623.9	44,500
Inundación costera	1	2	2,056	-
Prom. por Evento		2	2,056	-
Inundación	11	61	356,198	47,000
Prom. por Evento		5.5	32,381.6	4,272.7
Deslizamientos	1	7	200	-
Prom. por Evento		7	200	-
Volcanes	6	104	91,321	5,000
Prom. por Evento		17.3	15,220.2	833.3
Incendio	2	-	1,200	-
Prom. por Evento		-	600	-
Huracán	5	88	645,274	372,090
Prom. por Evento		17.6	129,054.8	74,418
Tormenta	1	3	216,000	-
Prom. por Evento		3	216,000	-
Tormenta Tropical	1	-	8,062	6,300
Prom. por Evento		-	8,062	6,300

3 Estadísticas específicas por evento

3.1 Sismos

Se ha conformado una base de datos de eventos sísmicos importantes que sirve a su vez de elemento base para el análisis estadístico de eventos. A partir de este inventario se generan curvas de sismos por año, década y distribución de sismos en las diferentes escalas de magnitud e intensidad, entre otras. La base de datos incluye tanto macroeventos identificados al igual que eventos más moderados tomados de registros históricos recientes. La información relacionada con los eventos históricos incluye en la mayor parte de los casos información relativa a parámetros de ubicación, magnitud e intensidad del evento, y en menor medida registros relacionados con los efectos y las pérdidas producidas por el evento. Estos últimos datos servirán para la calibración y validación de los modelos de análisis.

Esta base de datos no pretende reemplazar el catálogo oficial de sismicidad del país, el cual fue utilizado para el estudio regional de amenaza (Proyecto RESIS II - Evaluación de la Amenaza Sísmica en Centroamérica). Se busca por el contrario, verificar que en el catálogo oficial estén incluidos todos los eventos relevantes.

La base de datos incluye campos de localización y fecha del evento, así como comentarios y fuente de la que se obtuvo la información (*Fecha, Hora, Ubicación, Comentario y Fuente*). Adicionalmente se tienen datos de magnitudes del sismo en diferentes escalas, profundidad, intensidad e información del epicentro. Para algunos sismos se cuenta con datos de pérdidas, muertos, desaparecidos, heridos, afectados, etc. Las fuentes de esta base de datos son principalmente mapas en formato georreferenciado, documentos y estudios de eventos individuales o de descripción de grupos de eventos, información disponible en internet y catálogos de eventos generados por entidades Costarricenses. La Tabla 3-1 describe los campos asociados a la base de datos de sismos.

Tabla 3-1
Campos asociados al catálogo de sismos

CAMPO	TIPO DE DATO	OBSERVACIONES
País	Texto	Nombre del País
Tipo de amenaza	Texto	Sismo
Nombre	Texto	Nombre del evento (si lo tiene)
Fecha	Fecha	Fecha de ocurrencia
Hora	Hora	Hora de ocurrencia
Ubicación X	Decimal	Longitud
Ubicación Y	Decimal	Latitud
Magnitud ML	Decimal	Magnitud en escala ML (Escala de Richter)
Magnitud Mw	Decimal	Magnitud en escala Mw (Momentum)
Magnitud MC	Decimal	Magnitud en escala MC (Escala basada en la Longitud de la coda de los sismos)
Profundidad (km)	Decimal	Profundidad del sismo
Intensidad	Decimal	Intensidad (Escala de Mercalli)
Epicentro	Texto	Descripción del epicentro
Ubicación	Texto	Descripción de la ubicación
Descripción y efectos del evento	Texto	Descripción general de las características del evento
Pérdida Económica Directa	Moneda	Disponible actualmente para algunos pocos casos
Pérdida Económica Indirecta	Moneda	No disponible actualmente
Pérdida Económica Consecuencial	Moneda	No disponible actualmente
Muertos	Entero	Disponible actualmente para algunos pocos casos
Desaparecidos	Entero	No disponible actualmente
Heridos	Entero	No disponible actualmente
Afectados	Entero	No disponible actualmente
Tiempo Recuperación (Días)	Entero	No disponible actualmente
Fuente	Texto	Fuente Bibliográfica

La base de datos completa de sismos se presenta en el Anexo ERN-CAPRA-T2-1-1. Se incluye un total de 12204 sismos con magnitud superior o igual a 2.0 en la escala Mw para el periodo comprendido entre 1608 y 2007. Esto corresponde a una frecuencia media de eventos de 3.04 sismos por año si se toma el periodo de análisis completo (399 años). Si se considera únicamente el periodo desde el cual se inició la instrumentación sísmica en el país, entre 1973 y 2007, la frecuencia media de eventos resulta de 35.7 sismos por año.

La Figura 3-1 a la Figura 3-4 presentan la ubicación relativa de los sismos incluidos en la base de datos, clasificados por intervalos de magnitud. Se observa que la mayor cantidad de puntos se encuentra en el rango de 2 a 5 grados en la escala Mw. Los planos generados en un tamaño mayor, con escala y convenciones completas se presentan en el Anexo ERN-CAPRA-T2-1-2.

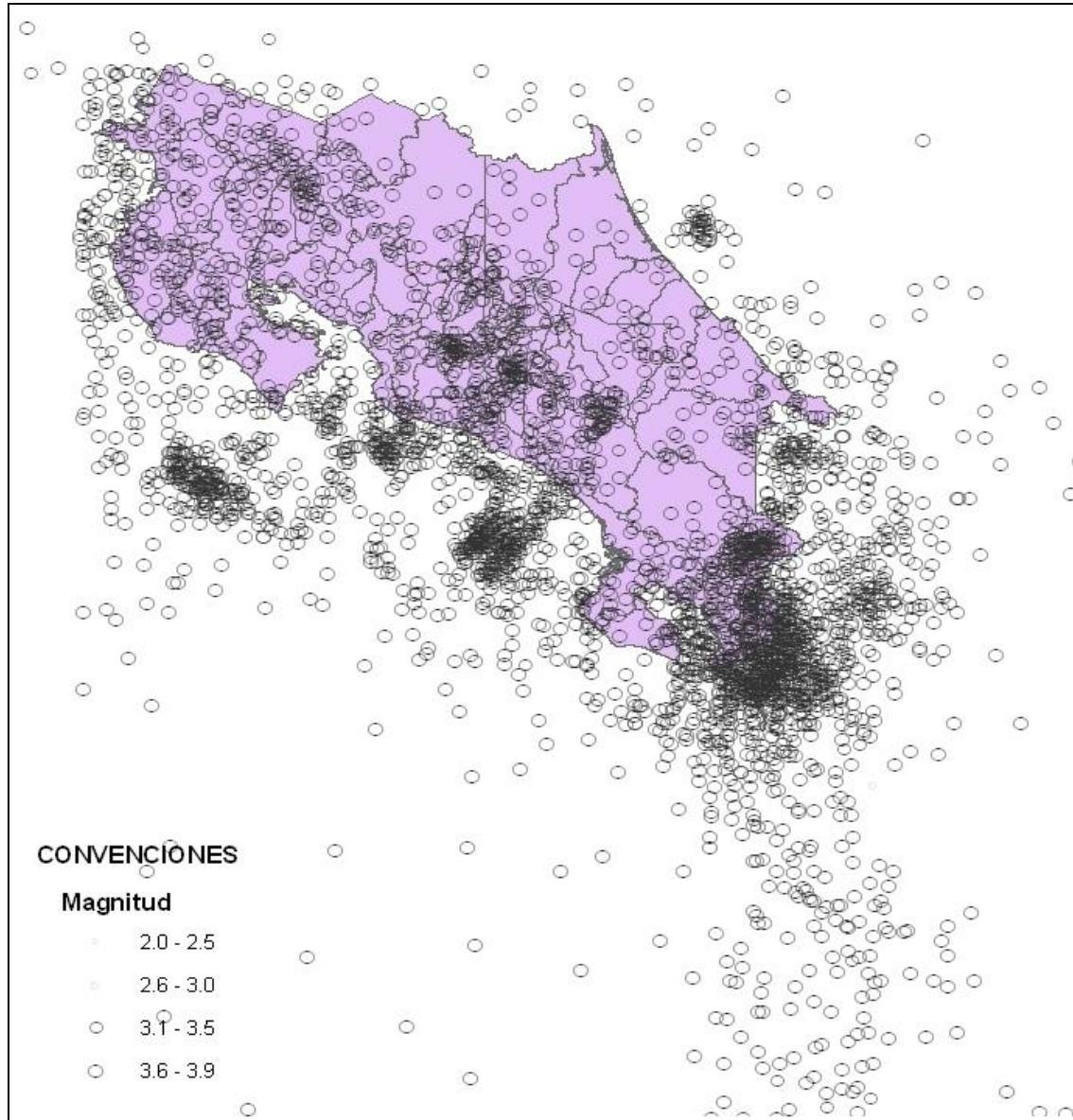


Figura 3-1
Catálogo sísmico para Costa Rica (Sismos de magnitudes M_w entre 2 y 4)

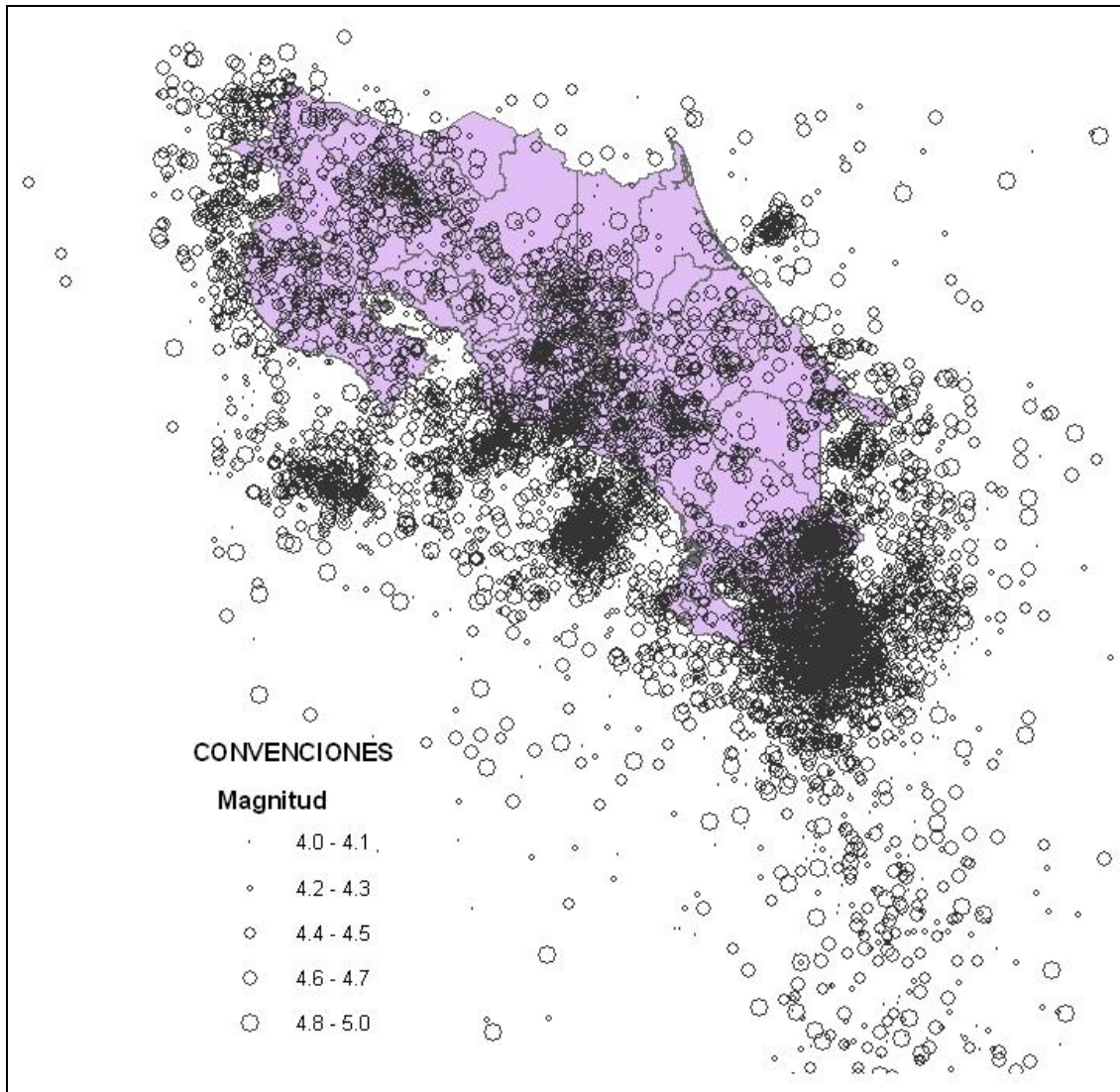


Figura 3-2
Catálogo sísmico para Costa Rica (Sismos de magnitudes Mw entre 4 y 5)

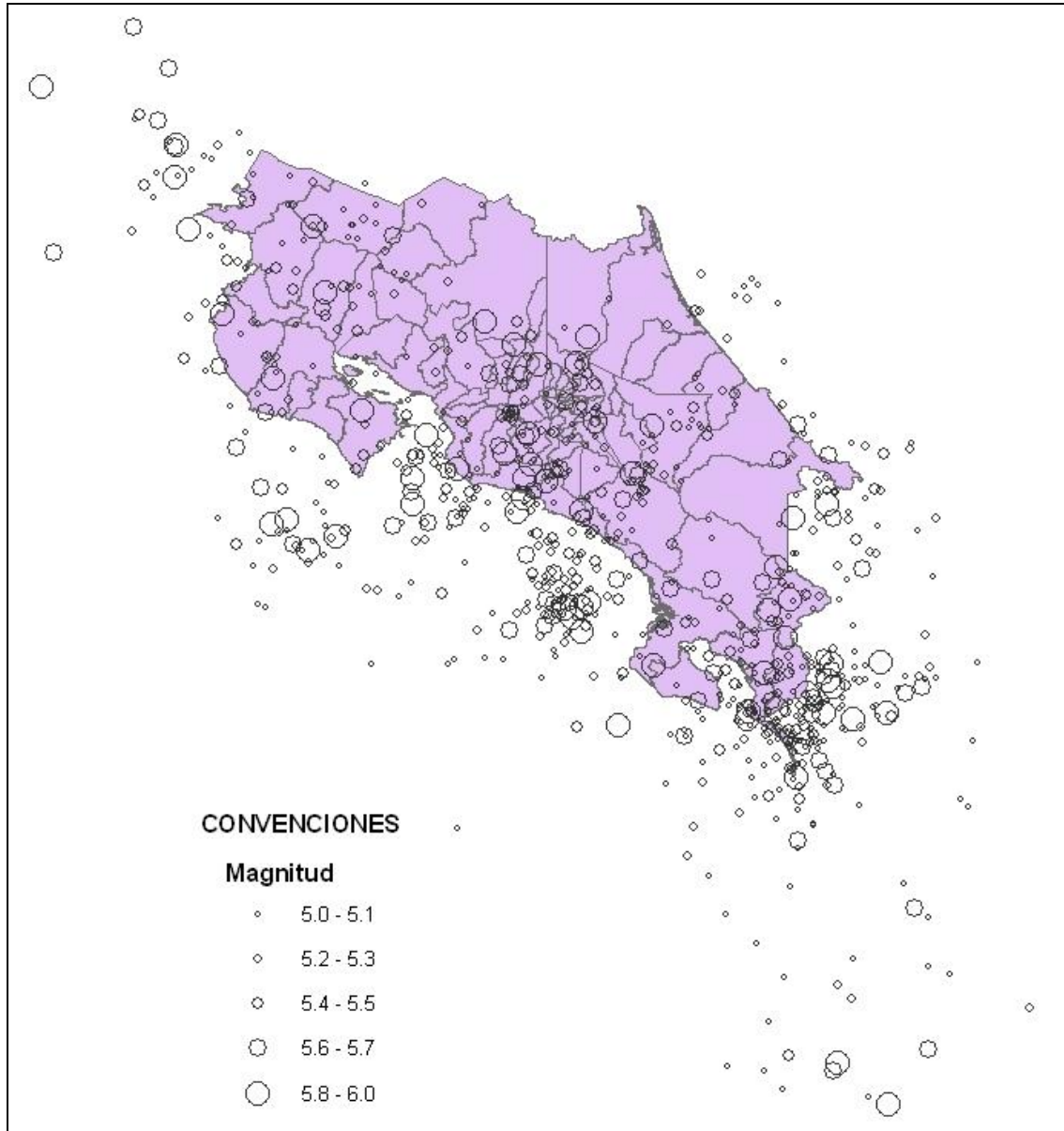


Figura 3-3
Catálogo sísmico para Costa Rica (Sismos de magnitudes M_w entre 5 y 6)

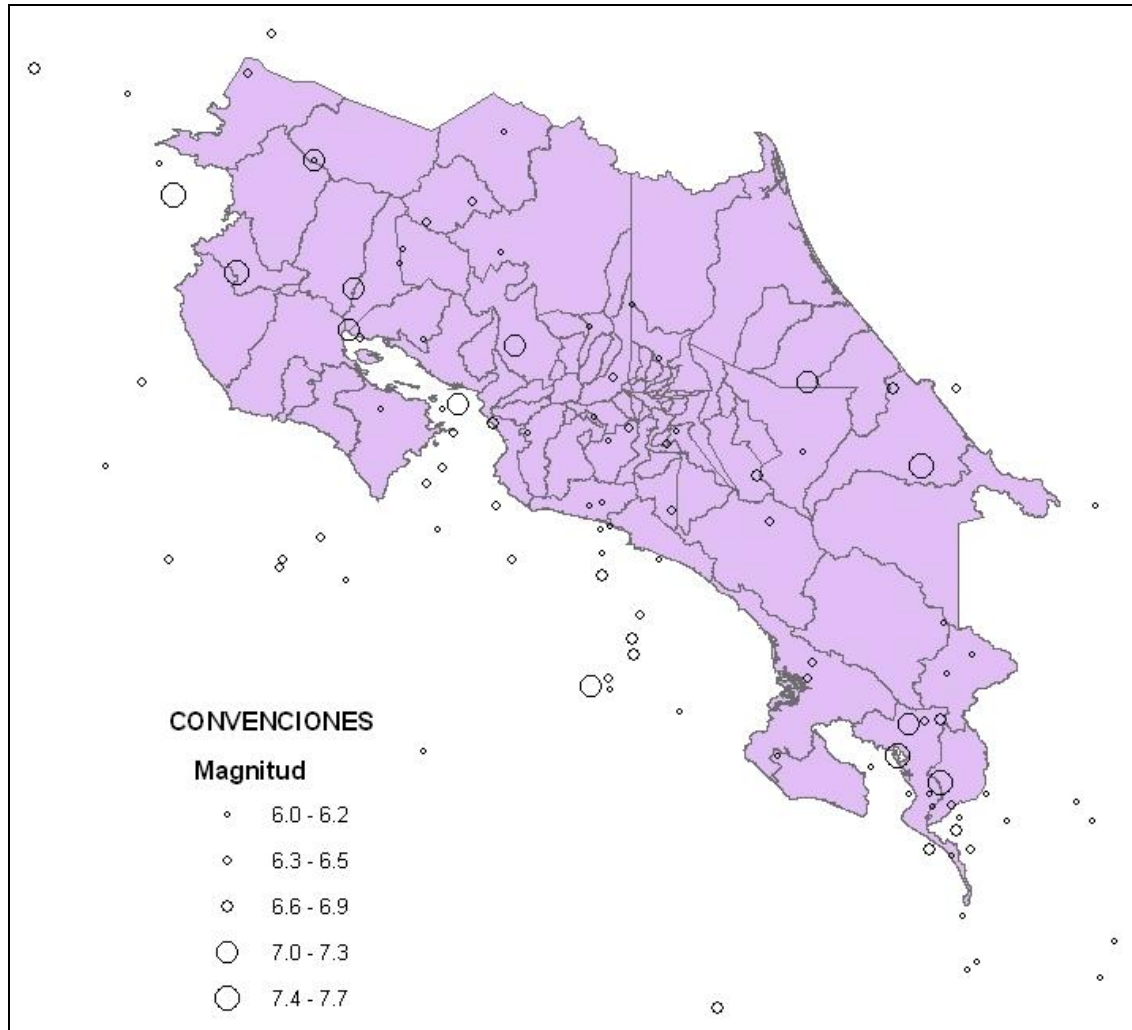


Figura 3-4
Catálogo sísmico para Costa Rica (Sismos de magnitudes Mw mayores a 6)

3.1.1 Curvas estadísticas

A continuación se presentan las estadísticas asociadas a la información anterior representadas en gráficas, las cuales dan cuenta de la variabilidad temporal del fenómeno, así como de las características propias de frecuencia.

En cuanto a la variabilidad temporal de fenómeno, la Figura 3-5 esquematiza el número de sismos ocurridos por año desde 1608 hasta 2007. Se observa claramente que desde el año 1973 se empiezan a registrar un mayor número de sismos, gracias al aumento en la instrumentación sísmica. La Figura 3-6 indica en detalle el número de sismos por año para el rango de 1973 a 2007.

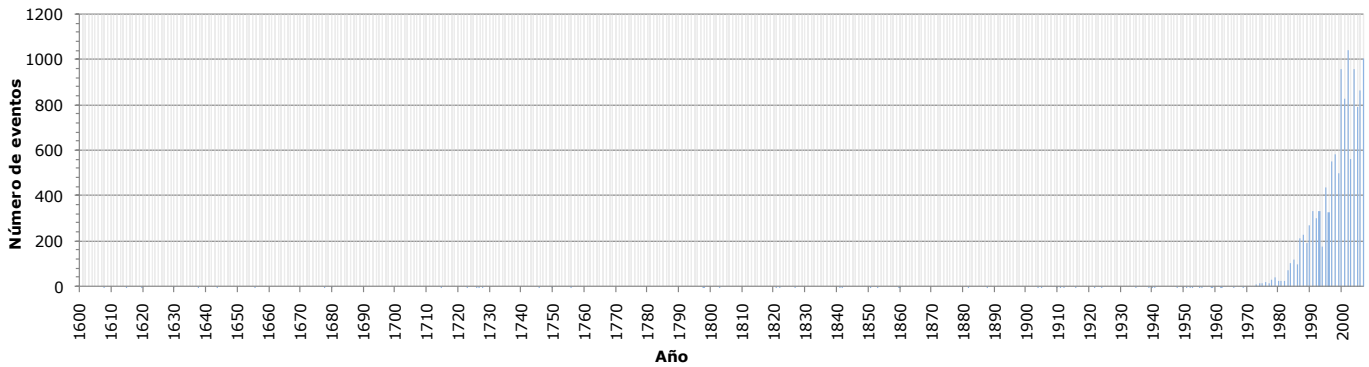


Figura 3-5
Número de sismos por año registrados en Costa Rica para todo el periodo de análisis

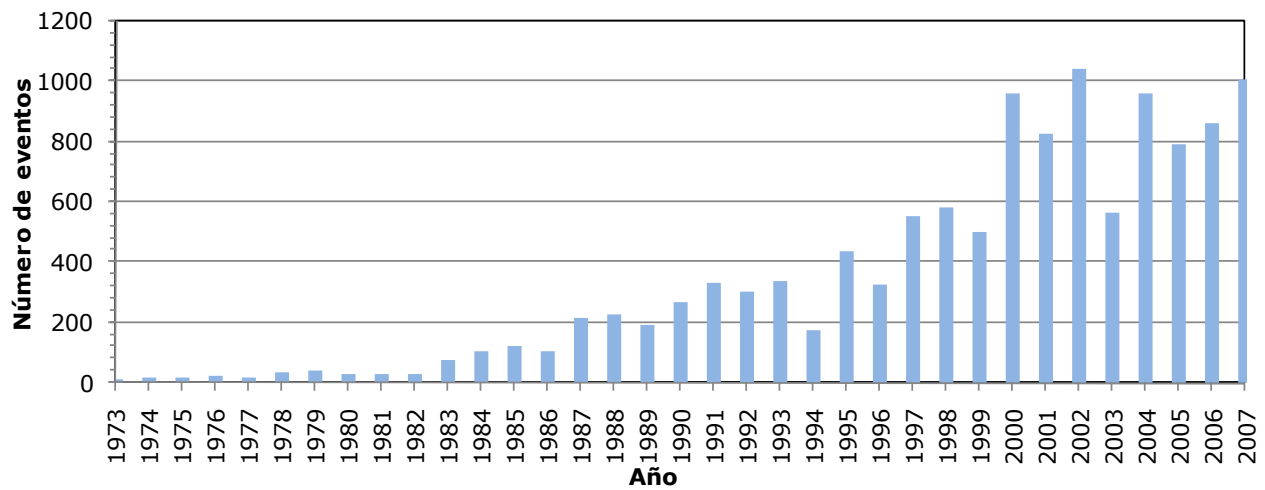


Figura 3-6
Número de sismos por año registrados en Costa Rica para el periodo de instrumentación

Por su parte la Figura 3-7 señala la frecuencia de sismos con magnitud mayor o igual a 2.0, por décadas. La Figura 3-8 muestra un detalle del periodo por décadas de mayor cantidad de registros.

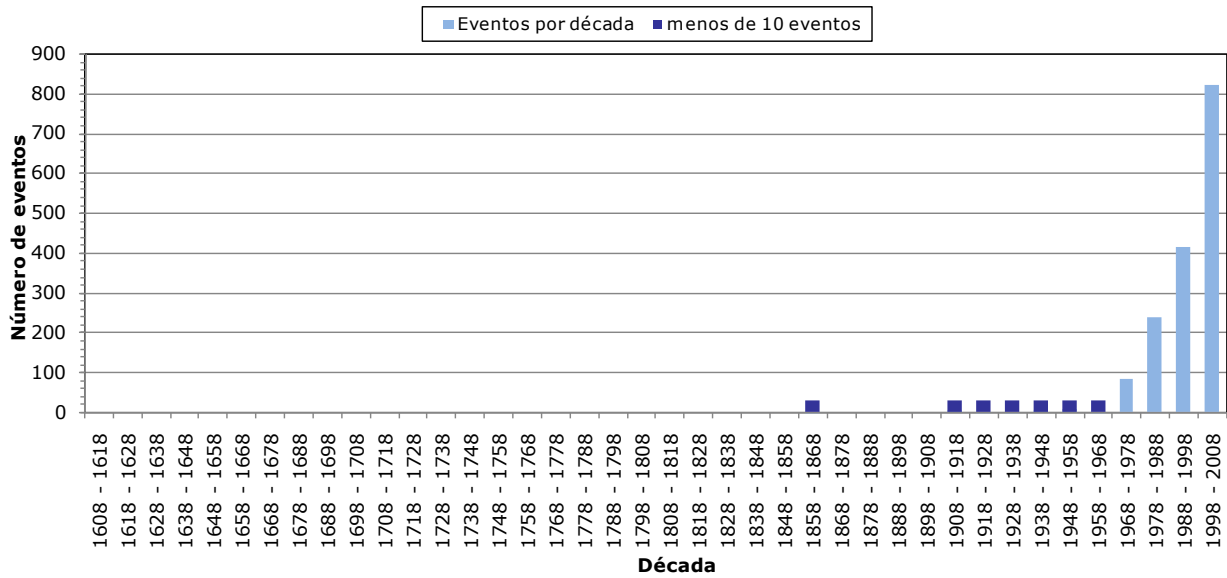


Figura 3-7
Número de sismos por década registrados en Costa Rica para todo el periodo de análisis

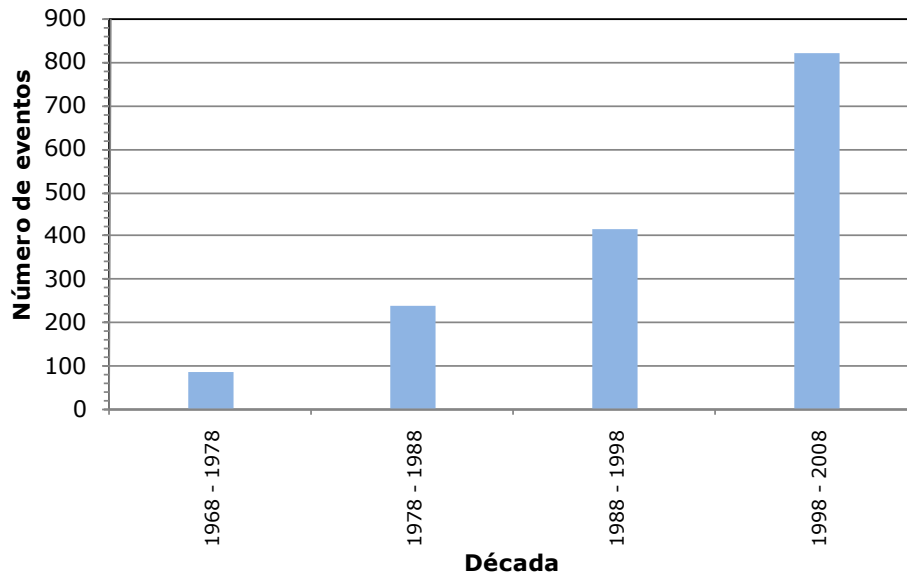


Figura 3-8
Número de sismos por década registrados en Costa Rica para el periodo de instrumentación

La Figura 3-9 es la curva de recurrencia de Gutenberg-Richter para los eventos sísmicos del catálogo clasificados por magnitud Mw. Al igual que en los planos que muestran el catálogo, la curva indica que la mayor cantidad de registros tiene magnitudes que van de 4 a 5 grados en la escala Mw. No se tienen registros con magnitudes superiores a 7.8.

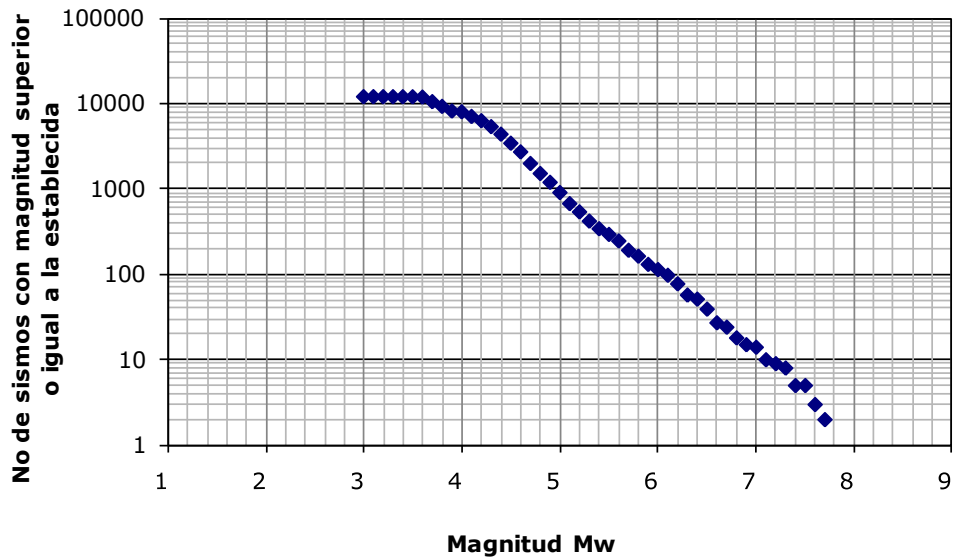


Figura 3-9
Curva de Gutenberg Richter para el catálogo sísmico de Costa Rica

La Figura 3-10 clasifica el número de sismos en función de la profundidad, lo cual indica que el mayor número de registros está entre los 0 y 40 km, un número más reducido entre 40 y 100 km, y un valor muy pequeño de datos para profundidades mayores.

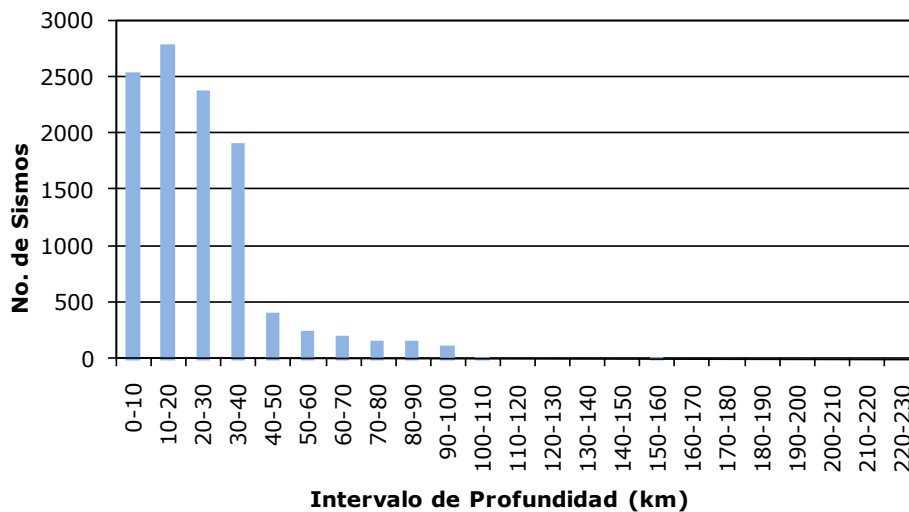
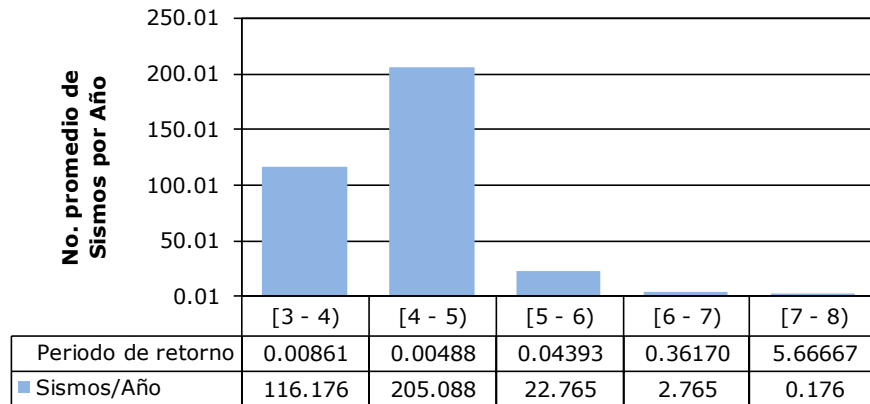


Figura 3-10
Número de eventos sísmicos por profundidad para Costa Rica

Los diagramas de barras que representan los valores de número de Sismos por Año se hicieron tanto para los sismos clasificados con la escala de magnitud Mw como para los sismos clasificados por medio de la escala de Intensidad de Mercalli Modificada. Debido a

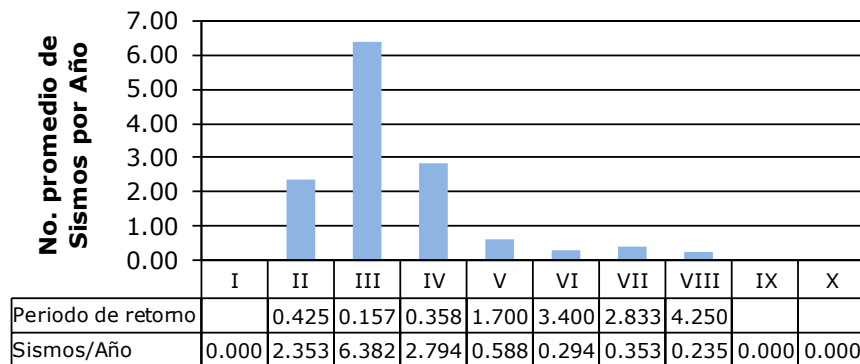
la distribución de sismos a través del tiempo con los que cuenta el catálogo de datos, se obtuvieron curvas para el periodo de mayor instrumentación, es decir los últimos 34 años (1973 – 2007). La Figura 3-11 y la Figura 3-12 muestran los resultados. Se observa que se presenta mucha variabilidad en los resultados con el cambio en el rango de tiempo seleccionado.



Periodo analizado: 34 años (1973 - 2007)

Intervalo de Magnitud Mw

Figura 3-11
Número de eventos sísmicos por año para cada intervalo de magnitud - Costa Rica (periodo de 1973 a 2007)



Intensidad

Periodo analizado: 34 años (1973 - 2007)

Figura 3-12
Número de eventos sísmicos por año para cada intensidad - Costa Rica (periodo de 1973 a 2007)

Finalmente, la Tabla 3-2 describe algunas características de los principales eventos sísmicos que han afectado a Costa Rica a lo largo de la historia y que han causado un impacto de magnitud considerable en la región. El mayor número de muertes registradas se

presentó para el terremoto de Cartago de 1910 (362 muertos), mientras que las mayores pérdidas económicas han sido registradas para el terremoto de Limón en 1991 (21.991,9 millones de colones). Es importante anotar que la intensidad del terremoto de Cartago alcanzó el nivel IX en la escala de Mercalli, uno de los valores más altos en toda la historia de sismos en Costa Rica, a pesar de que se reporta una magnitud de apenas 5.5.

Tabla 3-2
Eventos sísmicos de mayor relevancia en Costa Rica

Descripción	Año	Magnitud Mw	Intensidad	Pérdidas económicas	No. de Muertos	No. de Heridos	Número Total de Afectados
Terremoto de Cartago	1910	5,5	IX	-	362	-	20,000
Terremoto de Orotina	1924	7,0	VII	Cerca de Treinta millones de colones	70	-	-
Terremoto de Limón	1991	7,6	VIII	21,991.9 millones de colones	50	651	-

3.1.2 *Eventos históricos importantes*

Dentro de la historia de terremotos de Costa Rica, se destacan una serie de eventos que generaron altos niveles de afectación a la población, y pérdidas económicas importantes. A continuación se listan los principales eventos sísmicos. En el Anexo ERN-CAPRA-T2-1-1 se presenta el listado de la totalidad de eventos que componen el catálogo sísmico de Costa Rica con el que se cuenta. La información fue obtenida principalmente del Atlas digital de costa Rica, preparado por el CNE y el OVSICORI.

Sismo de San Estanislao, 7 de Mayo de 1822:

En la actual provincia de Limón, se presentó un evento sísmico el 7 de Mayo de 1822, el cual fue sentido principalmente en las ciudades de Cartago y San José. Probablemente corresponde al sismo más violento de comienzos del siglo XIX, con un nivel de afectación en Cartago entre V y VII.

Sismo de San Antolín, 2 de Septiembre de 1841:

Fue el terremoto más impactante para el país durante el siglo XIX. Afectó principalmente a las poblaciones de Cartago y San José. Cerca de 16 personas murieron, y 2860 viviendas quedaron destruidas. La ciudad de Cartago quedó parcialmente destruida, y su reconstrucción tomaría más de diez años en completarse. La intensidad del evento estuvo entre VI y VII, con una magnitud estimada Mw 5.8, profundidad de 10 km, y epicentro aproximado a 20 km de la ciudad de Cartago. Ha sido asociado a la falla de Aguacaliente (desplazamiento de rumbo).

Sismo de Santa Mónica, 4 de Mayo de 1910:

En la tarde del 4 de Mayo de 1910, un violento sismo destruyó por segunda vez la ciudad de Cartago. Cerca de 362 personas perdieron la vida. El evento ocurrió en la falla Aguacaliente, a poca profundidad y con una magnitud de 5.5. La afectación se clasificó entre VIII y IX. Las principales ciudades afectadas fueron Cartago, Aguacaliente, El

Paraíso, El Tejar, La villa de los Tres Ríos, y en menor grado San Pedro del Mojón, Sabanilla de los Granados, Guadalupe, San Isidro de la Arenilla, entre otros.

Sismo de Osa, 5 de Diciembre de 1941:

En la región de Golfo Dulce, al suroeste de Costa Rica, un sismo de magnitud 7.5 sacudió las poblaciones de península de Osa. En la población de Puerto Cortés se reportaron viviendas colapsadas, así como daños en las líneas férreas. La escuela quedó completamente destruida. Se presentaron daños en las poblaciones de Puerto Jiménez, Atenas, San Isidro de Heredia, Tibás, Guadalupe y San Miguel de Santo Domingo. Murieron una persona en Palmar Norte, una en Palmar Sur y cuatro en Golfito.

Sismo de Nicoya, 5 de Octubre de 1950:

En la península de Nicoya se generó un evento sísmico de magnitud 7.7 el 5 de Octubre de 1950. Es el sismo de mayor magnitud registrado en Costa Rica en el siglo XX. Generó afectación y daños importantes en las poblaciones de Puntarenas, Nicoya, Esparza y Alajuela, así como el levantamiento de la costa oeste de la península entre Cabo Velas al norte y Cabo Blanco al sur.

Sismo de Tilarán, 1973:

Un sismo de magnitud 6.5, con epicentro en cercanías a la población de Tilarán, sorprendió al país a las 3:35 de la madrugada. El evento destruyó buena parte de la ciudad. El sismo detonó deslizamientos que mataron 23 personas. 503 viviendas resultaron fuertemente afectadas.

Sismo de Burica, 1 de Julio de 1979:

El 1 de Julio de 1979, un evento sísmico de magnitud 6.7 azotó la península de Burica en zona fronteriza entre Costa Rica y Panamá. El sismo generó graves daños en edificaciones. La escuela secundaria de Puerto Armuelles (Panamá) colapsó parcialmente por el violento movimiento.

Sismo de Golfito, 2 de Abril de 1983:

El 2 de Abril de 1983, a 15 km de la ciudad de Golfito, se presentó un evento sísmico de magnitud 7.2 a 26 km de profundidad. En zona rural entre las poblaciones de Sierpe, San Francisco de Tinoco y Villa Colón, se informó de al menos de 25 casas severamente dañadas y otras 44 con daños menores. Las rampas de aproximación de los puentes sobre los ríos Olla Cero, Sesenta, Sábalo, La Bonita y Olla Uno, se asentaron hasta 12 cm. Una persona murió. La intensidad del evento se reportó como VIII en las poblaciones de Sierpe, San Francisco de Tinoco y Villa Colón, y VII en Boruca, Térraba, Cajón, Paso Real, Chánguena, Golfito, Ciudad Nelly, Río Claro y Palmar.

Sismo de Cóbano, 25 de Marzo de 1990:

A 19 km del casco urbano de Cóbano se presentó un terremoto de magnitud 7.0 a 22 km de profundidad. La principal afectación se dio en las ciudades de Cóbano y Puntarenas, donde se reportaron 32 casas dañadas y 8 destruidas. No se reportaron muertos o heridos.

Sismo de Limón, 22 de Abril de 1991:

Constituye el evento sísmico más importante ocurrido en Costa Rica, en la segunda mitad del siglo XX. De magnitud 7.6 y 10 km de profundidad, el evento causó la muerte de 50 personas y dejó pérdidas materiales directas por cerca de 22,000 millones de colones. El terremoto ocasionó el levantamiento de la línea costera del caribe costarricense, desde Moín al norte, hasta Gandoca al sur. Como consecuencia, el principal puerto del país perdió alrededor del 30% de su capacidad operativa. Los daños registrados (puentes, carreteras, viviendas, muelles, canales, cultivos de exportación, refinería de petróleo, instalaciones turísticas), en su mayoría fueron causados por la licuefacción de suelos aluviales, por los deslizamientos y por el levantamiento cortical (hasta 4,70m).

Sismo de Parrita, 22 de Noviembre de 2004:

En la mañana del 22 de noviembre de 2004, se presentó un sismo de magnitud 4.6, a 9 km de profundidad, con epicentro a 2 km de la población de Damas. En las regiones de Parrita y Quepos se presentaron daños y colapso en estructuras defectuosas, con un saldo total de 8 personas muertas.

Los anteriores eventos históricos relevantes, permiten establecer en forma general que en promedio en Costa Rica se presenta un evento con características destructivas cada 18 años. De acuerdo con la distribución de sismos en el país, se observa que la mayor cantidad de eventos ocurre en la parte central y sur de Costa Rica.

3.2 Tsunamis

Al igual que para el caso de sismos se conformó una base de datos de eventos por tsunami, que sirve a su vez de elemento base para el análisis estadístico de eventos. Igualmente se generaron gráficas de eventos por año, por década y curvas de frecuencia de tsunamis en función de la magnitud del sismo generador. La información relacionada con los eventos históricos incluye en la mayor parte de los casos datos sobre el nombre del evento, ubicación, magnitud del sismo generador e intensidad. En menor número se tiene información sobre las características particulares del fenómeno y los efectos de las pérdidas ocasionadas.

Los datos han sido tomados de registros históricos recientes publicados por el Atlas Regional de Amenazas Naturales en América Central, el NOAA (en particular National Geophysical Data Center) y la Revista Geológica de América Central. De forma específica la base de datos cuenta con campos de identificación y localización (*nombre, fecha, hora, latitud y longitud*) y parámetros detallados del evento (*intensidad, magnitud, nivel máximo del agua, descripción, efectos y fuente*). La Tabla 3-3 indica todos los campos asociados al catálogo completo, el cual se presenta en el Anexo ERN-CAPRA-T2-1-3.

Tabla 3-3
Campos asociados al catálogo de tsunamis

CAMPO	TIPO DE DATO	OBSERVACIONES
Nombre	Texto	Nombre del Tsunami
Fecha	Fecha	Fecha de ocurrencia
Hora	Hora	Hora de ocurrencia
Ubicación X	Decimal	Longitud
Ubicación Y	Decimal	Latitud
Altura_ola	Decimal	No disponible actualmente
Intensidad	Decimal	Medida de intensidad del tsunami entre -5 y 10
Magnitud del sismo	Decimal	Magnitud del sismo generador del tsunami
Extensión long	Decimal	No disponible actualmente
Extensión Area	Decimal	No disponible actualmente
Nivel máximo de aguas (m)	Decimal	Nivel máximo de aguas en metros
Ubicación	Texto	Descripción de la ubicación. No disponible actualmente
Descripción y Efectos	Texto	Descripción general de las características del evento
Pérdida Económica Directa	Moneda	Disponible actualmente para algunos pocos casos
Pérdida Económica Indirecta	Moneda	No disponible actualmente
Pérdida Económica Consecuencial	Moneda	No disponible actualmente
Muertos	Entero	Disponible actualmente para algunos pocos casos
Desaparecidos	Entero	No disponible actualmente
Heridos	Entero	Disponible actualmente para algunos pocos casos
Afectados	Entero	No disponible actualmente
Tiempo Recuperación (Días)	Entero	No disponible actualmente
Fuente	Texto	Fuente Bibliográfica

El catálogo de tsunamis disponible cuenta con 18 eventos principales, los cuales tienen una magnitud del sismo generador superior a 6 grados en todos los casos, y los registros datan del periodo comprendido entre 1579 y 1992. Considerando el periodo completo de análisis resulta un periodo de retorno promedio de 250 años, mientras que si se considera el periodo comprendido entre 1798 a 1992, el promedio de intervalo de ocurrencia sería de cada 35 años, que corresponde al lapso de tiempo con registros más continuos.

La Figura 3-13 presenta la ubicación relativa de los tsunamis incluidos en la base de datos, clasificados por la magnitud del sismo que genera la ola. El plano generado en un tamaño mayor, con escala y convenciones completas se presenta en el Anexo ERN-CAPRA-T2-1-4.

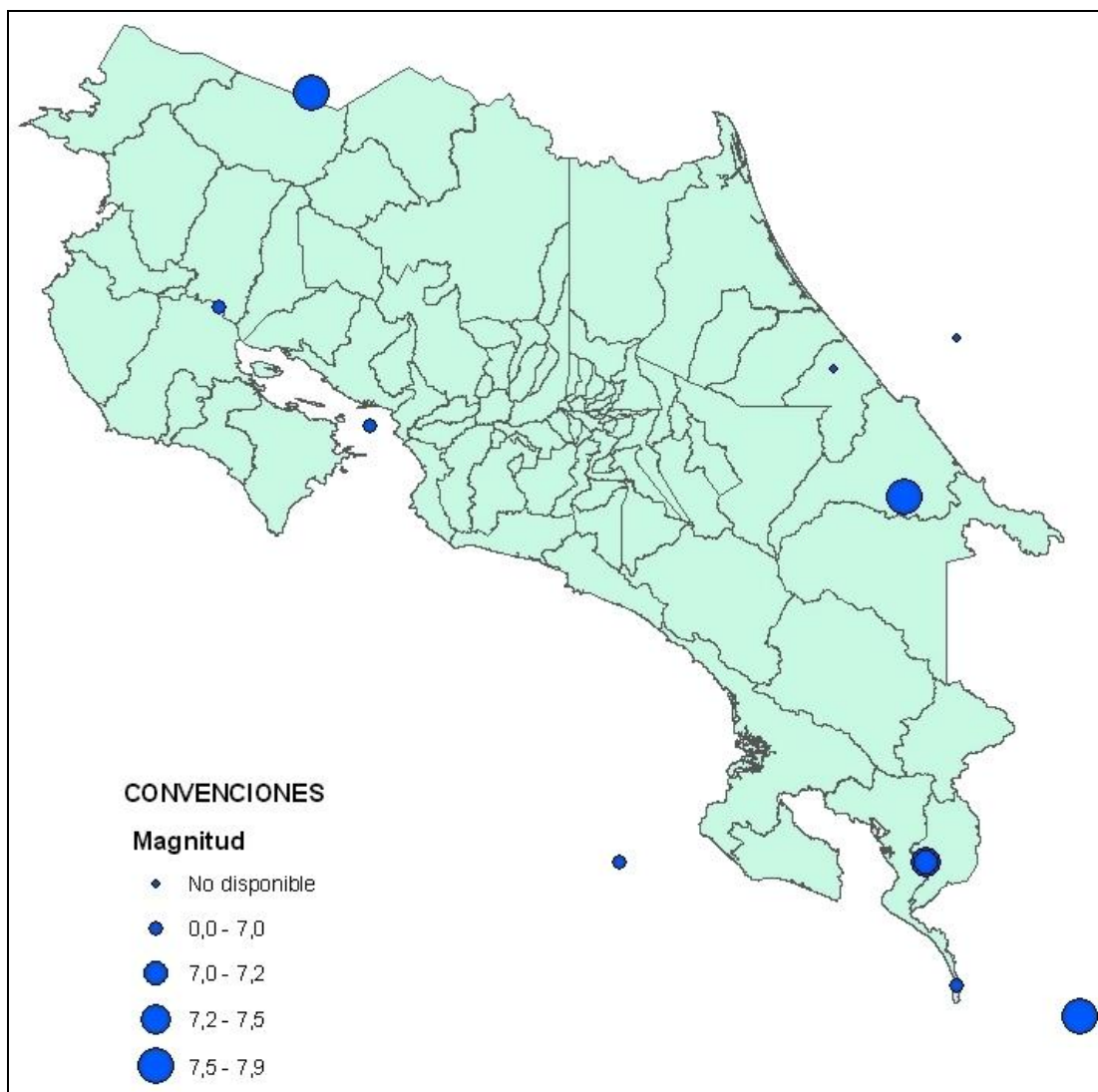


Figura 3-13

Mapa de ubicación de sismos que han generado tsunamis con afectación en las costas

3.2.1 Curvas estadísticas

A continuación se presentan las estadísticas asociadas a la información anterior representadas en gráficas, las cuales dan cuenta de la variabilidad temporal del fenómeno, así como de las características propias de frecuencia.

En cuanto a la variabilidad temporal de fenómeno la Figura 3-14 y la Figura 3-15 esquematizan el número de tsunamis ocurridos por año desde 1579 hasta 1992.

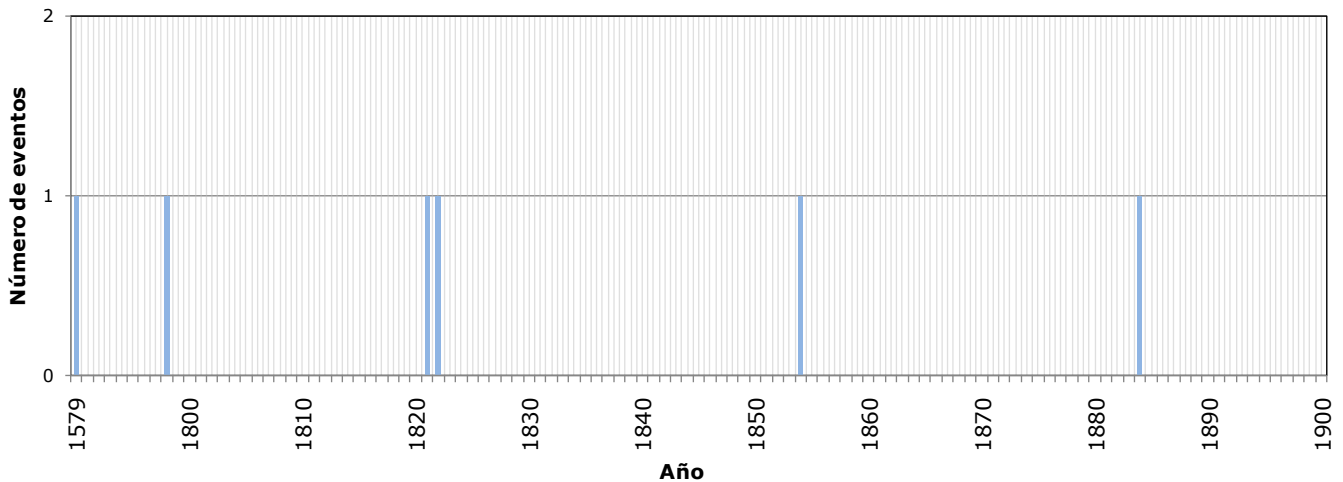


Figura 3-14

Número de tsunamis por año registrados en Costa Rica para el periodo de análisis 1579 - 1900

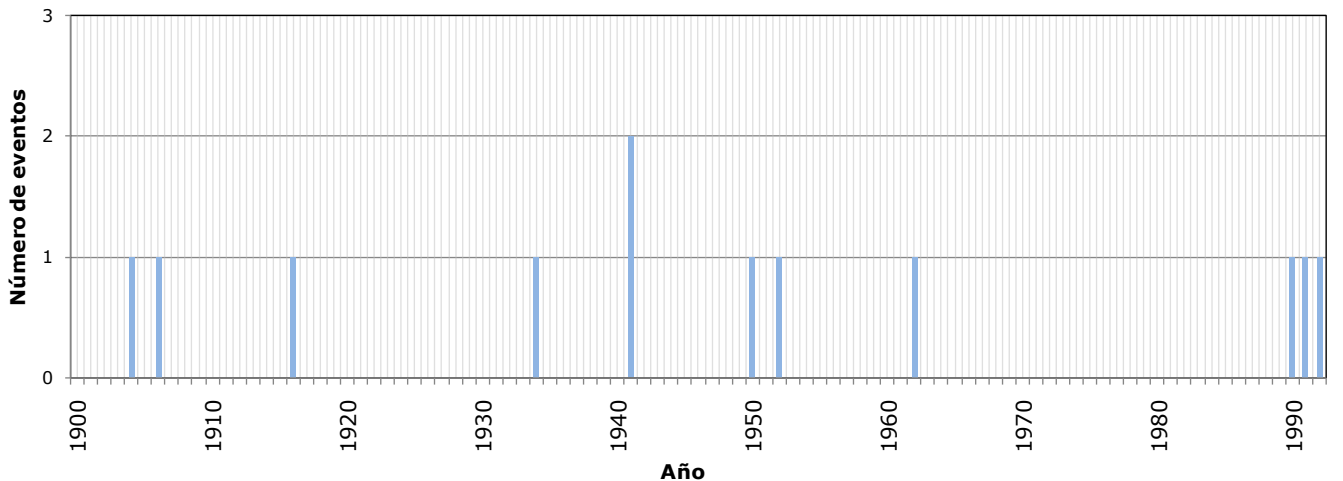


Figura 3-15

Número de tsunamis por año registrados en Costa Rica para el periodo de análisis 1900 - 1992

Por su parte la Figura 3-16 señala el número de tsunamis por década. Se observa que la mayoría de los eventos están registrados después del año 1800 hasta el año 2000.

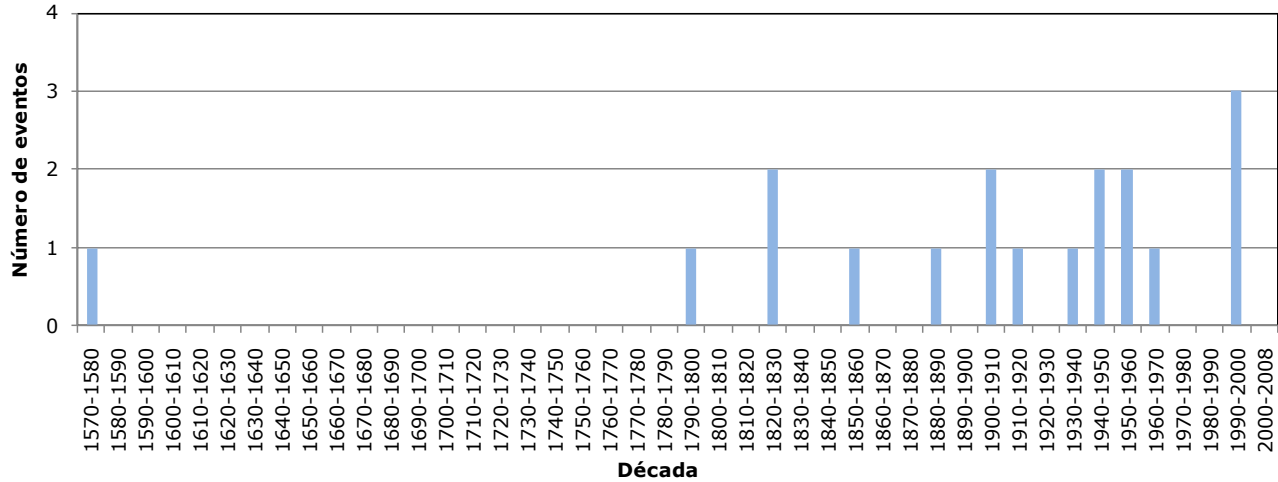


Figura 3-16
Número de tsunamis por década registrados en Costa Rica para todo el periodo de análisis

La Figura 3-17 muestra el número de tsunamis cuyos sismos generadores tienen una magnitud mayor o igual a la indicada. Las magnitudes de los sismos relacionadas se refieren a las fuentes de origen de los tsunamis contenidos en el catálogo.

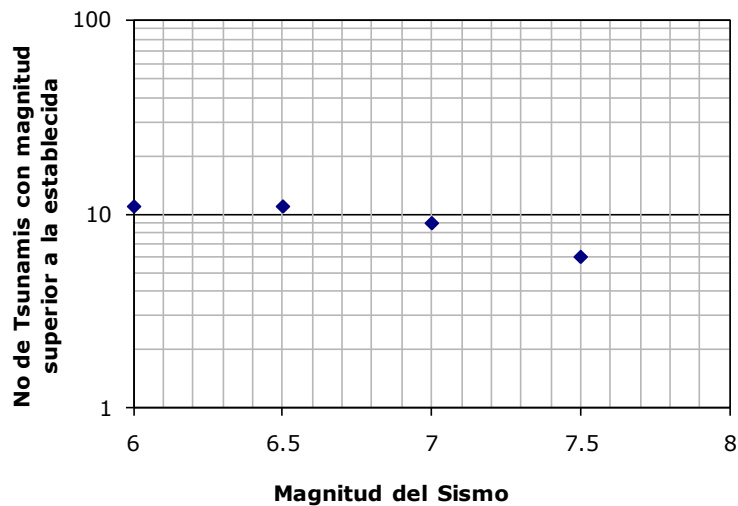
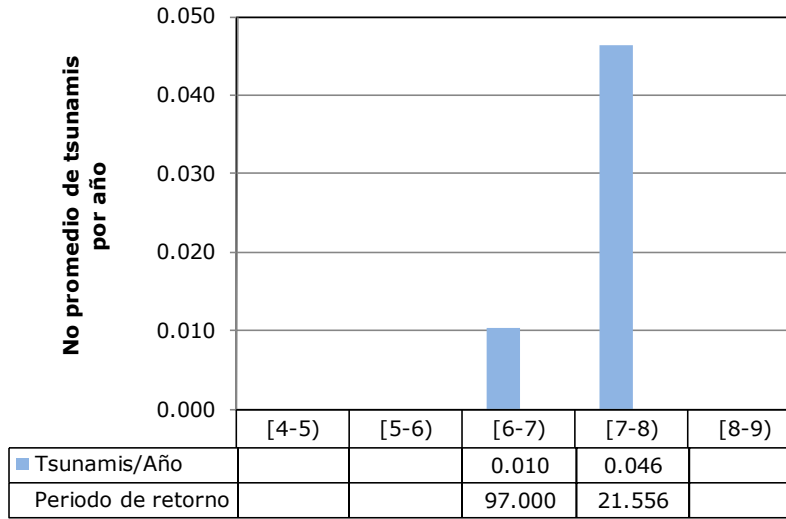


Figura 3-17
Curva de frecuencia de tsunamis para Costa Rica

La Figura 3-18 muestra el número de tsunamis por año para un periodo de tiempo correspondiente al intervalo (1798 – 1992), que es el lapso de tiempo de mayor continuidad en los registros.



Magnitud del sismo generador

Periodo analizado del año 1798 al año 1992

Figura 3-18
Número de tsunamis por año para cada magnitud del sismo generador - Costa Rica (periodo de 1798 a 1992)

La Tabla 3-4 presenta los eventos de tsunami reportados para Costa Rica. En el numeral siguiente se presenta un resumen general de algunos de los eventos que han afectado el territorio Costarricense.

Tabla 3-4
Reportes de daños por tsunamis en Costa Rica

Nombre	Fecha	Pérdida económica directa (Millones de dólares)	Muertos	Heridos
Costa Rica-Panamá	12/03/1962	-	-	-
Costa Rica-Panamá	13/05/1952	-	-	-
Costa Rica-Panamá	06/12/1941	-	-	-
Costa Rica	25/03/1990	-	-	-
Costa Rica-Panamá	04/08/1854	-	-	-
Costa Rica-Panamá	05/12/1941	-	-	-
Costa Rica-Panamá	05/10/1950	-	-	-
Limón, Pandora	22/04/1991	43	47	109
Nicaragua - Costa Rica	02/09/1992	-	-	-
Costa Rica-Panamá	18/07/1934	-	-	-
Costa Rica-Panamá	20/01/1904	-	-	-
Isla caño	16/03/1579	-	-	-
Matina	22/02/1798	-	-	-
La Matina	10/04/1821	-	-	-
Matina	07/05/1822	-	-	-

Nombre	Fecha	Pérdida económica directa (Millones de dólares)	Muertos	Heridos
Costa Rica-Panamá	05/11/1884	-	-	-
Ecuador - Panamá - Costa Rica	31/01/1906	-	-	-
Costa Rica-Panamá	31/01/1916	-	-	-

3.2.2 Eventos históricos importantes

Con respecto a los tsunamis que han afectado la región de Costa Rica, aunque se encuentran fácilmente los registros más importantes a lo largo de la historia la información complementaria sobre los detalles particulares de cada evento es muy escasa. Sin embargo a continuación enumeran algunas características de los eventos reportados en la década de los 90. La información fue obtenida de las páginas del INETER y de La Red Sismológica Nacional.

Tsunami del 25 de Marzo de 1990

El Tsunami en Puntarenas presentó una ola de 1.0 m de altura aproximadamente y fue provocado por un evento de magnitud sísmica 7.0 en Costa Rica. La perturbación provocó un pequeño tsunami que fue registrado en Quepos.

Tsunami del 22 de Abril de 1991

El evento ocasionó 47 muertos, 109 heridos, damnificados y daños graves en Limón, en el área de Pandora. Se registró una intensidad de X en algunas zonas de licuefacción de la zona epicentral. Por este sismo se originó un tsunami en la Cahuita - Puerto Viejo, que tuvo una amplitud máxima de aproximadamente 0,6 m. Los daños en Costa Rica se estimaron en 43 millones de dólares.

Tsunami de Septiembre de 1992

El maremoto del 1° de septiembre de 1992 en Nicaragua fue uno de los fenómenos naturales históricamente más desastrosos en Nicaragua. Una ola de 4 a 10 m de altura destruyó la costa del Pacífico de Nicaragua dejando más de 170 muertos y destrucción general en una franja estrecha a lo largo de toda la costa. En Costa Rica la máxima ola llegó a 2-4 metros y produjo daños a botes y pequeños puertos.

3.3 Huracanes

La base de datos de huracanes se utiliza para el análisis estadístico de eventos y para la obtención de curvas de número de eventos por año, década y frecuencia de ocurrencia en función de la categoría del fenómeno, según la escala Saffir-Simpson. El catálogo de huracanes incluye tanto macroeventos identificados al igual que eventos más moderados tomados de registros históricos recientes. Este contiene amplia información a nivel general acerca del nombre, tipo de evento, localización, fecha de ocurrencia y propiedades particulares del fenómeno. En menor medida se cuenta con información referente a los efectos del fenómeno y a los datos de pérdidas económicas y humanas reportadas.

Los datos en su mayoría han sido tomados de registros históricos recientes publicados por diversas entidades como son el National Oceanic and Atmospheric Administration NOAA (en particular el HUR-DAT), el Unisys Weather, la Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias CNE, el Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres Naturales en América Latina – CEPREDENAC y el Atlas Regional de Amenazas Naturales en América Central.

La base de datos cuenta con campos de identificación y localización (*tipo de evento, nombre, fecha, hora, latitud, longitud y ubicación*) y parámetros detallados del evento (*dirección, velocidad de transición, velocidad del viento, presión, categoría, categoría máxima, lámina de agua y fuente*). Adicionalmente se tienen campos para la información sobre los principales efectos ocasionados (*pérdida económica, muertos, desaparecidos, heridos, afectados y tiempo de recuperación*). La Tabla 3-5 indica todos los campos asociados al catálogo completo, el cual se presenta en el Anexo ERN-CAPRA-T2-1-5. A manera de guía, la Tabla 3-6 muestra las principales características de la escala Saffir-Simpson.

Tabla 3-5
Campos asociados al catálogo de Huracanes

CAMPO	TIPO DE DATO	OBSERVACIONES
Tipo de evento	Texto	Huracán viento o Huracán Lluvia
Nombre	Texto	Nombre del Huracán
Fecha	Fecha	Fecha de ocurrencia
Hora	Hora	Hora de ocurrencia
Ubicación X	Decimal	Longitud. Disponible en base de datos de trayectorias de huracán
Ubicación Y	Decimal	Latitud. Disponible en base de datos de trayectorias de huracán
Dirección	Entero	Dirección del viento en Grados. Disponible en base de datos de trayectorias de huracán
Velocidad de transición kph	Decimal	Velocidad en Kph. Disponible en base de datos de trayectorias de huracán.
Velocidad del viento	Decimal	Velocidad del viento en kph (para base de datos de trayectoria de

CAMPO	TIPO DE DATO	OBSERVACIONES
		huracán) o Knots (para base de datos de anexo ERN-CAPRA-T2-1-5)
Presión	Decimal	Presión en mb
Categoría	Texto	Categoría según Saffir-Simpson
Categoría Max	Texto	Categoría máxima según Saffir-Simpson
Lámina de agua	Decimal	Lámina de agua en mm (solo para huracán lluvia). No disponible actualmente.
Ubicación	Texto	Nombre del lugar de ubicación del evento
Descripción y Efectos	Texto	Descripción general de las características del evento
Pérdida Económica Directa	Moneda	Disponible actualmente para algunos pocos casos
Pérdida Económica Indirecta	Moneda	No disponible actualmente
Pérdida Económica Consecuencial	Moneda	No disponible actualmente
Muertos	Entero	Disponible actualmente para algunos casos
Desaparecidos	Entero	No disponible actualmente
Heridos	Entero	Disponible actualmente para algunos pocos casos
Afectados	Entero	Disponible actualmente para algunos casos
Tiempo Recuperación (Días)	Entero	No disponible actualmente
Fuente	Texto	Fuente Bibliográfica

Tabla 3-6

Categorías de huracanes en la escala Saffir-Simpson

(Fuente: Fuente: <http://weather.unisys.com/Huracán/index.html>)

Tipo	Categoría	Presión (mb)	Vientos	Vientos	Vientos
			(knots)	(mph)	(kph)
Depresión	TD	-----	< 34	< 39	<63
Tropical Storm	TS	-----	34-63	39-73	63 - 117
Huracán	1	> 980	64-82	74-95	117 - 152
Huracán	2	965-980	83-95	96-110	152 - 176
Huracán	3	945-965	96-112	111-130	176 - 207
Huracán	4	920-945	113-135	131-155	207 - 250
Huracán	5	< 920	>135	>155	> 250

La selección de los huracanes que han afectado a Costa Rica con base en el catálogo de huracanes para toda Centroamérica, se hizo teniendo en cuenta la información encontrada en artículos, estudios, informes y registros, en los cuales se señalen afectaciones directas en el territorio en mención, además de los eventos cuyas trayectorias se incluyan en un área de 200 km aledaña al territorio costarricense. La base de datos de Costa Rica cuenta con 27 eventos en total, de los cuales 15 hacen referencia a huracanes clasificados como huracanes viento, 11 a eventos clasificados como huracanes lluvia y uno clasificado en las 2 categorías. Los huracanes viento ocurrieron entre 1855 y 2005 y los huracanes lluvia en el

periodo comprendido entre 1958 y 2001. Estas clasificaciones fueron establecidas dependiendo del tipo de impacto que los fenómenos hayan presentado en la región. Los eventos analizados van desde tormentas tropicales hasta huracanes de categoría 5, de acuerdo con la escala de Saffir-Simpson.

La Figura 3-19 presenta la ubicación relativa de los huracanes incluidos en la base de datos. El plano generado en un tamaño mayor, con escala y convenciones completas se presenta en el Anexo ERN-CAPRA-T2-1-6.

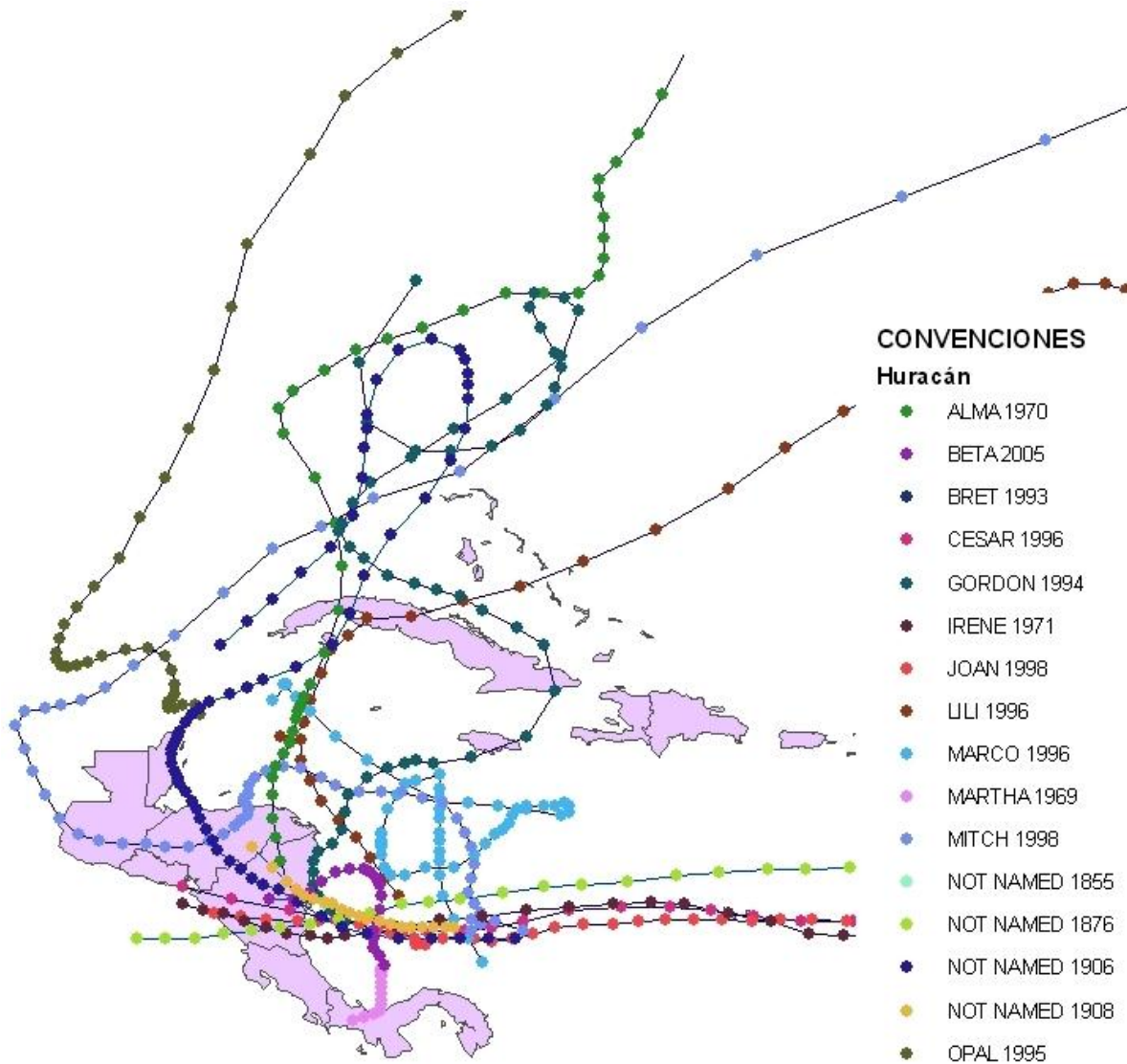


Figura 3-19
Mapa de Huracanes que han afectado Costa Rica

3.3.1 Curvas estadísticas

Las gráficas que se presentan a continuación muestran la distribución temporal de los eventos por huracán, al igual que la frecuencia de ocurrencia de los eventos contenidos en el catálogo. La Figura 3-20 ilustra el número de huracanes viento por año para el periodo comprendido entre 1855 y 2005.

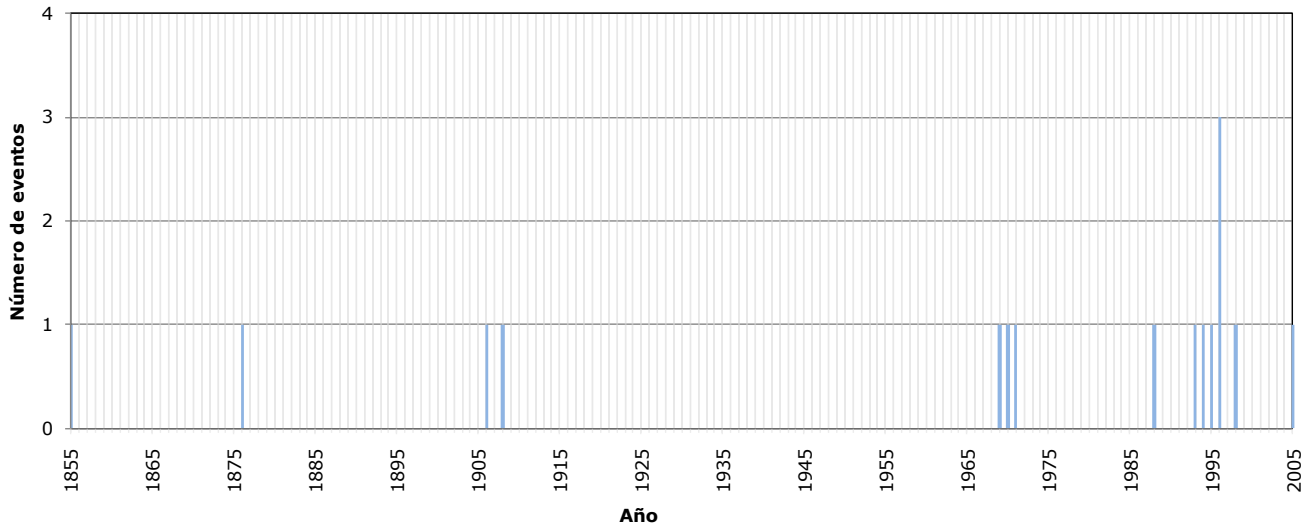


Figura 3-20
Número de huracanes viento para cada año, registrados en Costa Rica durante todo el periodo de análisis

La Figura 3-21 muestra la distribución de eventos por década. La mayor ocurrencia de eventos tuvo lugar entre 1995 y 2005, de acuerdo con el catálogo disponible.

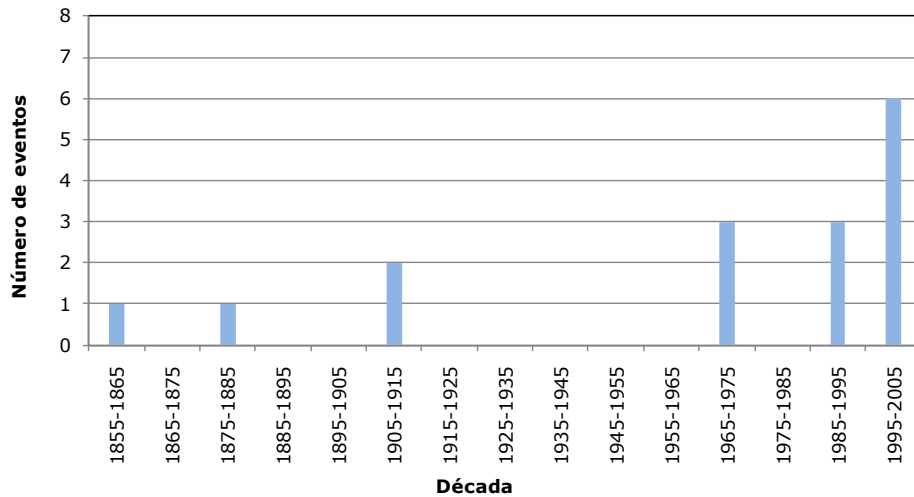


Figura 3-21
Número de huracanes viento por década, registrados en Costa Rica para todo el periodo de análisis

La Figura 3-22 indica el número de eventos por huracán viento que sobrepasa o iguala cada categoría de la escala Saffir-Simpson. La mayor cantidad de eventos está en las categorías 1 y 3.

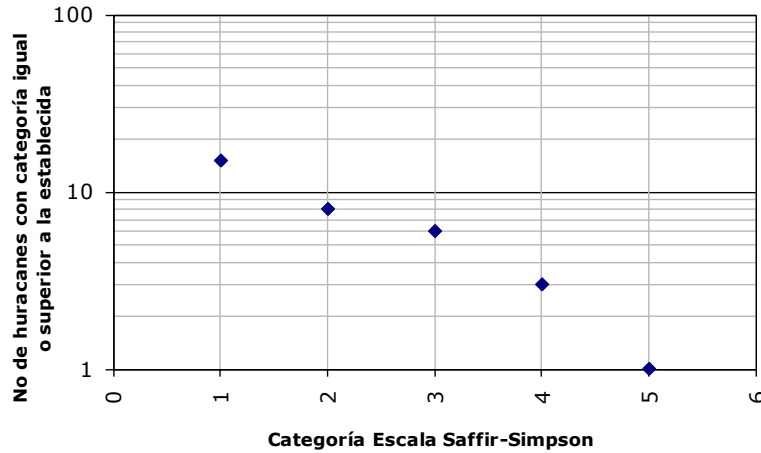
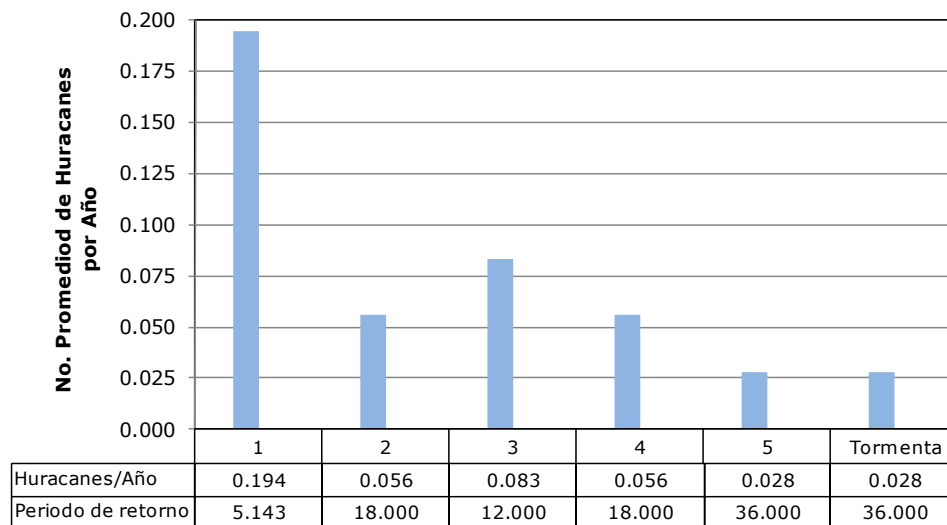


Figura 3-22
Curva de frecuencia de huracanes viento para Costa Rica

Por otro lado, la frecuencia de ocurrencia por huracán en función de la categoría del mismo se observa en la Figura 3-23. Debido a que hay una continuidad mayor en los registros a partir de 1969, el periodo tenido en cuenta para obtener los valores de frecuencia (huracanes por año) es el lapso que va desde 1969 a 2005. De acuerdo con las estadísticas de los eventos del catálogo, el valor promedio de huracanes viento por año es de 0.074, lo que significa que en promedio se presenta un huracán viento cada 13.5 años.



	1	2	3	4	5	Tormenta
Huracanes/Año	0.194	0.056	0.083	0.056	0.028	0.028
Periodo de retorno	5.143	18.000	12.000	18.000	36.000	36.000

Categoría Escala Saffir-Simpson

Figura 3-23

Número de huracanes viento por año para cada categoría según la escala Saffir-Simpson - Costa Rica (periodo de 1969 a 2005)

Las gráficas que se presentan a continuación muestran la distribución temporal de los eventos por huracán lluvia, al igual que la frecuencia de ocurrencia de los eventos contenidos en el catálogo. La Figura 3-24 ilustra el número de huracanes lluvia por año para el periodo comprendido entre 1958 y 2001.

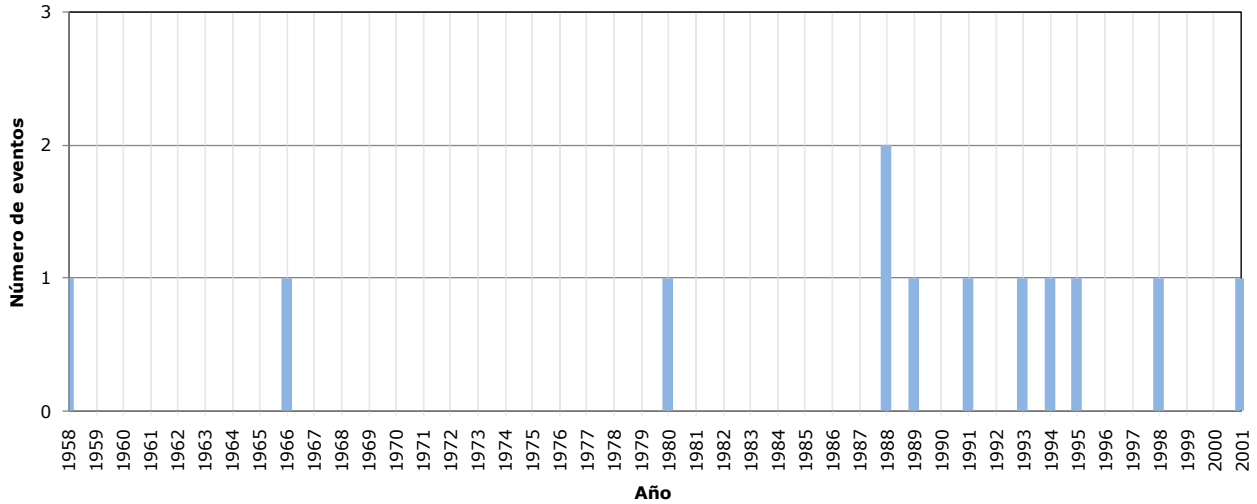


Figura 3-24
Número de huracanes lluvia para cada año, registrados en Costa Rica durante todo el periodo de análisis

La Figura 3-25 muestra la distribución de eventos por década. La mayor ocurrencia de eventos tuvo lugar entre 1988 y 1998, lo cual coincide con el periodo de predominancia de huracanes por viento.

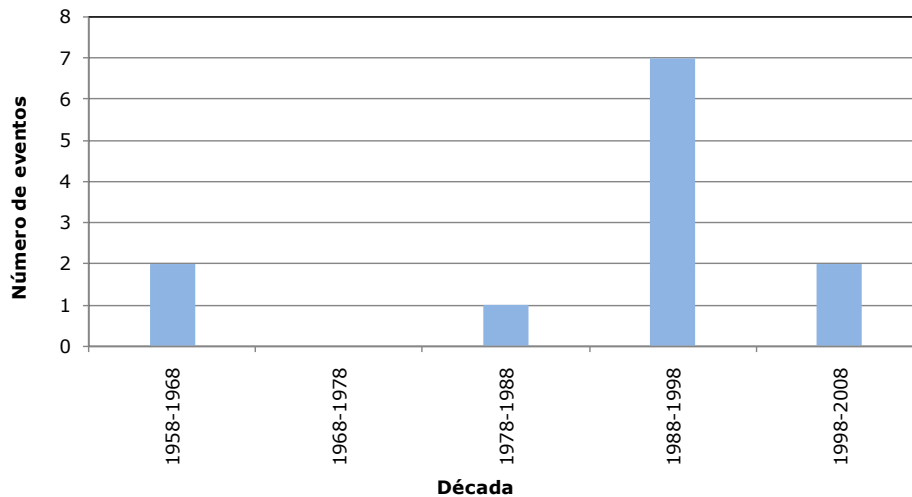


Figura 3-25
Número de huracanes lluvia por década, registrados en Costa Rica para todo el periodo de análisis

La Figura 3-26 indica la frecuencia de los eventos por huracán lluvia en función de la categoría en la escala Saffir-Simpson.

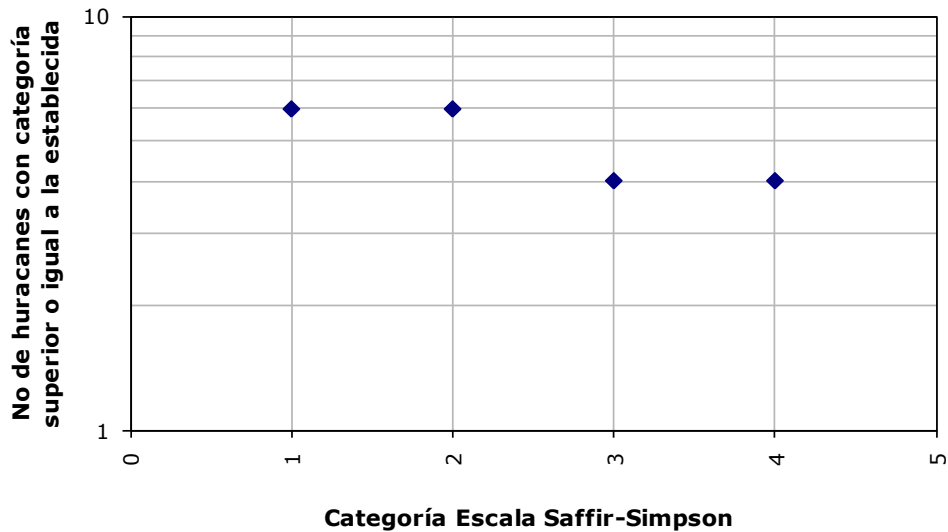
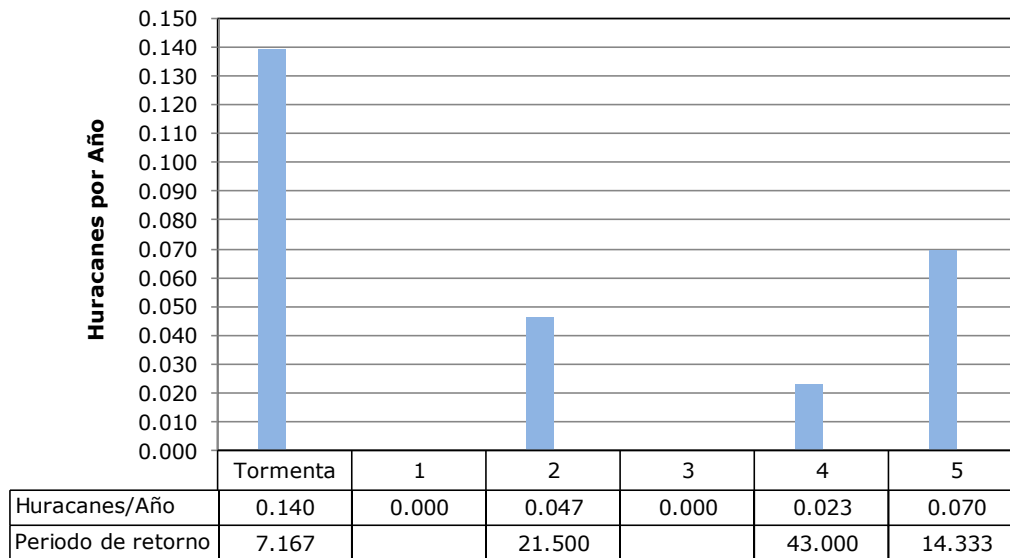


Figura 3-26
Curva de frecuencia de huracanes lluvia para Costa Rica

Por otro lado, la frecuencia de ocurrencia por huracán en función de la categoría del mismo se observa en la Figura 3-27. Al igual que en el análisis de huracanes viento, estos registros presentan instrumentación completa, razón por la cual el periodo tenido en cuenta para obtener los valores de frecuencia (huracanes por año), es el lapso total, 1958 – 2001. De esta puede observarse que la mayor cantidad de eventos está en la categoría de tormenta tropical. Finalmente, según los datos de huracanes lluvia por año, es posible establecer que el valor promedio de eventos en el lapso de un año es de 0.047 o sea que en promedio se presenta un huracán lluvia cada 21 años.



Categoría Escala Saffir-Simpson

Figura 3-27

Número de huracanes lluvia por año para cada categoría según la escala Saffir-Simpson - Costa Rica (periodo de 1958 a 2001)

Los huracanes seleccionados para Costa Rica se presentan en la Tabla 3-7. En el numeral siguiente se presenta un resumen general de algunos de los eventos más importantes que han afectado el territorio Costarricense.

Tabla 3-7
Reportes de daños por Huracán en Costa Rica

NOMBRE	AÑO	PERDIDAS DIRECTAS (MILLONES DE DOLARES)	MUERTOS	HERIDOS	AFECTADOS
Alma	1970	-	-	-	-
Cesar	1996	60	26	12	-
Gordon	1994	-	-	-	-
Irene	1971	-	-	-	-
Joan	1988	40,000	188	-	150,000
Lili	1996	-	3	-	-
Marco	1996	-	12	-	-
Martha	1969	-	-	-	-
Mitch	1998	53,775	7	-	-
Opal	1995	-	35	-	150,000
Tropical storm Bret	1993	-	10	-	35,000
Gilbert	1958	-	-	-	-
Tropical storm Hyacinthe	1966	-	-	-	-
Johan	1980	-	-	-	-
Tropical storm	1988	-	32	-	-
Tropical storm	1988	-	14	-	-
Tropical storm Gert	1989	-	5	-	-
Tropical storm	1991	-	4	-	-
Roxana	1993	-	-	-	-
Floyd	1995	-	-	-	-
Michelle	1998	-	-	-	-
Tropical storm	2001	-	-	-	-

3.3.2 Eventos históricos importantes

Los huracanes acompañados por las inundaciones y los deslizamientos asociados son los desastres naturales más frecuentes y de mayor impacto en Centro América, muchas veces afectan solo una región pequeña, pero pueden causar efectos de gran consideración. En Costa Rica con el paso del huracán Mitch para el periodo que va del 21 al 30 de octubre de 1998, el litoral Pacífico central fue uno de los lugares más afectados por el fenómeno, mientras que la vertiente caribeña permaneció seca. En la primera se midieron precipitaciones de 400 y 800 mm, mientras que en la segunda la precipitación alcanzó solo 15 mm. Este evento en Costa Rica afectó un total de 16.500 personas, 5.500 personas evacuadas a 99 albergues instalados en 14 días, 740 viviendas destruidas o anegadas, 30 ríos y quebradas desbordadas, 74 tramos de vías afectadas, 36 puentes, 12 acueductos, 39 instituciones educativas y 14 personas entre muertos y desaparecidos.

A continuación se presenta la descripción de los principales efectos de algunos de los huracanes más importantes del área Centroamericana.

Huracán Joan (1988)

Joan permaneció como una tormenta bien organizada mientras se movió sobre las llanuras de Nicaragua, a través de la parte norte del lago Nicaragua, sobre Managua, y hacia la costa

del Pacífico al sur de la ciudad de León, en Nicaragua. Para cuando el huracán Joan abandonó el territorio de Nicaragua se había degradado a tormenta tropical antes de entrar en el Océano Pacífico el 23 de octubre. Cuando Joan llegó al Océano Pacífico fue nombrada Miriam y se movió cerca de las costas de El Salvador y la costa Pacífica de Guatemala, antes de girar hacia el suroeste, disipándose a unas 300 millas náuticas al sur de Acapulco, México, el 28 de octubre (OFDA)². En Costa Rica hubo 188 víctimas y 150.000 personas afectadas.

Huracán Gert (1993)

Uno de los fenómenos más impresionantes por su fuerza y alcance destructivo en el continente, fue el huracán Gert, que luego de causar importantes daños como tormenta tropical en Costa Rica y otros países, continuó su arrasante camino hacia México. El huracán Gert dejó en Centroamérica, 100 muertos y 200.000 damnificados³.

Huracán Lili (1996)

El día 30 de Septiembre por la mañana, cuando se encontraba a 360 km al Sureste de la Isla de la Juventud, Cuba, la tormenta tropical “Lili” se intensificó a huracán con vientos máximos sostenidos de 120 km/h, rachas de 150 km/h y presión mínima de 986 hPa⁴. Por este fenómeno, se presentaron 3 muertos en Costa Rica. Además, miles de personas quedaron sin casa⁵.

Huracán César (1996)

El huracán César de categoría uno se formó a finales de julio en el Mar Caribe y golpeó a América Central con lluvias. Este huracán a su paso por Centroamérica dejó 60 muertos, 12 heridos y 60 millones de dólares en pérdidas⁶.

En Costa Rica se generaron precipitaciones intensas sobre la vertiente del Pacífico, especialmente en las zonas de Dota, León Cortés, Tarrazú, Pérez Zeledón, Aguirre, Parrita, Buenos Aires, Osa, Golfito, Coto Brus y Corredores. Se presentaron daños en carreteras, caminos y puentes, y hubo afectaciones importantes en los sectores de salud y educación principalmente. Los costos de este evento fueron calculados como el 0.89% de PIB⁷.

Huracán Mitch (1998)

El huracán Mitch fue uno de los huracanes más poderosos y mortales que se han visto en la era moderna, teniendo una velocidad máxima de vientos sostenidos de 290 km/h. Mitch pasó por América Central del 22 de octubre al 5 de noviembre en la temporada de huracanes en el Atlántico de 1998. También causó miles de millones de dólares en pérdidas

² Fuente: <http://weather.unisys.com/hurricane/atlantic/index.html>, [http://www.oas.org/dsd/publications/Unit/oea65s/ch17.htm](http://www.oas.org/main/spanish/http://www.oas.org/dsd/publications/Unit/oea65s/ch17.htm)

³ <http://weather.unisys.com/hurricane/atlantic/index.html>, [http://www.ineter.gob.ni/downloads/mapas/ver%20mapas/lhuracanes.htm](http://www.oas.org/main/spanish/http://www.ineter.gob.ni/downloads/mapas/ver%20mapas/lhuracanes.htm)

⁴ Fuente: Servicio Meteorológico Nacional - México

⁵ Fuente: <http://weather.unisys.com/hurricane/atlantic/index.html>, <http://www.oas.org/main/spanish/>

⁶ Fuente: El Día Sucenos .es - <http://www.eldia.es/2007-08-21/sucenos/sucenos357.htm>

⁷ Fuente: <http://www.mideplan.go.cr/sides/ambiental/32-1.htm>

materiales. La Agencia Interamericana para el Desarrollo informó de 7 muertos en Costa Rica⁸. La Tabla 3-8 y la Tabla 3-9 muestran los valores de pérdidas calculadas y las áreas afectadas para ese país, y la Figura 3-28 es una imagen de satélite del huracán.



Figura 3-28

Imagen satelital de Huracán Mitch

(Fuente: <http://www.snet.gob.cr/UserFiles/SNET/Image/educativa/meteorologia/hu033.jpg>)

Tabla 3-8

Resumen de pérdidas y costos de reconstrucción debidos al paso del huracán Mitch en Costa Rica

(Fuente: Costa Rica: Assessment of the damage caused by hurricane Mitch, 1998, Implications for economic and social development and for the environment)

	Pérdidas totales	Pérdidas Directas	Pérdidas Indirectas	Costos de reconstrucción*
	Miles de US\$			
TOTAL	91,090	53,781	37,314	98,378
SECTORES SOCIALES	3,570	2,932	637	29,755
Vivienda	2,287	2,267	20	20,807
Educación	415	293	121	429
Salud	867	372	496	8,519
INFRAESTRUCTURA	25,096	24,941	161	41,623
Comunicaciones y Transporte	24,123	24,077	52	40,190
Energía	44	43	0.50	43
Saneamiento y Agua	929	821	109	1,390
SECTORES PRODUCTIVOS	62,424	25,908	36,516	27,000
Agricultura y Ganadería	62,424	25,908	36,516	27,000

* Incluye proyectos para mejoramiento de infraestructura, relocalización de viviendas, escuelas y centros de salud.

⁸ Fuente: <http://weather.unisys.com/hurricane/atlantic/index.html>, <http://www.oas.org/main/spanish/>

Tabla 3-9

Área afectada por región, debido al paso del huracán Mitch por Costa Rica

(Fuente: Costa Rica: Assessment of the damage caused by hurricane Mitch, 1998, Implications for economic and social development and for the environment)

REGION	AREA AFECTADA (Ha)	MILLONES DE COLONES
Valle central occidental	14,285	2,048
Pacífico central	1,157	270
Valle central sur	8,025	1,369
Chorotega	3,463	1,415
Valle central oriental	265	244
Brunca	1,746	1,072
TOTAL	28,942	6,418

3.4 Lluvias intensas

Se ha conformado una base de datos con eventos de precipitaciones intensas, a partir de la cual se realiza un análisis estadístico de eventos. Con base en este inventario se generaron curvas de precipitaciones para cada año, eventos por década y por cantón. La base de datos incluye principalmente los eventos para los cuales se dispone de información en páginas de internet, ya que por el nivel de impacto que estas lluvias causaron, en la mayoría de los casos tuvieron la atención de los medios de comunicación del país.

Aunque la información a nivel cuantitativo es bastante limitada, ya que en unos pocos casos se cuenta con datos de mm de agua, los registros obtenidos describen las zonas involucradas y la infraestructura afectada. La mayor parte de los fenómenos con impacto considerable en la zona están relacionados con huracanes que han pasado por Centroamérica, a los frentes fríos (empujes polares), las ondas-vaguadas tropicales, los procesos convectivos y orográficos, la posición sinóptica de la Zona de Convergencia Intertropical y los episodios de El Niño- La Niña/ENOS.

Las fuentes de información fueron la Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria-SEPSA, la CNE, la CEPAL, CAC-CORECA, MAG y CORBANA, al igual que los periódicos de Costa Rica La Nación, La República y El Heraldó. El catálogo de precipitaciones cuenta con campos generales de localización espacial y temporal (*tipo de amenaza, nombre, fecha, hora y ubicación*), datos de propiedades específicas de la precipitación solo para algunos pocos casos (*mm de agua*) y registros de efectos generados por el fenómeno (*pérdida económica, afectados*). La Tabla 3-10 describe todos los campos de la base de datos asociada, la cual se presenta en el Anexo ERN-CAPRA-T2-1-7.

Tabla 3-10
Campos asociados al catálogo de Precipitaciones

CAMPO	TIPO DE DATO	OBSERVACIONES
Tipo de evento	Texto	Precipitación
Nombre	Texto	No aplica para el caso de precipitación
Fecha	Fecha	Fecha de ocurrencia
Hora	Hora	Hora de ocurrencia
Ubicación X	Decimal	Longitud. No disponible actualmente
Ubicación Y	Decimal	Latitud. No disponible actualmente
Lámina de agua	Entero	Profundidad máxima del agua en mm
Ubicación	Texto	Nombre del lugar de ubicación del evento
Descripción y Efectos	Texto	Descripción general de las características del evento
Pérdida Económica Directa	Moneda	Disponible actualmente para algunos pocos casos
Pérdida Económica Indirecta	Moneda	No disponible actualmente
Pérdida Económica Consecuencial	Moneda	No disponible actualmente

CAMPO	TIPO DE DATO	OBSERVACIONES
Muertos	Entero	Disponible actualmente para algunos casos
Desaparecidos	Entero	No disponible actualmente
Heridos	Entero	No disponible actualmente
Afectados	Entero	No disponible actualmente
Tiempo Recuperación (Días)	Entero	No disponible actualmente
Fuente	Texto	Fuente Bibliográfica

La base de datos de precipitaciones cuenta con 34 eventos diferentes que van desde el año 1958 hasta el año 2007. Debido a la falta de información disponible, no se tiene una medida de la intensidad que tuvieron la mayoría de los eventos del catálogo, lo que limita en gran medida los análisis estadísticos que se puedan realizar. La Figura 3-29 muestra los eventos de precipitación asociados a cada cantón del país. El mapa completo se presenta en el Anexo ERN-CAPRA-T2-1-8.

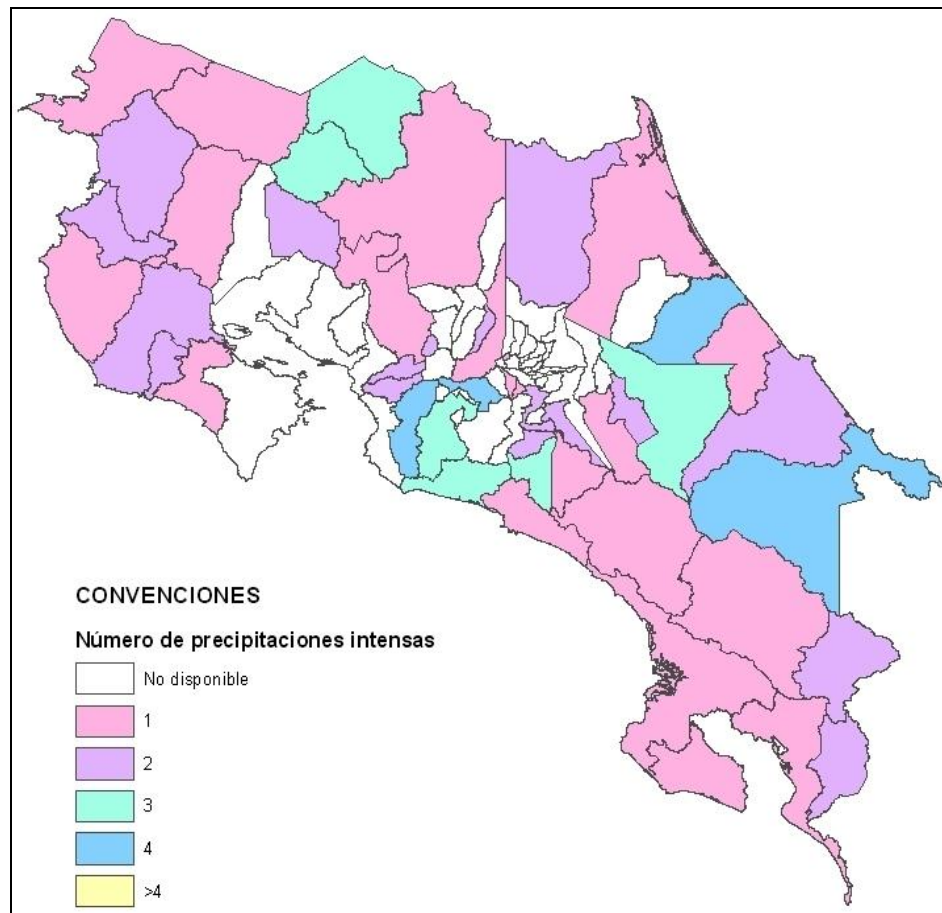


Figura 3-29
Precipitaciones Intensas por Cantón para Costa Rica

3.4.1 Curvas estadísticas

Las gráficas que se presentan a continuación fueron obtenidas del catálogo conformado para eventos de precipitaciones importantes. La Figura 3-30 ilustra el número de eventos para cada año en el periodo de análisis (1958 a 2007). Se observa que la mayor cantidad de eventos ha sido reportada desde 1989 hasta el presente, lo que indica una mayor instrumentación y sistema de alertas para este tipo de fenómenos.

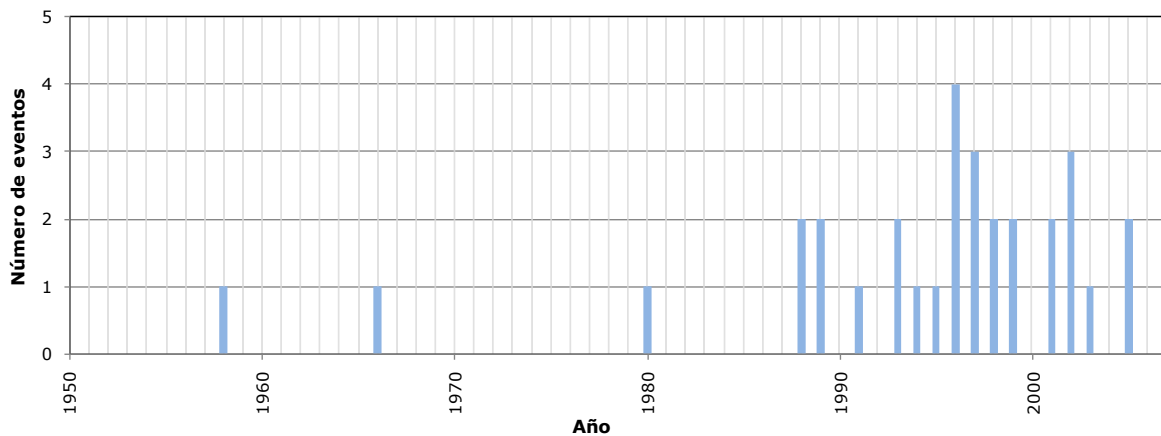


Figura 3-30
Número de precipitaciones para cada año registradas en Costa Rica entre 1950 a 2007

La Figura 3-31 muestra el número de eventos por década.

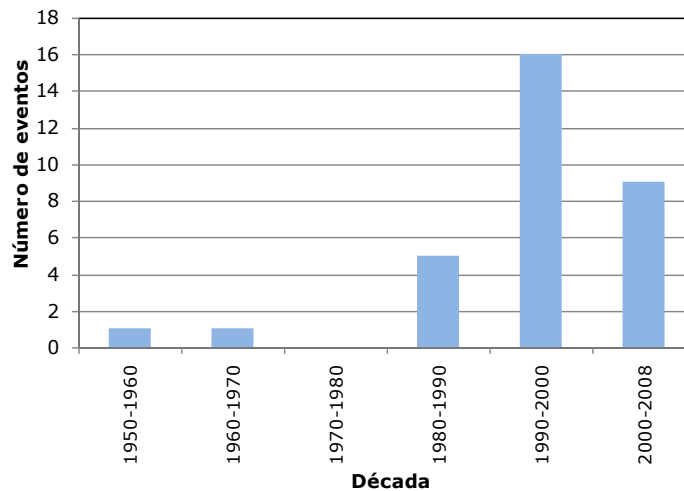


Figura 3-31
Número de precipitaciones de gran impacto por década registradas en Costa Rica entre 1950 a 2007

La Figura 3-32 presenta la distribución de eventos por cantón. El mayor número de eventos reportados es para el cantón de Abangares, con 21 registros. Le siguen con un número mucho más reducido los cantones de Mora, Siquirres, Talamanca y Turrubares.

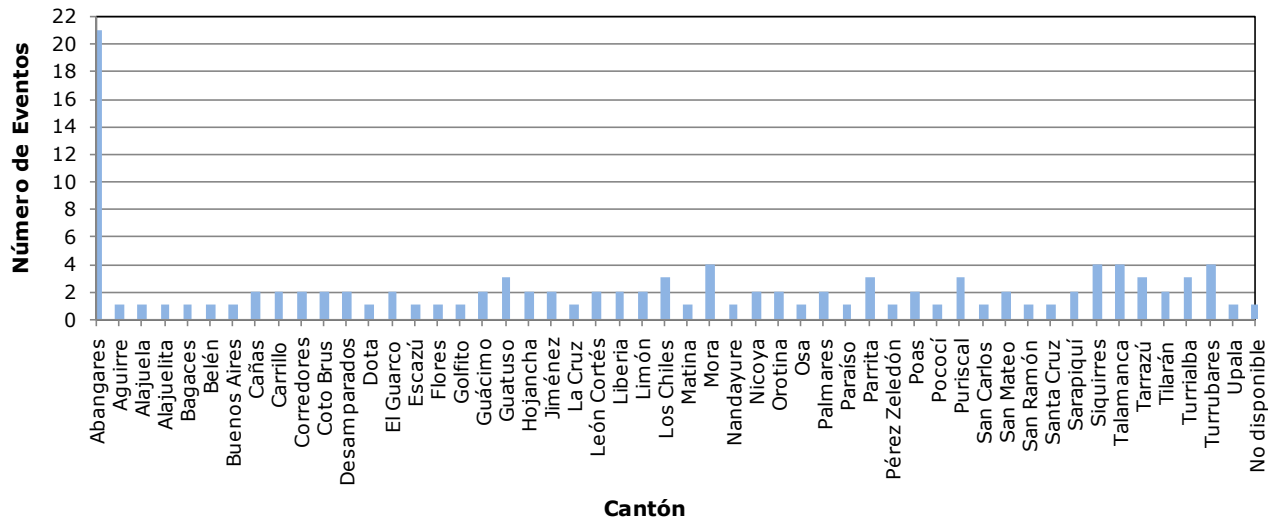


Figura 3-32

Número de precipitaciones de gran impacto por Cantón en Costa Rica entre 1950 a 2007

Finalmente, la Tabla 3-11 muestra algunos datos de los eventos contenidos en el catálogo. Debido a que las precipitaciones intensas están asociadas directamente con inundaciones, más adelante se hace referencia a eventos que producen este tipo de consecuencias.

Tabla 3-11

Pérdidas humanas por precipitaciones intensas en Costa Rica

Fecha	Lugar	Muertos
1958	-	-
1966	-	-
1980	-	-
/10/1988	Todo el país	32
/9/1988	Vertientes del Pacífico y el Caribe	14
/11/1989	Vertiente del Caribe	5
/6/1989	Vertiente del Caribe	-
/10/1991	Vertiente del Caribe, Turrialba	4
/12/1993	Limón, Pococí, Siquirres, Matina, Talamanca, Sarapiquí, Jiménez, Turrialba, Paraíso	-
/9/1993	Cantones zona sur	-
/11/1994	Todo el país	-
/11/1994	-	-

Fecha	Lugar	Muertos
/10/1995	Guanacaste	-
/10/1996	Todo el país	-
/2/1996	Turrialba, Sarapiquí, Limón, Siquirres, Matina, Guácimo, Talamanca	-
/7/1996	Dota, León Cortés, Tarrazú, Pérez Zeledón, Aguirre, Parrita, Buenos Aires, Osa, Golfito, Coto Brus, Corredores	-
26/6/1996	Buenos Aires, Osa, Golfito, Coto Brus, Corredores	-
1997	Norte del país	-
/11/1997	San Carlos, Guatuso, Pococí, Siquirres, Matina, Guácimo, Sarapiquí.	-
/5/1997	-	-
/10/1998	-	-
/7/1998	Cantón de Paraíso de Cartago	-
/11/1999	Paraíso, Jiménez, Turrialba Provincia de Limón, Sarapiquí	-
/9/1999	-	-
/10/2001	Provincia de Guanacaste, excepto Bagaces y Abangares, Palmares, San Mateo, Orotina, San Ramón, Poás, Escazú, Mora, Puriscal, Turrubares, Dota, León Cortés, Tarrazú y Pérez Zeledón	-
/12/2001	San Carlos, Upala, Los Chiles, Guatuso, Turrialba, El Guarco, Sarapiquí, Tilarán, toda la provincia de Limón	-
/10/2002	-	-
/12/2002	-	-
/5/2002	-	-
/12/2003	-	-
/1/2005	-	-
21/10/2005	-	-
/5/2006	-	-
13/6/2007	Alajuelita, Belén, Flores, Desamparados, Alajuela	-

3.5 Inundaciones

La base de datos de inundaciones sirve a su vez de elemento base para el análisis estadístico de eventos. A partir de este catálogo se generaron gráficas de eventos por año, por década, por cantón y gráficas de inundaciones por año en función del área afectada, la duración y la clase de severidad.

Los datos han sido tomados de documentos y estadísticas del CNE, del EM-DAT y del Atlas de Información Territorial para el Desarrollo Sostenible y la Reducción del Riesgo. La base de datos cuenta con campos de identificación y localización (*tipo de amenaza, nombre, fecha, hora, latitud y longitud*) y parámetros detallados del evento (*río, altura, velocidad, región afectada, duración, clase de severidad, causa principal y fuente*). La Tabla 3-12 indica todos los campos asociados al catálogo completo, el cual se presenta en el Anexo ERN-CAPRA-T2-1-9.

Tabla 3-12
Campos asociados al catálogo de Inundaciones

CAMPO	TIPO DE DATO	OBSERVACIONES
Tipo de evento	Texto	Inundación
Nombre	Texto	No aplica para el caso de inundación
Fecha	Fecha	Fecha de ocurrencia
Hora	Hora	Hora de ocurrencia
Ubicación X	Decimal	Longitud. Disponible para algunos casos
Ubicación Y	Decimal	Latitud. Disponible para algunos casos
Río	Texto	Río o ríos involucrados
Altura	Decimal	No disponible actualmente
Velocidad	Decimal	No disponible actualmente
Región afectada	Entero	Área de afectación en km ² . Disponible para algunos pocos casos
Duración	Entero	Duración en días (disponible para algunos casos)
Clase de severidad	Entero	Nivel de severidad dado por la clasificación del Atlas Regional de Amenazas Naturales en América Central. Va del 1 al 3 (ver Tabla 3-13). Disponible para algunos casos.
Causa principal	Texto	Efecto detonante
Ubicación	Texto	Nombre del lugar de ubicación del evento
Descripción y efectos del evento	Texto	Descripción general de las características del evento
Pérdida Económica Directa	Moneda	Disponible actualmente para algunos pocos casos

CAMPO	TIPO DE DATO	OBSERVACIONES
Pérdida Económica Indirecta	Moneda	No disponible actualmente
Pérdida Económica Consecuencial	Moneda	No disponible actualmente
Muertos	Entero	Disponible actualmente para algunos casos
Desaparecidos	Entero	No disponible actualmente
Heridos	Entero	Disponible actualmente para algunos casos
Afectados	Entero	Disponible actualmente para algunos casos
Tiempo Recuperación (Días)	Entero	No disponible actualmente
Fuente	Texto	Fuente Bibliográfica

La Tabla 3-13 muestra la clasificación para la clase de severidad de las inundaciones dada por el Atlas Regional de Amenazas Naturales en América Central, la cual es un parámetro incluido en la base de datos conformada para este tipo de eventos (ver Anexo ERN-CAPRA-T2-1-9).

Tabla 3-13
Clase de severidad para las inundaciones

(Fuente: <http://atlas.snet.gob.sv/atlas/files/Inundaciones/HistorialInundacionesCA.html>)

CLASE DE SEVERIDAD	NIVEL DE IMPACTO	FRECUENCIA
1	Eventos de Inundaciones Grandes. Daños significativos a estructuras o agricultura. Generación de fatalidades.	1-2 décadas
2	Eventos muy Grandes. Daños de afectación colectiva.	Intervalo de repetición mayor que 20 años pero menor que 100 años.
3	Eventos Extremos. Daños masivos en la infraestructura. Número muy alto de fatalidades.	Intervalo estimado de recurrencia mayor que 100 años

El catálogo de inundaciones para Costa Rica cuenta con 113 eventos en total registrados desde 1861 al año 2007, aunque la mayor cantidad de valores reportados está en el periodo comprendido entre 1950 a 2007. Los valores promedio de inundaciones por año son de 0.857 en función de la región afectada, de 0.702 en función de la duración y de 1.615 en función de la clase de severidad. La Figura 3-33 muestra el número de inundaciones que se tienen registradas por cantón. En el Anexo ERN-CAPRA-T2-1-10 se presenta el mapa completo, incluyendo convenciones y nombre de cantones.

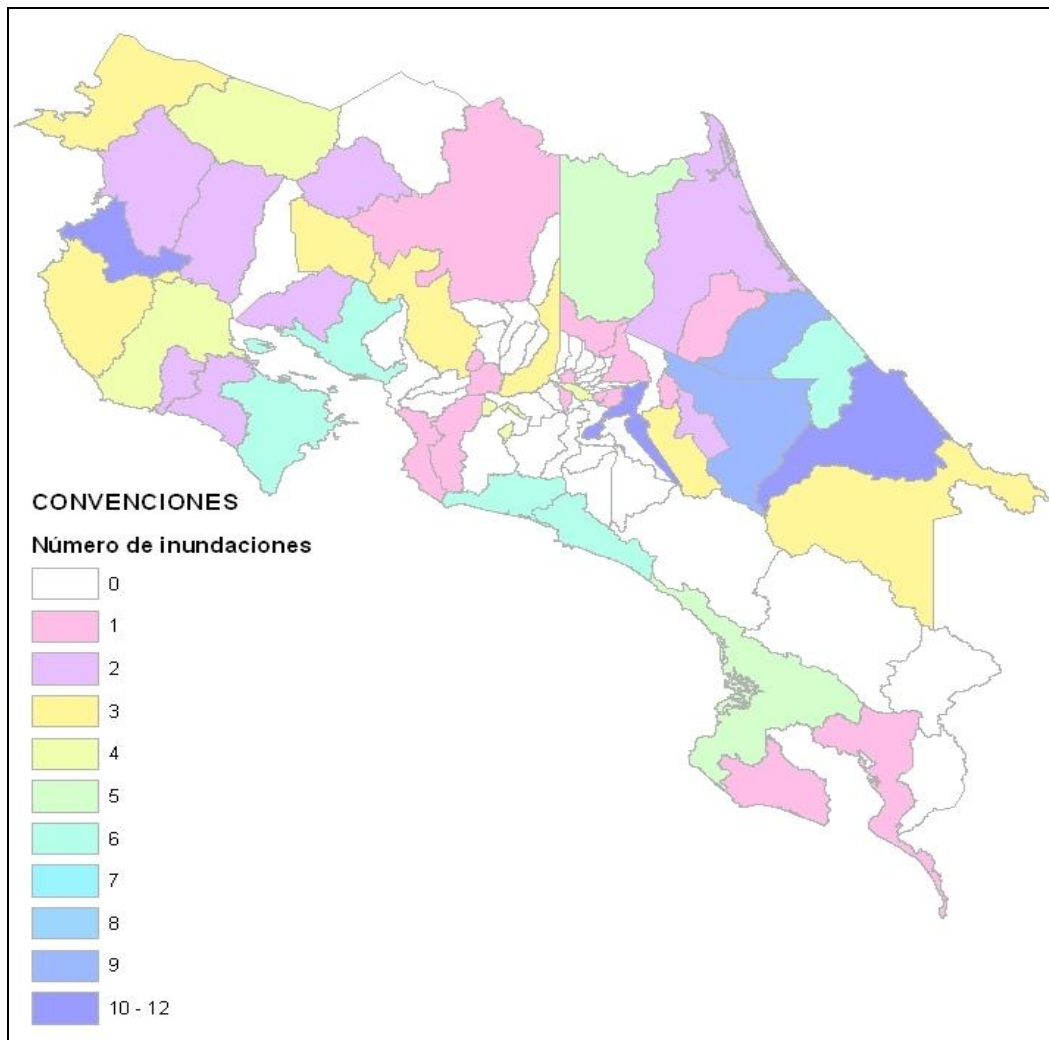


Figura 3-33
Número de inundaciones por Cantón para Costa Rica

3.5.1 Curvas estadísticas

Las siguientes curvas presentan el análisis que se realizó utilizando datos disponibles para inundaciones. La Figura 3-34 indica el número de eventos de inundación para cada año. Se observa que la mayor parte de los datos se encuentra en el periodo posterior a 1949, de lo cual se infiere que hubo un sistema de detección de inundaciones más eficaz para este lapso de tiempo. La Figura 3-35 muestra en detalle el periodo en mención (1949 – 2007).

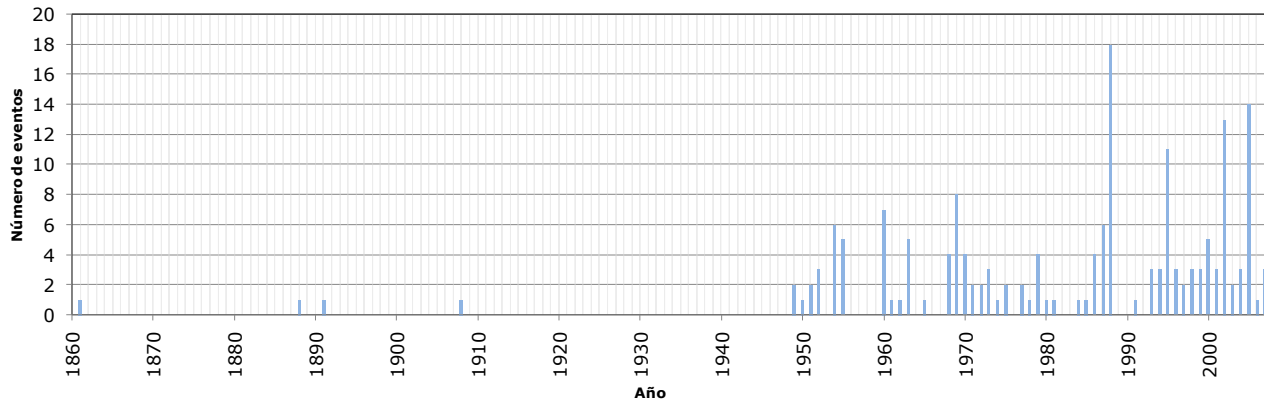


Figura 3-34
Número de inundaciones para cada año registradas en Costa Rica durante todo el periodo de análisis

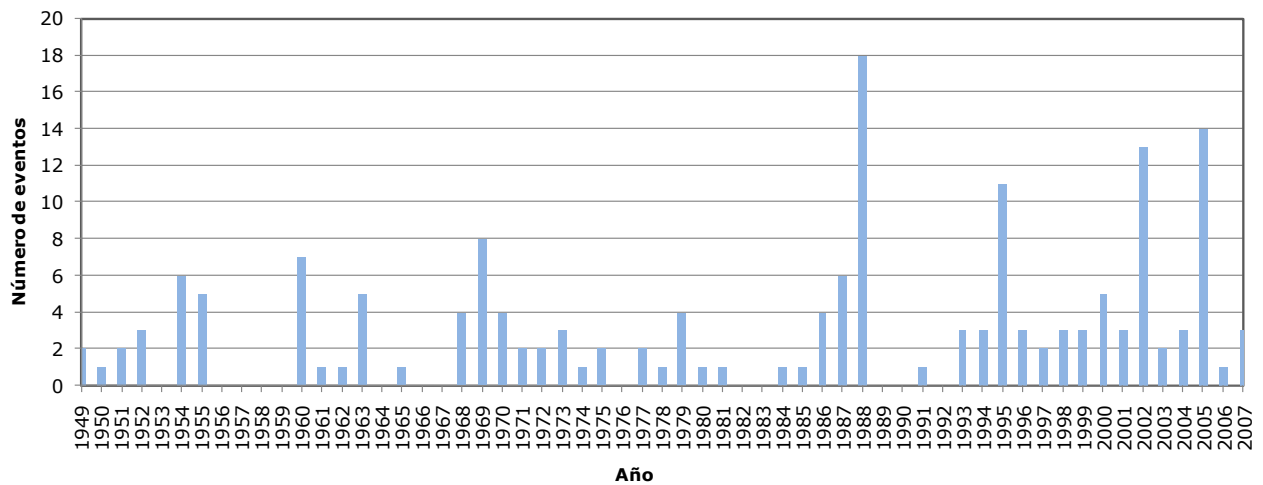


Figura 3-35
Número de inundaciones para cada año registradas en Costa Rica para el periodo de 1949 a 2007

La Figura 3-36 presenta el número de eventos por década.

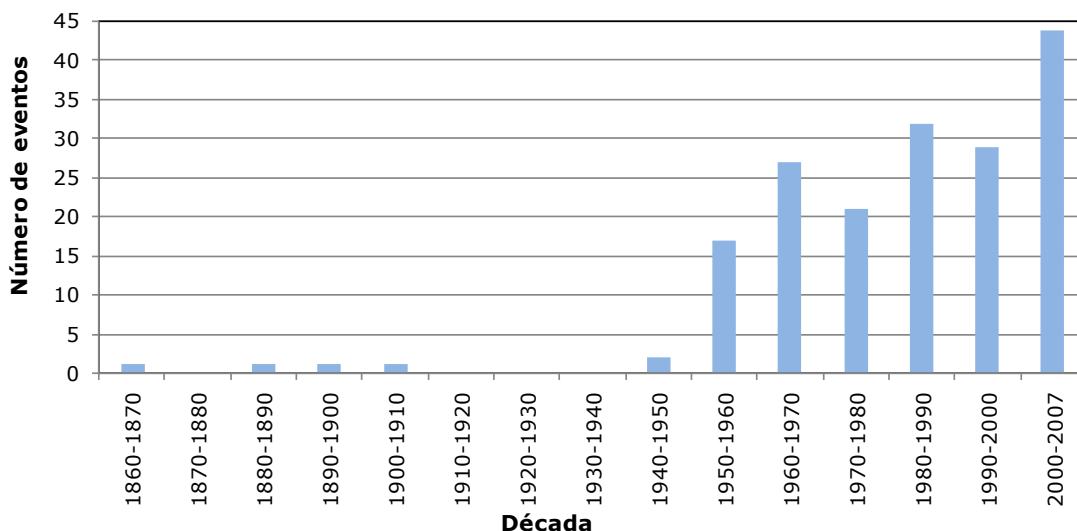


Figura 3-36
Número de inundaciones por década registradas en Costa Rica

La Figura 3-37 muestra el número de eventos clasificados por cantón. Se observa que los cantones más afectados son Limón, Cartago y Carrillo con 12, 11 y 10 eventos, respectivamente.

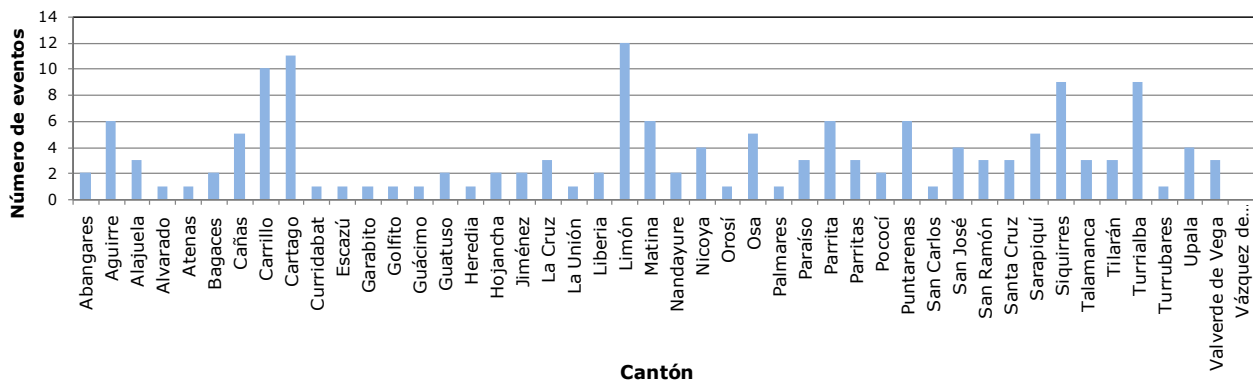
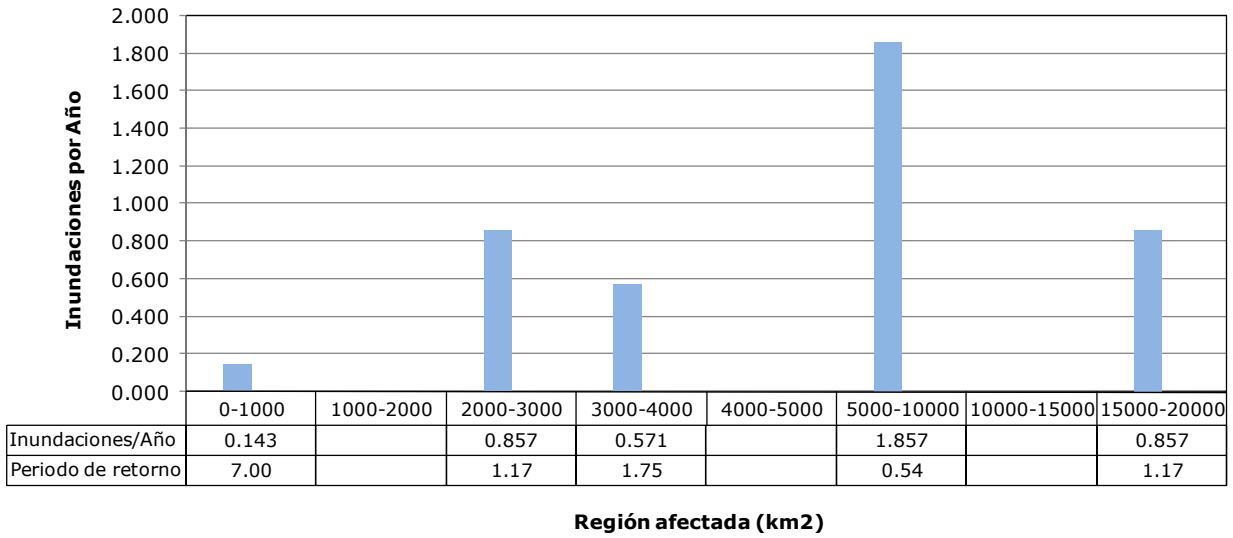


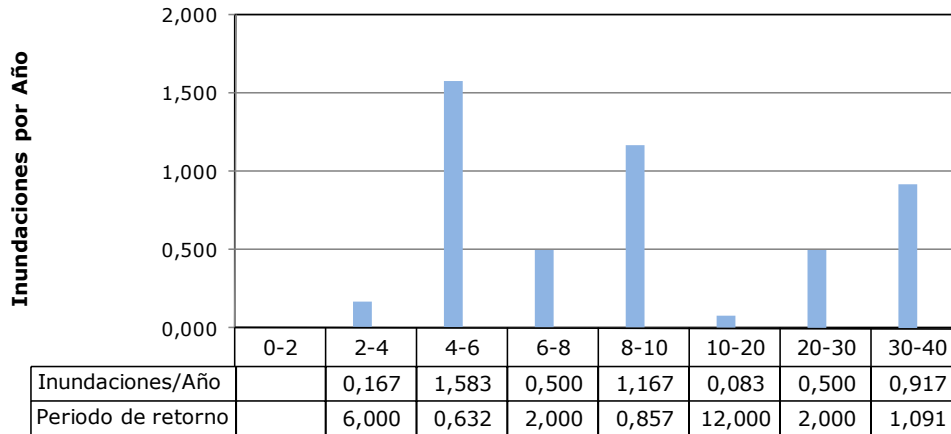
Figura 3-37
Número de inundaciones por Cantón en Costa Rica

La Figura 3-38 a la Figura 3-40 presentan el número de sismos por año en función de la región afectada, la duración y la clase de severidad. En todos los casos los lapsos de tiempo tenidos en cuenta para la obtención de los resultados fue el definido por la distribución de los datos disponibles. Así, para cada variable se tiene un intervalo de tiempo diferente.



Periodo analizado: 7 años (últimos años)

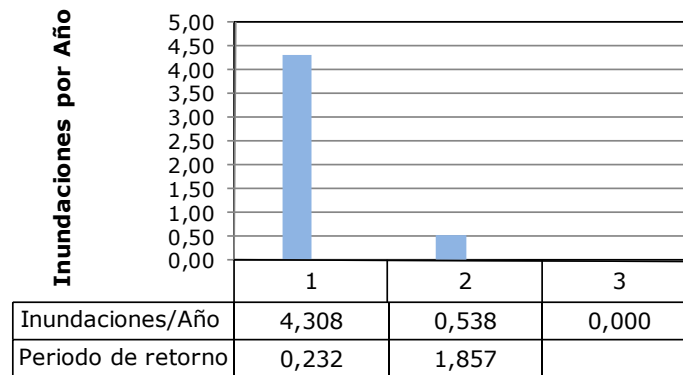
Figura 3-38
Inundaciones por año para cada extensión de área afectada - Costa Rica



Periodo analizado: 12 años (últimos años)

Duración (días)

Figura 3-39
Inundaciones por año para cada duración del fenómeno - Costa Rica



Clase de Severidad

Periodo analizado: 13 años (últimos años)

Figura 3-40
Inundaciones por año para cada clase de severidad - Costa Rica

Para algunas de las inundaciones más importantes se tienen datos sobre pérdidas, muertos, heridos y afectados. Dicha información se muestra en la Tabla 3-14. En el siguiente numeral se hace un resumen de los eventos históricos por inundación más relevantes.

Tabla 3-14
Pérdidas económicas y humanas por inundaciones en Costa Rica

Fecha	Pérdida Económica Directa (millones US\$)	Muertos	Heridos	Afectados
30/12/1888	-	5	-	-
22/10/1891	-	5	-	-
7/12/1949	-	-	-	500
14/10/1951	-	-	-	2,000
30/12/1952	-	21	-	-
18/10/1954	-	-	-	3,000
30/10/1960	-	4	-	-
21/6/1961	-	5	19	-
13/3/1963	-	-	-	750
01/11/1963	-	-	-	50
9/12/1963	-	-	-	5,000
17/12/1963	-	7	-	-
28/6/1968	-	2	-	-
29/7/1968	-	97	-	-
7/10/1969	-	2	13	-
7/10/1969	-	2	13	-
7/10/1969	-	1	-	-
7/10/1969	-	2	-	-
10/4/1970	-	2	-	-

Fecha	Pérdida Económica Directa (millones US\$)	Muertos	Heridos	Afectados
2/10/1972	-	2	-	-
30/8/1973	-	-	-	1,993
23/10/1978	-	4	7	-
8/6/1979	-	-	-	400
20/10/1979	-	-	-	15
20/10/1979	-	3	-	-
18/12/1980	-	2	-	-
7/9/1981	-	1	-	20
1987	-	1	-	-
1987	-	3	-	-
30/1/1988	-	1	-	2,500
1/2/1988	-	1	-	-
3/2/1988	-	1	-	-
11/2/1988	-	-	-	200
11/2/1988	-	-	-	745
11/2/1988	-	-	-	2,488
1988	-	3	-	-
1988	-	-	-	1,500
20/7/1988	-	-	-	72
23/11/1993	-	9	-	38,451
11/4/1994	3.00	2	-	2,556
1995	6.30	-	-	22,500
1996	-	5	-	4,000
07/2/1996	-	9	-	5,000
24/10/1998	-	11,000	-	2'000,000
24/9/1999	1.00	9	-	9,993
01/10/2000	-	14	-	10,621
01/10/2000	-	14	-	10,621
19/10/2001	-	-	-	1,437
26/10/2001	18	19	-	27'118,340
23/11/2002	-	8	-	7,000
06/5/2002	-	-	-	5,600
12/12/2003	-	1	-	2,500
01/11/2004	-	-	-	1,000
10/5/2004	-	1	-	1,800
11/1/2005	25.00	4	-	15,000
18/9/2005	-	1	-	865
20/9/2007	-	-	-	12,500
10/12/2007	80	19	-	12,000

3.5.2 Eventos Históricos Importantes

A continuación se hace un breve recuento de los principales eventos históricos asociados a fenómenos de inundaciones. Las siguientes, son las inundaciones causadas por huracanes:

Huracán Johan (1988)

En Costa Rica hubo 28 víctimas y 120000 personas afectadas⁹.

Huracán Mitch (1998)

Las muertes ocasionadas por las catastróficas inundaciones lo hicieron el segundo huracán más mortífero del Atlántico. Cerca de 11,000 personas murieron y alrededor de 8,000 permanecían desaparecidas a finales de 1998. Las inundaciones causaron daños extremos, estimados en 5 mil millones de dólares (1998 US\$, 6 mil millones 2006 US\$).

El Huracán Mitch generó lluvias torrenciales, de difusión geográfica, con prolongación e intensidad de moderada a fuerte (200 mm y 600 mm de lluvia en un periodo de 13 días entre el 25 de octubre y el 6 de noviembre) al final de la época de lluvia de 1998, cuando los suelos se encontraban saturados. La lluvia recibida en estas áreas fue burdamente equivalente a la precipitación promedio recibida en el periodo de un año¹⁰.

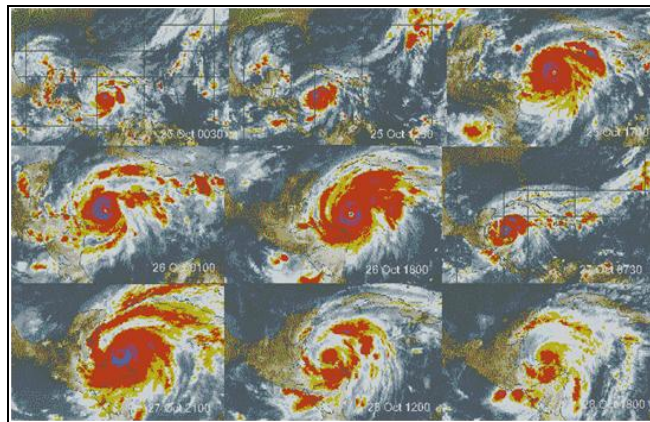


Figura 3-41

Imagen satelital del desarrollo progresivo del huracán Mitch en Centroamérica

(Fuente: <http://www.mayaparadise.com/news/huracans.htm>)

Cuando el huracán Mitch atacó a Centroamérica en 1998, el saldo estimado fue de 11.000 muertes, la destrucción del 95% de los cultivos en algunos países, el desplazamiento de la mitad de la población de Honduras y daños económicos por valor de 4.000 millones de dólares en ese país (una tercera parte de su PIB). La deforestación fue un importante factor que contribuyó a esas pérdidas desastrosas, teniendo en cuenta que las laderas se vinieron abajo en desprendimientos de lodo e inundaciones, destruyendo hogares, fincas, carreteras y puentes¹¹.

⁹ Fuente: <http://weather.unisys.com/hurricane/atlantic/index.html>, [http://www.oas.org/dsd/publications/Unit/oea65s/ch17.htm](http://www.oas.org/main/spanish/http://www.oas.org/dsd/publications/Unit/oea65s/ch17.htm)

¹⁰ Fuente: Atlas de Información Territorial y Desarrollo Sostenible para la Reducción del Riesgo

¹¹ Fuente: Atlas de Información Territorial y Desarrollo Sostenible para la Reducción del Riesgo

A continuación se hace un recuento de las inundaciones más importantes ocurridas en Costa Rica, entre 1995 y 2007.

Inundaciones de 1995

A lo largo de este año fueron atendidas en todo el país 61 inundaciones y 21 deslizamientos, generados por la gran cantidad de lluvia que cayó sobre Costa Rica. Las inundaciones representaron el 54 por ciento de las emergencias atendidas, mientras que los deslizamientos el 18 por ciento. Tal es el caso del cantón de Desamparados, el cual fue declarado en emergencia nacional ante la gravedad de los daños provocados por el desbordamiento del río Cucubres. Otro ejemplo se presentó la provincia de Guanacaste, la cual fue azotada por los aguaceros. Producto de esta situación fue el desbordamiento de los ríos, que dejó pérdidas en las siembras de caña.

El periodo de lluvias riguroso (aprox. mayo-noviembre) de ese año fue debido a la variación periódica y global del clima conocida como El Niño-Oscilación del Sur (ENOS). En su retirada, el proceso natural causó anomalías o porcentajes significativos en la precipitación en la mayor parte del territorio Costarricense.

Inundaciones de 1998

En los cantones guanacastecos de Carrillo, Santa Cruz y Cañas hubo decenas de fincas y parcelas en producción, convertidas en lagunas; puentes en mal estado, caminos destruidos, acueductos dañados, casas arrasadas y al menos 30 inhabitables. El total de afectados fue aproximadamente de 4.472. Las lluvias caídas constituyeron la emergencia más importante que se presentaba en Guanacaste en los últimos 27 años, ya que el promedio de lluvia llegó a 89,9 milímetros¹².

Se presentó la evacuación de 40 personas y daños en 12 casas de la comunidad de Río Azul de La Unión por el desbordamiento del Río azul. En la zona sur, las fuertes lluvias desbordaron el sistema de alcantarillado e inundaron las calles y algunos comercios del centro de Quepos.

Igualmente, las inundaciones debidas al huracán Mitch causaron un gran impacto en territorio Costarricense.

Inundaciones de 1999

Las inundaciones provocadas por las fuertes lluvias ocasionaron varios muertos y dejaron miles de personas incomunicadas en las zonas rurales. En la zona de Parquera las fuertes lluvias que cayeron durante tres horas, provocaron daños en tres puentes, destruyeron siete casas y dejaron a la zona sin agua e incomunicada por tierra. También se presentaron inundaciones en Cartago que afectaron varios barrios de la zona. En la provincia de Guanacaste (noroeste) los socorristas evacuaron a más de 2.000 damnificados y las pérdidas materiales ascendieron a más de cinco millones de dólares¹³.

¹² Fuente: Periódico la Nación (1998)

¹³ Fuente: Periódico La Nación (1999)

Inundaciones de 2001

Por las intensas lluvias que afectaron la zona, se generó la crecida de los ríos Reventazón, Parismina y Colorado en la vertiente Atlántica del país. La zona afectada fue la parte norte Caribe del País¹⁴.

Inundaciones de 2002

Fuertes inundaciones afectaron la zona de Limón. Esta zona se ha caracterizado por su vulnerabilidad ante las fuertes lluvias. Pero además de que el terreno absorbe poca agua, el fuerte terremoto de 1991 en esta zona aumentó esa vulnerabilidad. Las zonas más afectadas fueron Pueblo Nuevo, Cieneguita, valle La Estrella, Río Blanco, La Colina, Los Lirios y Seibón.

Un total de 74 viviendas fueron destruidas al sur de Limón. De los hogares afectados 29 estaban en Gavilán Canta, 28 en Bribri, 12 en Sixaola (estos en el cantón de Talamanca) y 5 en el valle La Estrella, del cantón de Limón¹⁵.

La emergencia en el Caribe sufrida en este país debido a las fuertes lluvias, dejaron cerca de 5.000 personas en albergues y daños materiales millonarios. Se generaron graves daños en viviendas, carreteras, alcantarillados y puentes¹⁶.

En la frontera de Panamá con Costa Rica se presentaron inundaciones en la provincia de Bocas del Toro, fronteriza con Costa Rica. Estos eventos dejaron más de mil damnificados, varios pueblos de esa región incomunicados y algunas víctimas mortales¹⁷.

Inundaciones de 2003

Los fuertes aguaceros que cayeron en todo el Valle Central (San José y Ciudad Quesada) produjeron derrumbes e inundaciones en diversas comunidades. Se tenían varias carreteras obstruidas y decenas de casas fueron inundadas. Los mayores incidentes ocurrieron en el oeste y el norte de la provincia de Alajuela y en varios puntos de Cartago¹⁸.

Inundaciones de 2004

El frente frío que afectó el país se alejó de Costa Rica tras dejar más de 2.000 personas fuera de sus casas por las inundaciones, más daños en plantaciones agrícolas, principalmente en la provincia de Limón, en el Caribe. En el cantón de Talamanca, en Limón, uno de los más pobres del país, con más de 30.000 habitantes, fueron evacuadas 454 personas en los poblados de Catracho, Margarita, Celia, Sixaola, Catalina Bambú Alto Cuen y china Ki Cha¹⁹.

¹⁴ Fuente: Agencia EFE (2001)

¹⁵ Fuente: La Nación (2002)

¹⁶ Fuente: Agencia EFE (2002)

¹⁷ Fuente: Agencia ACAN – EFE (2002)

¹⁸ Fuente: La Nación (2003)

¹⁹ Fuente: La Nación (2004)

Inundaciones de 2007

Los fuertes aguaceros que golpearon al país en el 2007 dejaron más daños en carreteras y caminos de lastre que los últimos tres huracanes que impactaron al país en el 2005. Las inundaciones arrasaron 7.000 kilómetros de vías en Costa Rica²⁰.

Adicionalmente, en Costa Rica se registraron 14 muertos cuando un muro de contención cedió por la lluvia caída, provocando que toneladas de barro y troncos sepultaran un caserío en la localidad de Atenas, 50 kilómetros al oeste de San José. Entre tanto, la localidad de Parrita, en el Pacífico Central de Costa Rica, cientos de pobladores sufrieron la inundación de sus viviendas a causa del desborde de ríos que desembocaban en la zona.

²⁰ Fuente: La Nación (2007)

3.6 Deslizamientos

Se ha conformado una base de datos con eventos de deslizamientos a partir de la cual se ha realizado un análisis estadístico de eventos. Con base en este inventario se generaron curvas de número de evento para cada año, década y cantón, así como número de eventos por año en función de la extensión del deslizamiento. La base de datos incluye tanto macroeventos identificados, así como eventos más moderados tomados de registros históricos recientes.

Las fuentes de la mayor parte de los datos incluidos en el catálogo fueron el CNE y el Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica de Costa Rica. La base de datos contiene información general acerca de la ubicación temporal y espacial del evento (*tipo de amenaza, nombre, fecha, hora, latitud y longitud*) al igual que parámetros propios de cada fenómeno (*estado, profundidad, extensión, volumen, tipo, características y morfometría*). La base de datos completa se presenta en el Anexo ERN-CAPRA-T2-1-11. La Tabla 3-15 describe en detalle cada uno de los campos de la base de datos para este tipo de eventos.

Tabla 3-15
Campos asociados al catálogo de Deslizamientos

CAMPO	TIPO DE DATO	OBSERVACIONES
Tipo de evento	Texto	Deslizamiento
Nombre	Texto	No aplica para el caso de deslizamiento
Fecha	Fecha	Fecha de ocurrencia
Hora	Hora	Hora de ocurrencia
Ubicación X	Decimal	Longitud. Disponible para algunos casos
Ubicación Y	Decimal	Latitud. Disponible para algunos casos
Estado	Texto	Estado del deslizamiento (activo o latente)
Profundidad	Entero	Profundidad del deslizamiento en m
Extensión	Entero	Área de influencia del deslizamiento en m ² .
Volumen	Entero	Volumen del deslizamiento en m ³
Tipo	Texto	Tipo de deslizamiento a nivel geológico.
Características	Texto	Origen y características geológicas.
Morfometría	Texto	Características dimensionales del deslizamiento
Ubicación	Texto	Nombre del lugar de ubicación del evento
Descripción y efectos del evento	Texto	Descripción general de las características del evento
Pérdida Económica Directa	Moneda	Disponible actualmente para algunos pocos casos
Pérdida Económica Indirecta	Moneda	No disponible actualmente
Pérdida Económica Consecuencial	Moneda	No disponible actualmente
Muertos	Entero	Disponible actualmente para algunos casos

CAMPO	TIPO DE DATO	OBSERVACIONES
Desaparecidos	Entero	Disponible actualmente para algunos pocos casos
Heridos	Entero	Disponible actualmente para algunos pocos casos
Afectados	Entero	Disponible actualmente para algunos pocos casos
Tiempo Recuperación (Días)	Entero	No disponible actualmente
Fuente	Texto	Fuente Bibliográfica

La base de datos cuenta con 93 registros de deslizamientos distintos en el periodo comprendido entre 1820 a 2007, aunque la mayor cantidad de datos esta reportada desde 1950 hasta el presente. El valor promedio de número de deslizamientos por año es de 0.027 para los datos de los últimos 57 años (1950 – 2007). La Figura 3-42 muestra el número de deslizamientos clasificados por cantón. El plano completo con las convenciones y los nombres de los cantones se presenta en el Anexo ERN-CAPRA-T2-1-12.

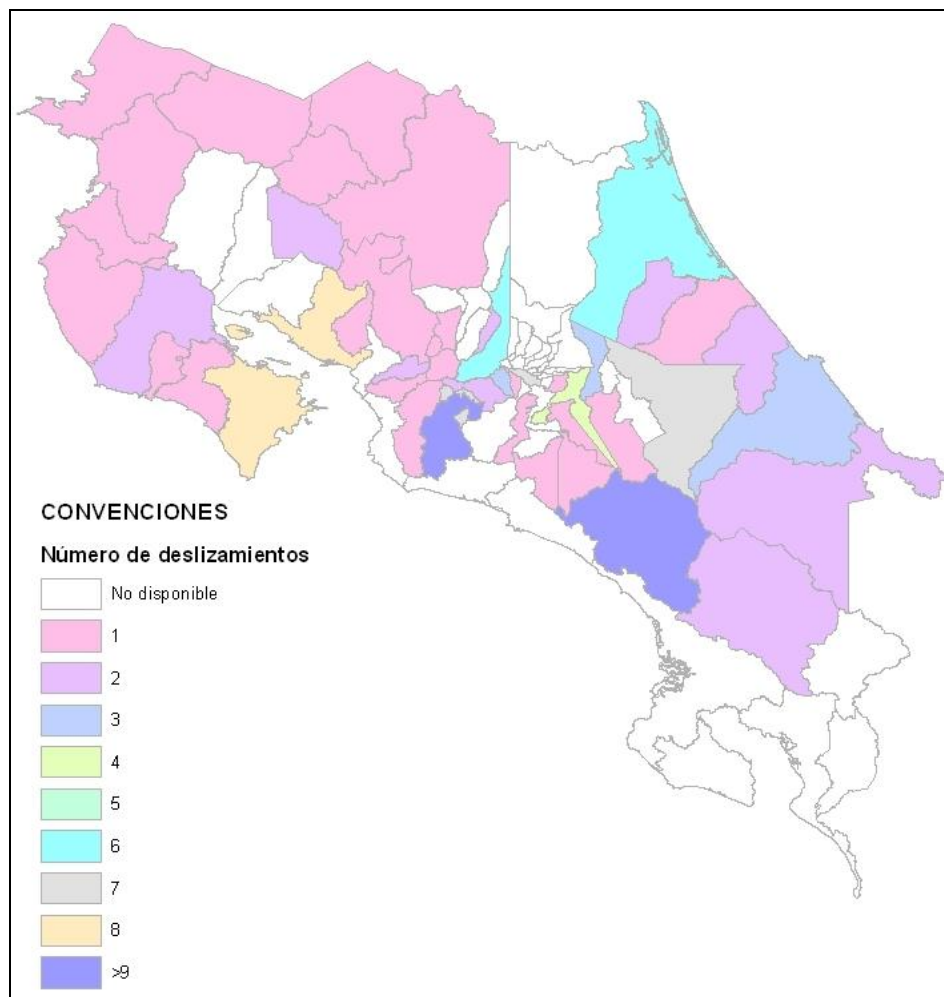


Figura 3-42
Deslizamientos por cantón para Costa Rica

3.6.1 Curvas estadísticas

Como parte primordial del análisis de eventos se generan las estadísticas mostradas a continuación, las cuales dan cuenta de la variabilidad temporal del fenómeno, así como de su distribución en el país y las características propias de frecuencia. La Figura 3-43 ilustra el número de eventos para cada año durante el periodo de análisis (1820 – 2007). Se observa que el mayor número de eventos fue reportado para el periodo de 1950 hasta 2007. La Figura 3-44 muestra el número de deslizamientos para cada año de ese periodo.

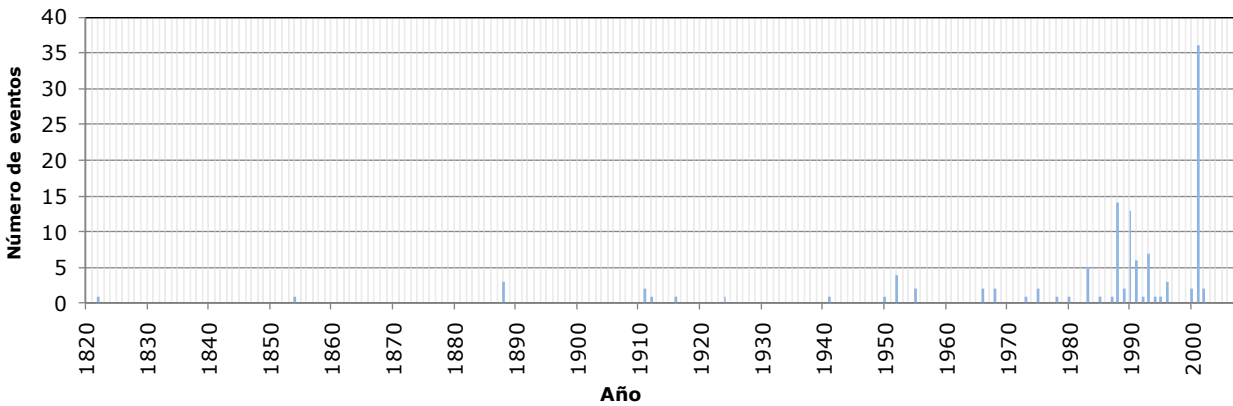


Figura 3-43
Número de deslizamientos para cada año registrados en Costa Rica durante todo el periodo de análisis

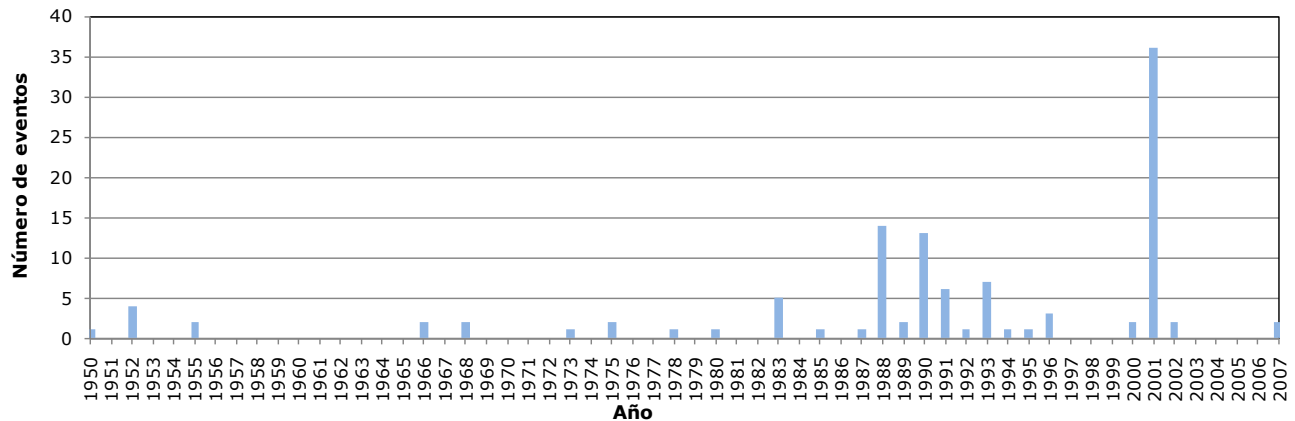


Figura 3-44
Número de deslizamientos para cada año registrados en Costa Rica para el periodo de 1950 a 2007

Por su parte la Figura 3-45 presenta el número de eventos por década.

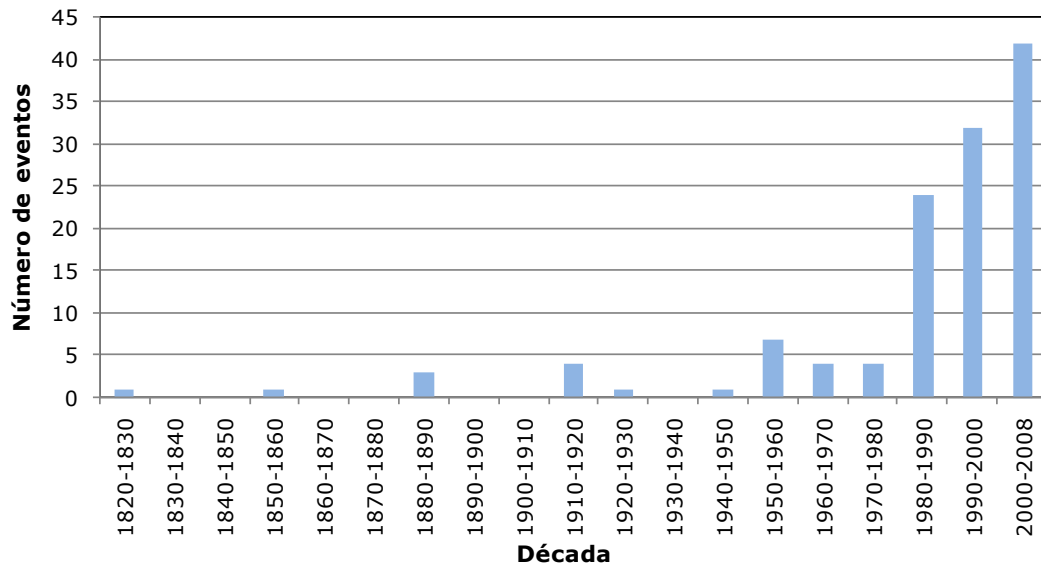


Figura 3-45
Número de deslizamientos por década registrados en Costa Rica

La Figura 3-46 presenta el número de deslizamientos por cantón. Se observa que los cantones más afectados corresponden a Pérez Zeledón y Puriscal, con 20 y 14 deslizamientos, respectivamente.

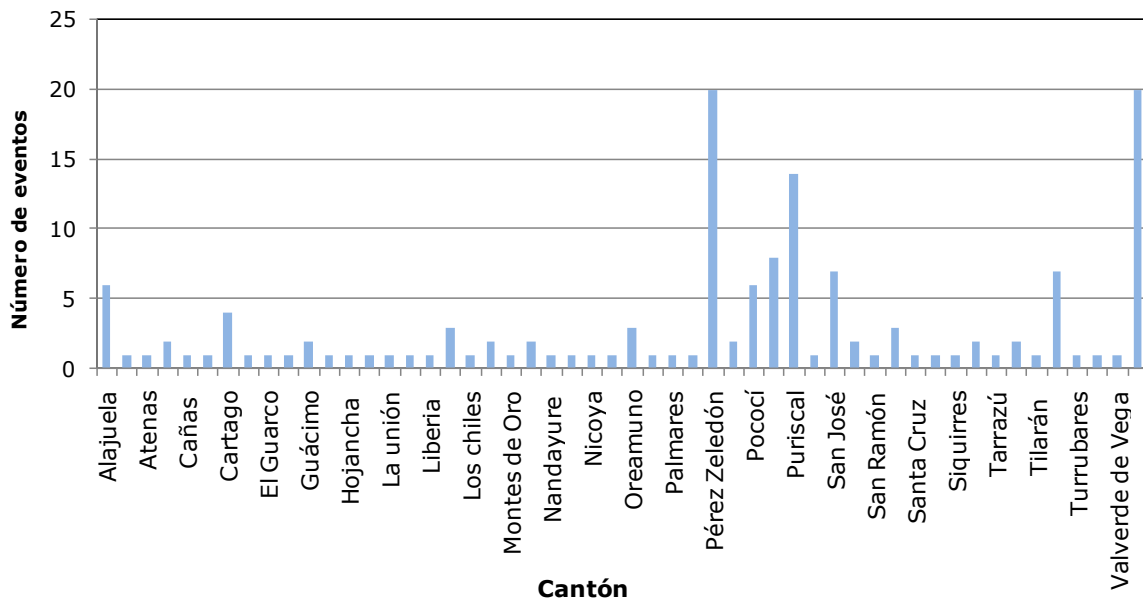


Figura 3-46
Número de deslizamientos por Cantón en Costa Rica

La Figura 3-47 muestra el número de eventos para cada extensión del deslizamiento. El mayor número de deslizamientos se presenta para áreas de 3000 a 4000 m².

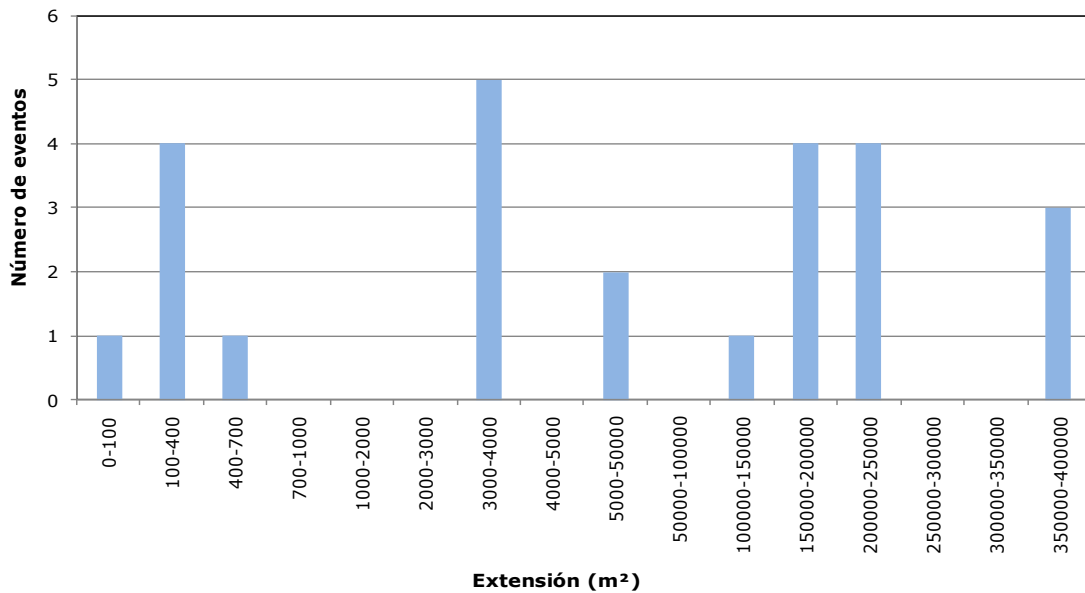
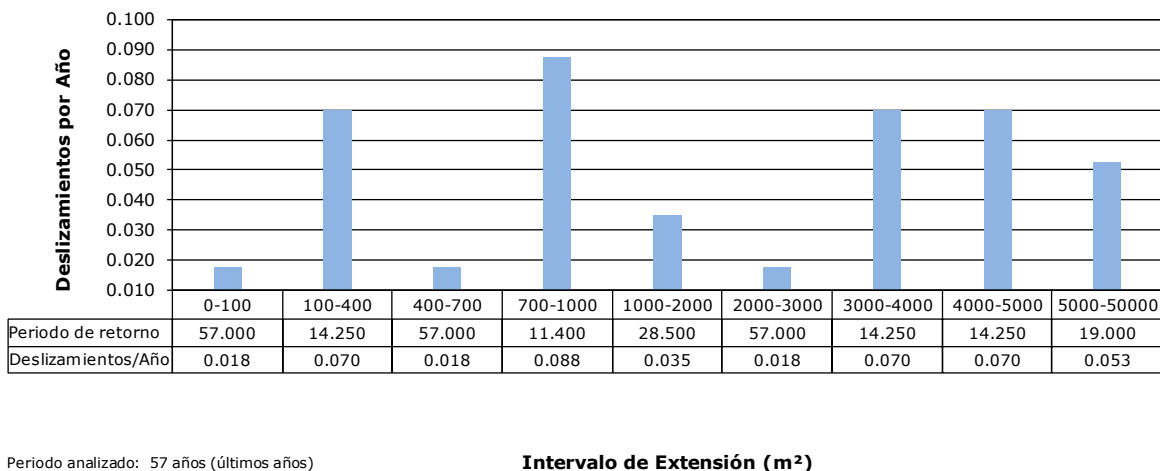


Figura 3-47
Deslizamientos por año para cada extensión de área afectada - Costa Rica

La Figura 3-48 presenta el número de deslizamientos por año en función de la extensión del evento. El periodo de análisis de esta última curva es el comprendido entre 1950 y 2007, ya que en este se concentra la mayor cantidad de registros.



Periodo analizado: 57 años (últimos años)

Figura 3-48
Deslizamientos por año para cada extensión de área afectada - Costa Rica

La Tabla 3-16 es un resumen de los datos disponibles referentes a las afectaciones directas en la población a causa de algunos deslizamientos importantes. El siguiente numeral presenta una breve descripción de los eventos de gran impacto.

Tabla 3-16
Muertos, desaparecidos, heridos y afectados por los deslizamientos en Costa Rica

Fecha	Descripción Ubicación	Muertos	Desaparecidos	Heridos	Afectados
30/12/1888	Fraijanes	5	-	-	-
30/12/1952	Patillos	21	-	-	-
00/12/1952	Falda NW del Volcán. Irazú	21	-	-	-
00/00/1955	Toro Amarillo	7	-	-	-
00/09/1988	Vertientes del Pacífico y el Caribe	14	-	-	-
00/10/1988	Todo el país	32	-	-	-
00/11/1989	Vertiente del Caribe	5	-	-	-
00/08/1991	Vertiente del Caribe, Turrialba	4	-	-	-
00/07/1993	Pejibaye, Turrialba	1	-	-	-
00/10/1993	Arancibia, Santa Ana	6	-	-	-
27/10/1989	Alajuela, Itiquís	2	-	2	-
30/10/1993	Puntarenas, Miramar, Lagunas de Arancibia, Montes de Oro	6	-	-	-
08/12/1993	Turrialba, Barrio Campabadal	4	-	-	-
00/08/2002	Orosí de Cartago	7	-	-	-
08/09/1988 30/10/1993 27/06/2000 11/07/2000	Distrito: Cantón Central de Puntarenas. Deslizamiento: Pitahaya.	10	4	-	100

3.6.2 Eventos Históricos Importantes

A continuación se hace un breve recuento de los principales eventos históricos asociados a fenómenos de deslizamiento.

Deslizamiento de 1822

El 7 de Mayo de 1822 un sismo con magnitud 7.5 causó daños en el Valle Central y en Matina²¹. Debido a este evento se produjo un deslizamiento con un área de afectación de 13500 m²²².

²¹ Fuente: <http://www.cne.go.cr/CEDO-CRID/CEDO-CRID%20V4/pdf/spa/doc2978/doc2978-c.pdf>

²² Fuente: Evaluación de amenaza por deslizamientos inducidos por sismo en taludes naturales. Carlos Eduardo Rodríguez Pineda.

Deslizamiento de 1952

El 30 de Diciembre de ese año se presentaron numerosos deslizamientos generados por un sismo con magnitud 5,5 en la falda noroeste del volcán Irazú. Afectó la zona de patillos, dejando 21 personas muertas y varias fincas ganaderas afectadas²³.

Deslizamientos por Huracán Johan (1988)

El huracán Joan generó erosión y deslizamientos en todo el territorio Costarricense. Estos sucesos afectaron aspectos como la agricultura, puentes, infraestructura, casas, caminos y ganado. Causó la muerte de 32 personas. Las pérdidas fueron calculadas como el 1.6% del PIB.

Deslizamientos por Huracán Gilbert (1988)

Debido al paso del huracán Gilbert se presentaron deslizamientos en la vertiente del Pacífico y el Caribe. Hubo múltiples derrumbes y zonas de erosión, afectaciones en agricultura, caminos e infraestructura. Se tuvo información de 14 muertos²⁴.

Durante la segunda quincena del mes de setiembre de 1988, se desencadenó una cantidad considerable de deslizamientos superficiales de tierra y de caída de escombros en la cuenca superior del río Aranjuez, debido a las fuertes lluvias provocadas por el paso del huracán Gilbert en el mar Caribe (Mora y Rojas, 1988). Estos deslizamientos afectaron a varias aldeas y algunas familias fueron evacuadas a lugares más seguros, al menos hasta que la emergencia hubiera disminuido. Se escucharon fuertes sonidos al activarse los deslizamientos de tierra y se generó polvo cuando las rocas eran trituradas mientras bajaban por las cuestas²⁵.



Figura 3-49

Deslizamientos en la cuenca superior del río Aranjuez. Nubes de polvo generadas por las piedras trituradas

(Fuente: http://www.crid.or.cr/crid/CD_EIRD_Informa/esp/revista/No2_2001/pagina12.htm)

²³ Fuente: C.N.E

²⁴ Fuente: <http://www.mideplan.go.cr/sides/ambiental/32-1.htm>

²⁵ Fuente: EIRD. Rolando Mora Chinchilla. Escuela Centroamericana de Geología. Universidad de Costa Rica.

Deslizamientos de 1990

En Marzo de 1990 el Terremoto de Cóbano (Ms=6.5) causó diversos deslizamientos y licuefacción. Las regiones más afectadas fueron la península de Nicoya, Herradura y Puntarenas, y los daños más importantes ocurrieron para la infraestructura y las viviendas. Daños calculados como el 0.6% del PIB.

En Diciembre de 1990 el terremoto de Piedras Negras (Ms=5.9) causó varios deslizamientos debidos a las diversas réplicas que presentó. Las regiones más afectadas fueron Alajuela, Pavas, Puriscal, Guácima y San José; y se tuvieron daños en infraestructura, viviendas y en una planta hidroeléctrica. El costo de los daños fue calculado como el 0.45% del PIB²⁶.

Deslizamientos de 1991

En el mes de Agosto se presentaron varios deslizamientos en la zona de Los Santos, debido a un enjambre sísmico que vivió la región. Se tuvieron afectaciones en viviendas y caminos y los daños fueron calculados como el 0.01% del PIB.

En Abril el terremoto de Limón generó una licuefacción muy extensa, deslizamientos diversos, elevación continental y corrientes de lodo. Las regiones más afectadas fueron la vertiente del Caribe, Turrialba, Panamá, Limón y San José. Hubo afectaciones por estos eventos en los sectores de agricultura, ganado, infraestructura, salud, puentes, exportación, muelles, caminos, vivienda, educación y servicios públicos. Pérdidas aproximadas entre 5 a 8.5% del PIB²⁷.

También, se identificó la elevación del nivel freático, que varió entre 0,5 y 2,0 m, especialmente en Matina y al noreste de Limón. Cerca de 3 000 km² fueron afectados por licuefacción de suelos en las tierras bajas del litoral Caribe y un área de 2 000 km² (gran parte de la cordillera de Talamanca) fue devastada por deslizamientos²⁸.

Deslizamiento de 1993

Al mediodía del 30 de octubre de 1993 en Las Lagunas de Arancibia, un deslizamiento translacional de 2.9 millones de metros cúbicos se desencadenó y la avalancha de escombros cubrió un área de 17.7 hectáreas. La longitud del deslizamiento de la avalancha fue de 850 metros. Al desprendimiento le antecedió un período de fuertes lluvias; pero cuando el material se derrumbó ya habían pasado 12 horas desde que la lluvia había cesado. La avalancha descendió siguiendo dos trayectorias: una de ellas bajó por el arroyo El Silencio hasta llegar al río Veracruz y la segunda cubrió parcialmente el poblado de Las Lagunas, matando a 6 personas, destruyendo 2 casas, 1 edificio para actividades sociales y

²⁶ Fuente: <http://www.mideplan.go.cr/sides/ambiental/32-1.htm>

²⁷ Fuente: <http://www.mideplan.go.cr/sides/ambiental/32-1.htm>

²⁸ Fuente: Red Sismológica Nacional – Costa Rica.

<http://www.rsn.geologia.ucr.ac.cr/00%20Sismos%20hist%F3ricos/Limon%2022-04-1991.htm>

la cancha de fútbol. No se obstruyó el río Veracruz, sino que éste transportó material hasta las zonas más bajas de la cuenca²⁹.



Figura 3-50

Deslizamiento translacional y avalancha de escombros, Arancibia, octubre de 1993

(Fuente: http://www.crid.or.cr/crid/CD_EIRD_Informa/esp/revista/No2_2001/pagina12.htm)

Deslizamientos de 2001

En Diciembre de ese año hubo fuertes aguaceros, lo que generó varios deslizamientos. En ciudad Quesada no había paso vehicular por derrumbes en la vía y varios puentes en mal estado. Se presentaron pequeños derrumbes en diversas zonas, como por ejemplo en el camino entre La Fortuna y Nuevo Arenal en el cantón de Tilarán, en Guanacaste.

Los fuertes aguaceros afectaron la zona norte y el Caribe del país y dejaron incomunicadas a decenas de comunidades, obligando a la reubicación de al menos 156 personas e impidiendo la recolección de productos agrícolas. Las fuertes lluvias obligaron a que se cerrara el tránsito de vehículos por la carretera Braulio Carrillo que comunica a San José con Limón. Esto por la caída de piedras en diversos sectores y por los deslizamientos en las cercanías del río Sucio.

La situación más conflictiva se presentó en los cantones de San Carlos, Guatuso, Upala, Los Chiles (norte de Alajuela), Sarapiquí (Heredia) y Siquirres (provincia de Limón). En San Carlos, el agua de la Quebrada Estero abrió una zanja de 12 metros en la carretera que comunicaba a Muelle con las comunidades de San Josecito de Cutris, San Jorge y el Tanque de La Fortuna. Así mismo, debido al desbordamiento de los ríos San Carlos y San Juan, fue necesario evacuar varias familias de Boca San Carlos. El agua subió dos metros y la población tuvo que abandonar el lugar. Otras localidades como Boca Tapada de Pital, San Humberto de Los Chiles y Conchito de Pocosol estaban aisladas, debido a que el agua arrastró varios puentes³⁰.

²⁹ Fuente: EIRD. Rolando Mora Chinchilla. Escuela Centroamericana de Geología. Universidad de Costa Rica.

³⁰ Fuente: La Nación (Dic. 2001)

El huracán Michelle generó 1.928 kilómetros en rutas de lastre, cerca de 16 kilómetros de asfalto, puentes y accesos socavados. El reporte de los principales daños se centró en los cantones de Carrillo, Santa Cruz y Guanacaste.

Carrillo fue el sitio en el cual se reportaron los mayores daños. Hubo 330 afectados en seis albergues. Los perjudicados provenían de Bambú 1, Bambú 2, Corralillo y La Guinea. Hubo problemas para trasladarse a las diferentes comunidades por los daños en los caminos vecinales. En Nandayure persistieron los problemas con deslizamientos en varias localidades, debido a que las aguas destruyeron varios puentes. En la región del Pacífico Sur los fuertes aguaceros provocaron pequeños derrumbes en la carretera Interamericana Sur, en el tramo comprendido entre Palmar Norte y Buenos Aires. En Pérez Zeledón el mayor problema fue un deslizamiento en Zapotal de San Pedro³¹.

Deslizamientos por Tormenta Tropical Alma (2002)

Debido a la tormenta tropical Alma se generaron condiciones de temporal con cuencas variando a condiciones de desbordamientos en el Valle Central, Pacífico Sur, Pacífico Norte, e inclusive en sectores de la vertiente Caribe. Esto generó deslizamientos importantes en esas regiones³².

Deslizamiento de Orosí (2002)

Tres días de torrenciales lluvias tropicales a fines de agosto del 2002 hicieron crecer los ríos de Costa Rica hasta un punto explosivo. Los deslizamientos de tierras que afectaron a las comunidades de Orosí de Cartago provocaron al menos 7 muertes, destruyeron 17 casas y dañaron acueductos, líneas telefónicas y tendidos eléctricos. Hubo que evacuar a cientos de personas. La Cruz Roja Costarricense desplegó 120 personas en la operación de búsqueda y salvamento, que se volvió extremadamente peligrosa debido al constante y reiterado deslizamiento de tierras en la zona afectada³³.

³¹ Fuente: La Nación (Nov. 2001)

³² Fuente: Relief.web

³³ Fuente: <http://www.ifrc.org/docs/pubs/events/interamerican07/case-studies/costarica-ew-sp.pdf>.

3.7 Erupciones volcánicas

La base de datos de erupciones volcánicas es usada para realizar un análisis estadístico de eventos de este tipo. A partir de este inventario se generaron curvas de número de eventos por año, por década, por volcán y número de eventos por año en función del índice de explosividad volcánica.

Las fuentes principales de información fueron las bases de datos del Smithsonian, de la Red Sismológica Nacional y del Atlas Regional de Amenazas Naturales en América Central. El catálogo de erupciones volcánicas incluye campos generales de localización y fecha del evento (*tipo de evento, nombre, fecha, hora, latitud, longitud, y ubicación*), así como información sobre parámetros particulares para este tipo de fenómeno (*VEI, profundidad, velocidad, tamaño máximo, extensión, distancia, volumen y características explosivas*). La base de datos de eventos por volcán clasifica las erupciones en 4 tipos distintos: volcán cenizas, volcán flujo piroclástico, volcán lava y volcán proyecciones balísticas. La base de datos completa se presenta en el Anexo ERN-CAPRA-T2-1-13. La Tabla 3-17 presenta el detalle de los campos con los que cuenta la base de datos.

Tabla 3-17
Campos asociados al catálogo de erupciones volcánicas

CAMPO	TIPO DE DATO	OBSERVACIONES
Tipo de evento	Texto	Tipo de erupción volcánica
Nombre	Texto	Nombre del volcán
Fecha	Fecha	Fecha de ocurrencia
Hora	Hora	Hora de ocurrencia
Ubicación X	Decimal	Longitud
Ubicación Y	Decimal	Latitud
VEI	Entero	Índice de explosividad volcánica
Profundidad	Entero	Profundidad de la erupción. No disponible actualmente.
Velocidad	Decimal	Velocidad de la erupción. No disponible actualmente.
Tamaño máximo	Entero	Tamaño máximo del material de la erupción. No disponible actualmente.
Extensión	Decimal	Extensión de la erupción. No disponible actualmente.
Distancia	Decimal	Distancia de la erupción. No disponible actualmente.
Volumen	Decimal	Volumen de la erupción en m ³ . Disponible para algunos casos.
Características explosivas	Texto	Descripción de las características explosivas de la erupción
Ubicación	Texto	Nombre del lugar de ubicación del evento. No aplica para el caso de volcanes.
Descripción y efectos del evento	Texto	Descripción general de las características del evento.

CAMPO	TIPO DE DATO	OBSERVACIONES
		Disponible para algunos casos
Pérdida Económica Directa	Moneda	Disponible actualmente para algunos casos
Pérdida Económica Indirecta	Moneda	No disponible actualmente
Pérdida Económica Consecuencial	Moneda	No disponible actualmente
Muertos	Entero	Disponible actualmente para algunos pocos casos
Desaparecidos	Entero	No disponible actualmente
Heridos	Entero	No disponible actualmente
Afectados	Entero	Disponible actualmente para algunos pocos casos
Tiempo Recuperación (Días)	Entero	No disponible actualmente
Fuente	Texto	Fuente Bibliográfica

La base de datos cuenta con 273 eventos por erupciones volcánicas para Costa Rica, en un periodo que incluye erupciones de hace 400.000 años hasta eventos para el año 2007 D.C. El valor promedio de eventos por año obtenido para el catálogo de erupciones es de 0.0185. Para el cálculo de este valor se tuvo en cuenta solo el periodo D.C, ya que este cuenta con la mayor cantidad de registros históricos. La Figura 3-51 presenta el mapa de las erupciones volcánicas en función del índice de explosividad volcánica. El mapa con convenciones y en un tamaño mayor se presenta en el Anexo ERN-CAPRA-T2-1-14.

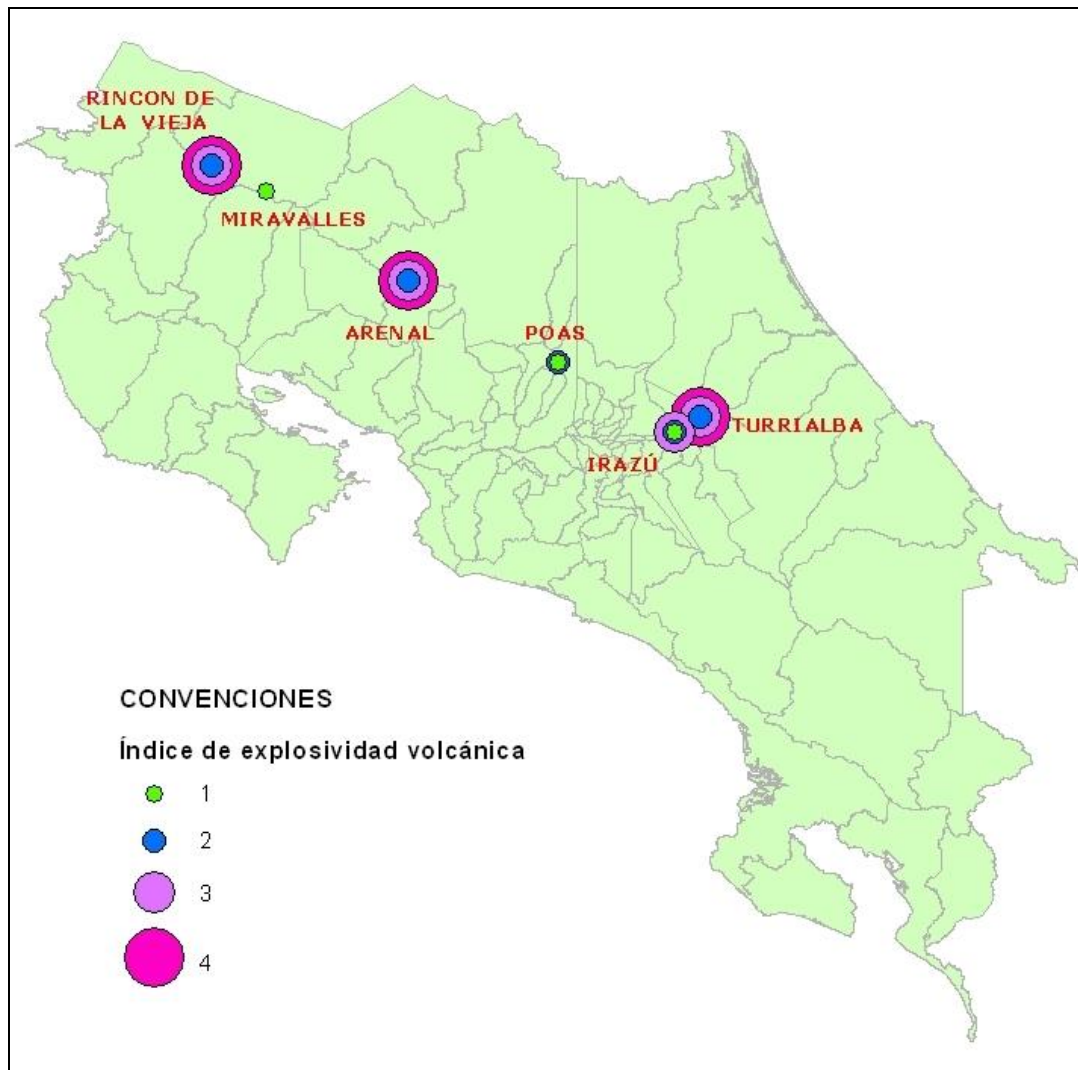


Figura 3-51

Erupciones volcánicas para Costa Rica en función del índice de Explosividad volcánica

3.7.1 Curvas estadísticas

Las gráficas que se presentan a continuación fueron obtenidas del catálogo conformado para eventos de erupciones volcánicas. La Figura 3-52 y la Figura 3-53 muestran las erupciones volcánicas registradas para el periodo A.C.

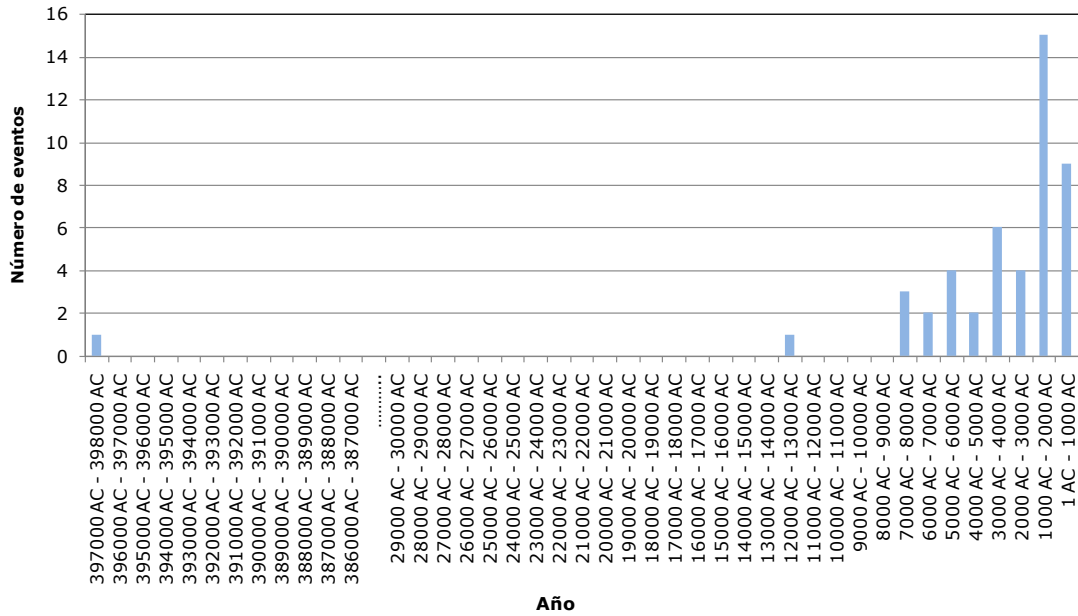


Figura 3-52
Número de erupciones volcánicas por década registradas en Costa Rica (398000 - 1 A.C.)

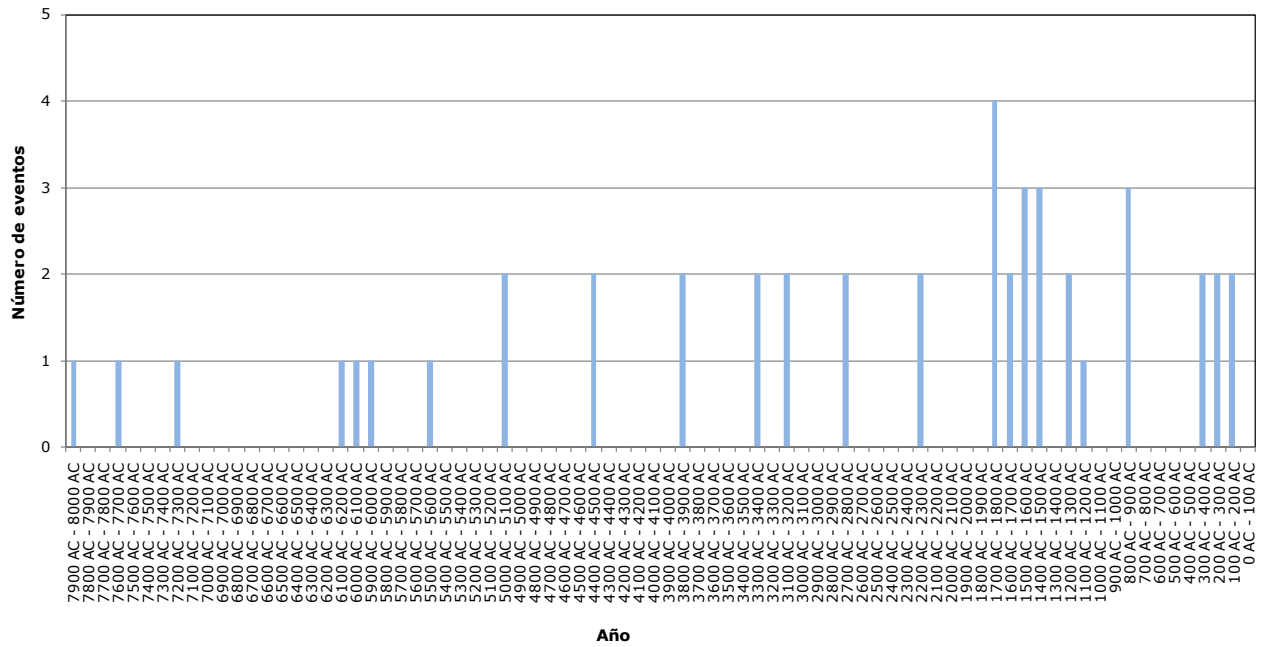


Figura 3-53
Número de erupciones volcánicas por década registradas en Costa Rica (8000 - 0 A.C.)

Por otra parte, la Figura 3-54 presenta los registros de erupciones en función del año para el lapso de tiempo D.C. Se observa que para el periodo D.C. hay un número muy superior de eventos registrados, con predominancia en el periodo 1900-2007, el cual se presenta en la Figura 3-55.

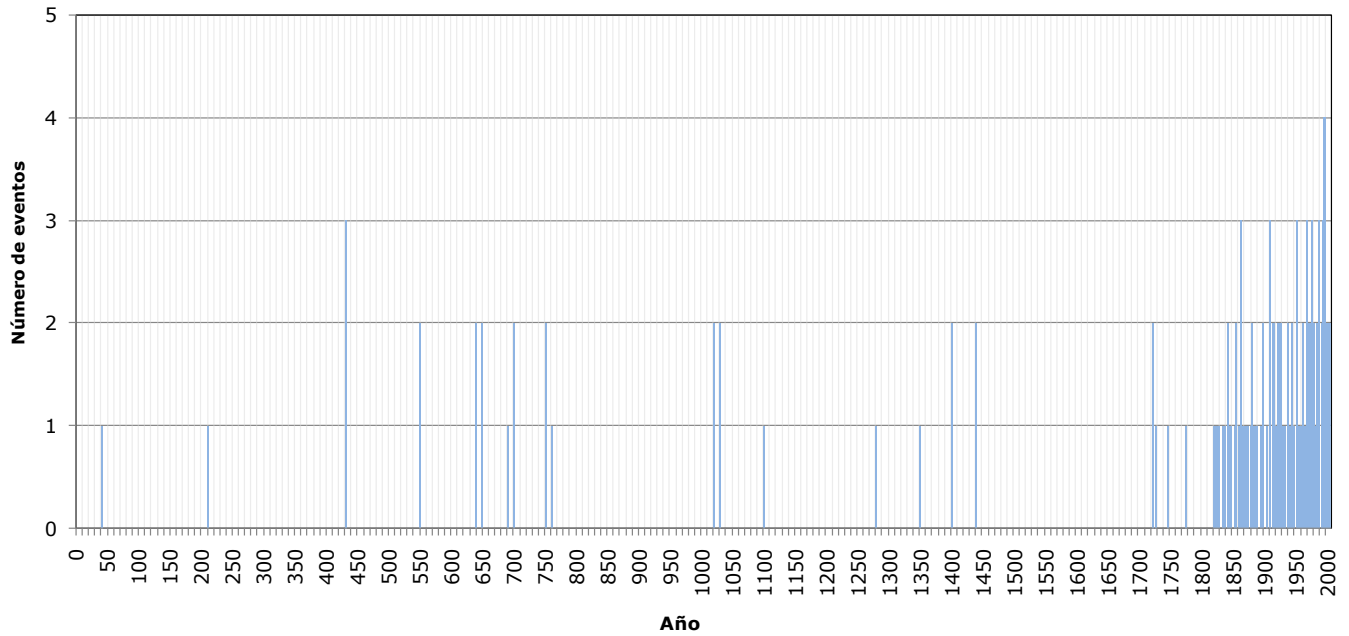


Figura 3-54
Número de erupciones volcánicas cada 50 años registradas en Costa Rica (periodo D.C.)

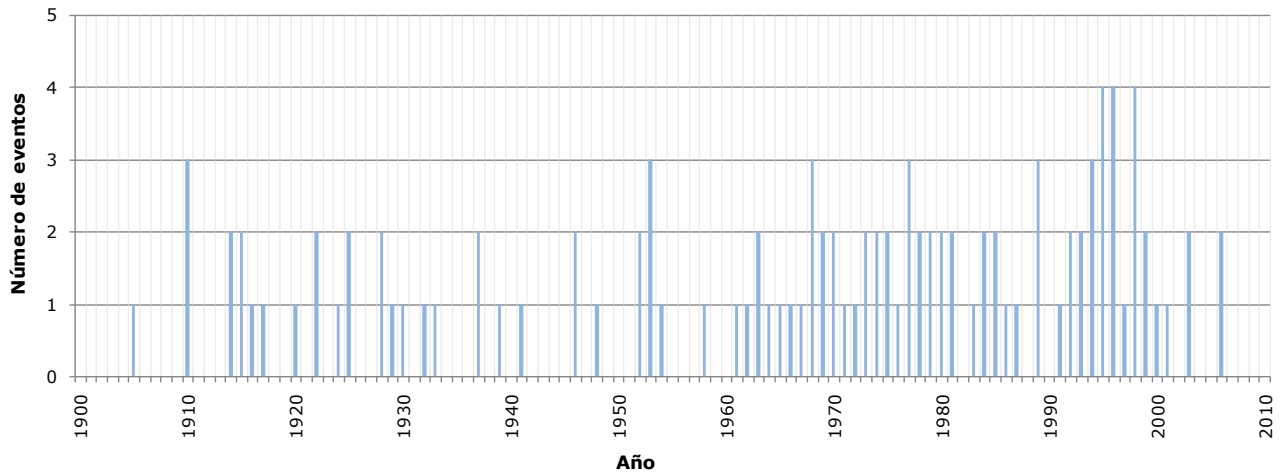


Figura 3-55
Número de erupciones volcánicas registradas en Costa Rica (periodo 1950-2010)

La Figura 3-56 ilustra los eventos por década en el rango de tiempo de 0 a 2007.

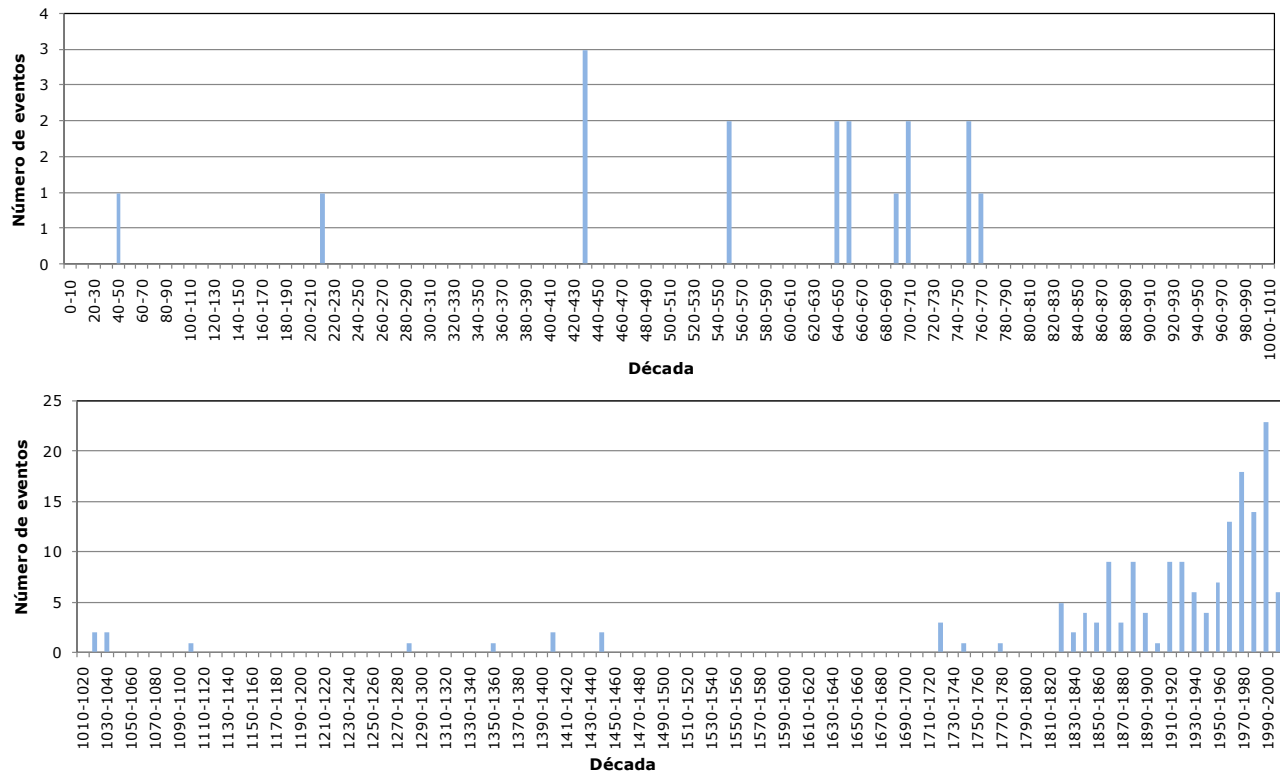


Figura 3-56

Número de erupciones volcánicas por década registradas en Costa Rica (periodo D.C.)

Por su parte la Figura 3-57 presenta el número total de eventos por volcán, mientras que la Figura 3-58 clasifica los registros por volcán y por Índice de Explosividad Volcánica (VEI). La mayor cantidad total de erupciones la presenta el volcán Poas.

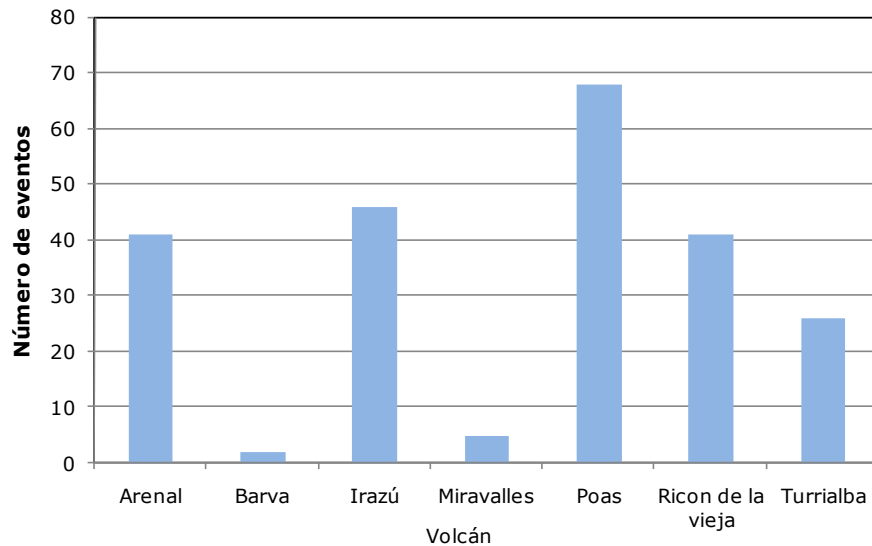


Figura 3-57

Número de erupciones por volcán para Costa Rica (Periodo D.C.)

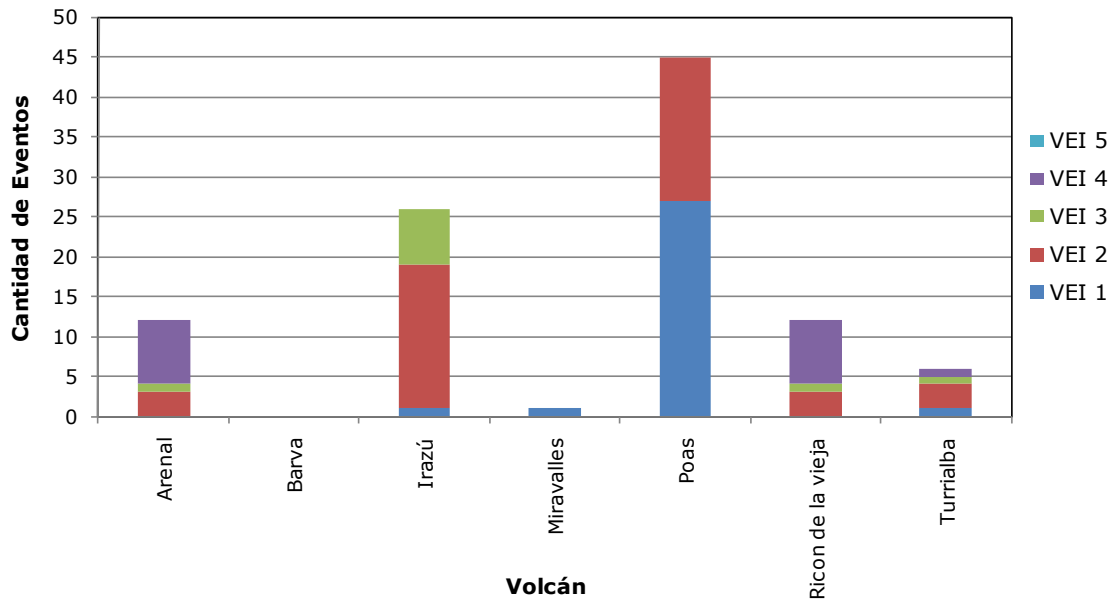


Figura 3-58
Número de erupciones por volcán para Costa Rica en función de VEI

El número de eventos por año en función del Índice de Explosividad Volcánica (VEI) se observa en la Figura 3-59. Esta curva muestra que las erupciones volcánicas más frecuentes son las de VEI de 2.

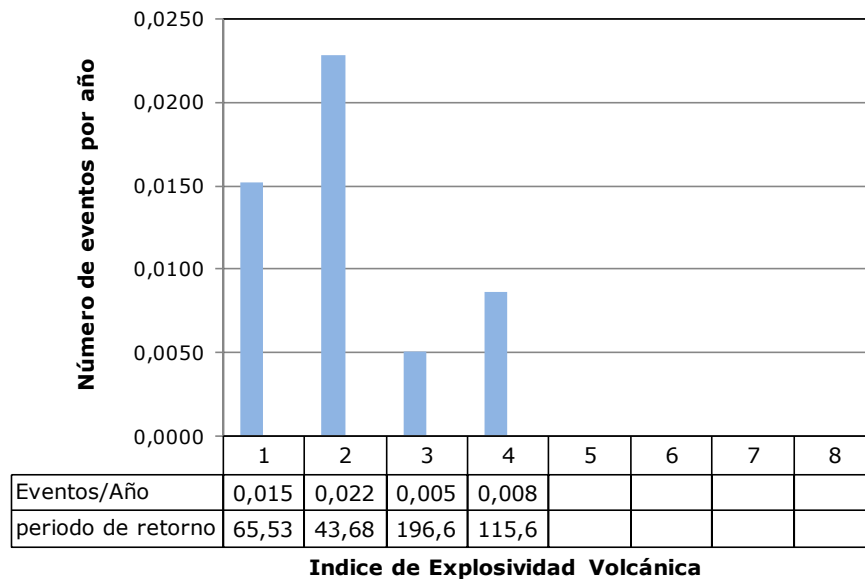


Figura 3-59
Número de eventos por año en función del VEI. Periodo analizado año 40 a 2006.

Finalmente la Figura 3-60 presenta la curva de excedencia de las erupciones en función del Índice de Explosividad Volcánica.

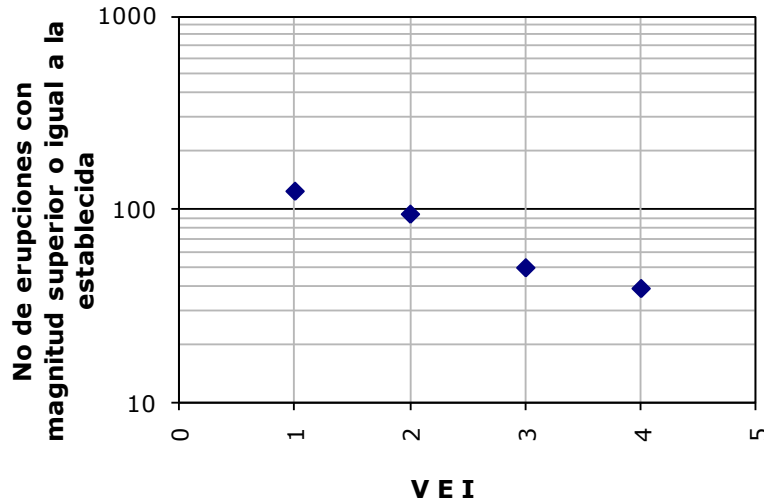


Figura 3-60
Número de eventos con magnitud de VEI superior a la establecida

Para algunas de las erupciones más importantes se tienen datos sobre pérdidas, muertos y afectados. Dicha información se presenta en la Tabla 3-18. El siguiente numeral se hace una descripción de las erupciones volcánicas de mayor impacto en Costa Rica.

Tabla 3-18
Pérdidas, muertos y afectados debidos a algunas erupciones volcánicas en Costa Rica

Fecha	Volcán	Pérdidas millones US\$	Muertos	Total Afectados
05/05/1998	Arenal			450
00/06/1975	Arenal		2	
29/07/1968	Arenal	5	87	15671

3.7.2 Eventos Históricos Importantes

A continuación se hace un breve recuento de los principales eventos históricos asociados a fenómenos de erupciones volcánicas en Costa Rica.

Volcán Rincón de la Vieja

La actividad histórica del Rincón de la Vieja se remonta varios años atrás y se ha caracterizado por periódicas erupciones freáticas, freatomagmáticas, y en menor grado

estrombolianas (magnéticas), concentradas en el cráter principal con emanaciones de vapor de agua, gases sulfurosos y fumarolas intracráticas (actividad exhalativa).

Antes de 1966, periodo en cual se reactivó, se registran solo algunas erupciones con Índice de Explosividad Volcánica entre 2 y 3, como la de junio 14 de 1912, época en la cual el volcán tuvo fuertes emisiones de vapor y columnas de cenizas. También fue importante el periodo del 11 de abril al 4 de junio de 1922 en el cual se presentó una gran erupción. Hasta septiembre de 1966, el Rincón de la Vieja estuvo en relativa calma; el 6 de noviembre de ese mismo año se presentó una erupción de gases y piroclastos de grandes proporciones.



Figura 3-61

Imagen lateral del volcán Rincón de la Vieja

(Fuente: <http://www.guiascostarica.com/rios/rincondelavieja.jpg>)

Solo hasta 1991 el volcán volvió a registrar actividad importante. Entre mayo de 1991 y septiembre de 1992 se registraron explosiones. La primera de ellas de baja magnitud fue el 2 de mayo a las 8:11 a.m., seguida por la principal el 8 de mayo a las 10:17 a.m., con una columna de cenizas y vapor que alcanzó 5 km de altura, depositó cenizas y bombas alrededor del cráter activo y originó lahares hacia el norte (ríos Pénjamo, Azul y Azufroso). Del 8 al 11 de ese mismo mes hubo un detrimento progresivo de la frecuencia de las explosiones manteniéndose éstas hasta septiembre de 1992 (Boudon et al., 1996).

En noviembre de 1995 hubo fuertes erupciones de gases, vapores, rocas (bombas y bloques) con diferentes ángulos y oleadas rasantes de cenizas y vapor, con la subsecuente generación de lahares en los ríos Azul, Pénjamo y Azufrada. El día 6 de noviembre, a las 15:04 hora local (21:04 GMT) el volcán Rincón de la Vieja inició un periodo de gran actividad que tuvo su clímax el día 8, dejando daños considerables, especialmente en los puentes. Después el volcán continuó mostrando actividad fumarólica muy fuerte y erupciones de vapor pequeñas a moderadas.³⁴

El día lunes 16 de febrero de 1998 hizo una nueva erupción, ésta generó un lahar tibio que se distribuyó por los ríos Pénjamo, Azul y Azufrosa, en el flanco norte del volcán. El tirante

³⁴ OVSICORI

máximo observado alcanzó apenas 50 cm sobre los puentes de estos ríos. La última erupción con ceniza ocurrió el martes 17 a las 10:20 a.m., con una altura estimada de la columna de unos 1000 m. Luego se mantenía una intensa actividad fumarólica en el interior del cráter, que impedía observar su interior. No hubo daños materiales ni a personas, sólo la muerte de peces (Soto et al. 2003).

Volcán Arenal

Su actividad actual ha sido continua desde julio de 1968 y está caracterizada por explosiones estrombolianas, flujos piroclásticos y de lava, efusión de gases, actividad fumarólica y un lago de lava permanente desde 1974. Algunas veces hay pequeños flujos piroclásticos y enjambres de temblores volcanotectónicos. Desde 1984 hay actividad continua tanto sísmica como eruptiva.

Una de las erupciones más importantes la registra el EM-DAT el 29 de julio de 1968, para la cual hubo 87 muertos y un total de 15671 afectados y 5 millones de dólares en pérdidas. Otras fuentes comentan que inició su período activo, abriendo tres cráteres hacia el flanco oeste. El cráter A a los 1.000 metros provocó una explosión, emanando un flujo piroclástico que devastó 12 kilómetros cuadrados, desapareciendo los poblados del Pueblo Nuevo y Tabacón. El National Geophysical Data Center la cataloga con un índice de 3.



Figura 3-62

Erupción del volcán Arenal

(Fuente: <http://imagecache2.allposters.com/images/pic/PTGPOD/341704~Erupcion-volcanica-volcan-Arenal-Costa-Rica-Posters.jpg>)

Esta actividad se ha mantenido desde entonces y se alterna de muchos modos. Periodos de movimiento de coladas de lava contrastan con periodos de erupciones cargadas de gases, vapores y cenizas. Algunas de estas modalidades provocan flujos piroclásticos que son quizás los más peligrosos de todos. Estas son nubes ardientes que descienden desde la cima a grandes velocidades, siguiendo las depresiones topográficas para arrasarlo todo a su paso. El paquete de materiales gruesos y finos mezclados con gases y vapores a alta temperatura ya ha cobrado la vida de visitantes curiosos. De igual modo la actividad explosiva con

proyectiles dirigidos ha producido fatales accidentes en un perímetro más cercano a la cima.³⁵



Figura 3-63

Fotografía de erupción del volcán Arenal en la madrugada

(Fuente: <http://images.onsite.com/mipagina.univision.com/user/siuslaw/arenal-a.jpg>)

Nuevamente en 1975, el 17 de junio, un flujo piroclástico descendió por el flanco noroeste hacia el valle del río Tabacón, dejando un saldo de 2 muertos, tras una explosión con VEI de 3. Posteriormente el 21 de octubre de 1976 se registró otro evento similar que dejó 70000 afectados.³⁶

Entre 1984 y 2006 ha presentado actividad estromboleana, coladas de lava y presencia de flujos piroclásticos. Desde 1993 hasta el presente año han ocurrido 5 grandes flujos que han descendido por el flanco norte, noroeste y suroeste, como el registrado por el EM-DAT, el 5 de mayo de 1998, el cual dejó un total de 450 afectados.



Figura 3-64

Erupción del volcán Arenal

(Fuente: Rafael Barquero. RSN)

³⁵ OVSICORI

³⁶ EM-DAT

Volcán Poas

La erupción histórica más violenta fue la del 25 de enero de 1910. Esta fue una erupción tipo vulcaniana que tuvo una columna de gases, cenizas y bloques de unos 8000 m de altitud sobre el nivel del cráter. Las cenizas afectaron todo el Valle Central, incluso llegaron hasta Cartago. El Atlas de información territorial para el desarrollo sostenible y la reducción del riesgo registra este evento con un índice de explosividad volcánica de 2.



Figura 3-65

Imagen del Volcán Poás

(Fuente: http://www.infoweb.co.cr/turismo/parques/volcan_poas.html)

Otro periodo de fuerte actividad freatomagmática y estromboleana se registró entre 1953-1955 la cual fue acompañada de la extrusión de un domo lávico y una colada intracrática. En noviembre de 1953, se presentaron erupciones acompañadas de bombas y escorias. En enero de 1954 hubo erupciones de ceniza, con caída sobre el flanco sur, a una distancia de hasta 15 km. Desde entonces y hasta 1986 se mantuvo una actividad freatomagmática con erupciones pequeñas y moderadas.

A partir de 1986 se inició un nuevo periodo de actividad caracterizado por el incremento en las erupciones freáticas geiseriformes y el secado de la laguna intracrática. En 1989 se observaron vigorosas emisiones de gases y vapor desde las fumarolas localizadas dentro del cráter; las más fuertes alcanzaban alturas de hasta 2000 m. Se interpretó la actividad de 1986-1990 como el resultado del ascenso de un pequeño cuerpo de magma que rompió su techo fracturado bajo el cráter (Barquero y Soto, 1992, Fernández, 1990).

Volcán Irazú

El último ciclo eruptivo se dio entre 1962 y 1965. Desde agosto de 1962 se observó una actividad fumarólica tenue, que ya en enero de 1963 cambió a emisiones de ceniza. El 13 de marzo de ese año se presentaron fuertes explosiones vulcanianas, de índice 3, que dejaron 40 muertos, según lo reportado por el National Geophysical Data Center. Desde este mes hasta febrero de 1965, sucedieron múltiples explosiones vulcanianas y estrombolianas de mayor y menor tamaño y emisión constante de gases y lances casi continuos de piroclastos, cuyas cenizas fueron transportadas por el viento principalmente hacia los

flancos oeste (máximo alcance reportado en la Península de Nicoya a 200 km) y suroeste del volcán (Barquero P. et al 2005).



Figura 3-66
Imagen del Volcán Irazú
(Fuente: Fuente: RSN)

El evento sísmico más importante en los últimos 50 años en el Irazú fue el Terremoto de Patillos de 1952 (magnitud 5,5), el cual se ubicó en el flanco NW del aparato volcánico y provocó grandes deslizamientos en esa área. Previo al inicio de la actividad eruptiva en 1962 no se reportaron grandes sismos, sino solamente incremento en la actividad fumarólica, aunque en ese tiempo no se contaba con instrumentación de ningún tipo, por lo que es probable que la actividad sísmica precursora fue de muy baja magnitud y no sensible para las personas. Posteriormente se registraron dos enjambres sísmicos de corta duración en 1982.

En enero de 1991 se detectó sismicidad en el macizo del Irazú, que permaneció hasta febrero, y luego desde mayo hasta 1992 en forma decreciente, con variantes en sus características de profundidad, localización y origen, pero siempre asociados espacialmente con el cráter principal. En junio de 1991 se dio la reaparición de la laguna intracratéica y fumarolas en su interior y periferia, que permanecen hasta abril de 1995. Esta intranquilidad del Irazú ha sido interpretada como un proceso disparado por los sismos de Piedras Negras (22 de diciembre de 1990, MD= 5,8) y de Limón-Telire (22 de abril de 1991, MS= 7,4, MD= 6,4), los cuales llevaron a un estado de metaestabilidad a las fallas en los alrededores del volcán, y facilitaron liberación de fluidos de cuerpos magmáticos profundos, que a su vez reactivaron el sistema geotérmico somero bajo el Cráter Principal. Con base en el monitoreo sísmológico, geoquímico y observacional desarrollado en el Irazú desde enero de 1991, se piensa que este estado no degenerará en una etapa eruptiva pronta, sino que permanecerá por años, a menos que otro factor desestabilizante actúe (v.gr.: un sismo regional de gran magnitud o un ascenso magmático profundo); (Barquero et al., 1995). Durante los últimos años, la actividad sísmica en el volcán ha sido muy baja, registrándose unos pocos sismos de baja magnitud.

Volcán Turrialba

La única erupción histórica fue entre septiembre de 1864 y marzo de 1866. Previo a 1864 se divisaron fumarolas, visibles desde el Valle Central. En Febrero de 1866 se presentó una erupción tipo estromboleana acompañada de ceniza, que cubrió parte del territorio nacional. Las cenizas llegaron a Realejo, cerca de Corinto, Nicaragua (Sapper, 1925).



Figura 3-67

Imagen de fumarolas en el volcán Turrialba

(Fuente: <http://www.elazucarero.com/index.php?news=97>)

Según investigaciones del pasado eruptivo del Turrialba (hechas por el geólogo Mark Reagan), la más grande erupción de los últimos 4000 años sucedió hace cerca de 2000 años (o sea, cerca del año 1), y luego hubo erupciones violentas cerca de los años 700 y 1400. Después de 1866, solo se ha mantenido actividad fumarólica, hasta la fecha.

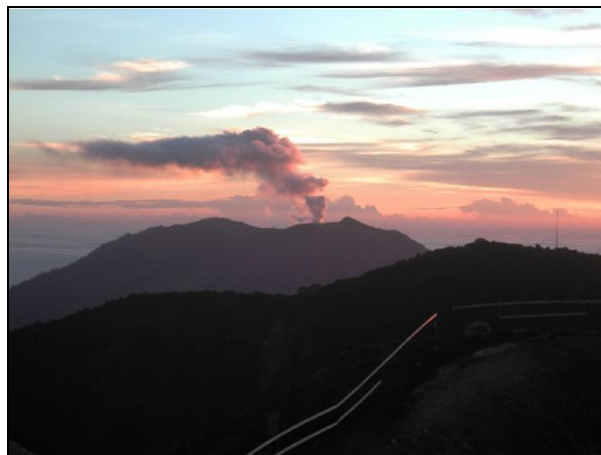


Figura 3-68

Imagen lateral del volcán Turrialba

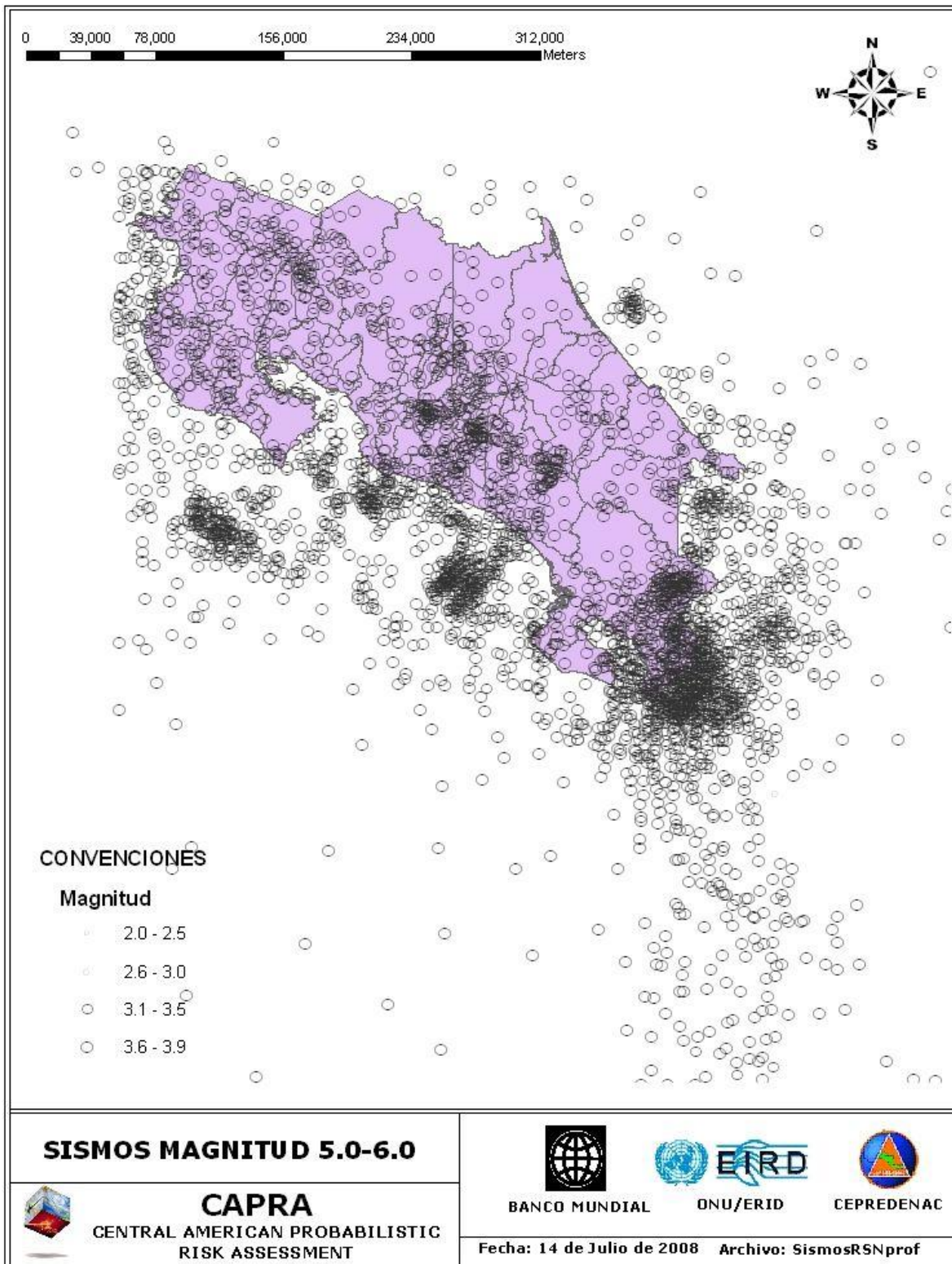
(Fuente: http://www.cientec.or.cr/astronomia10norte/uploaded_images/EP SN0022-798576.JPG)

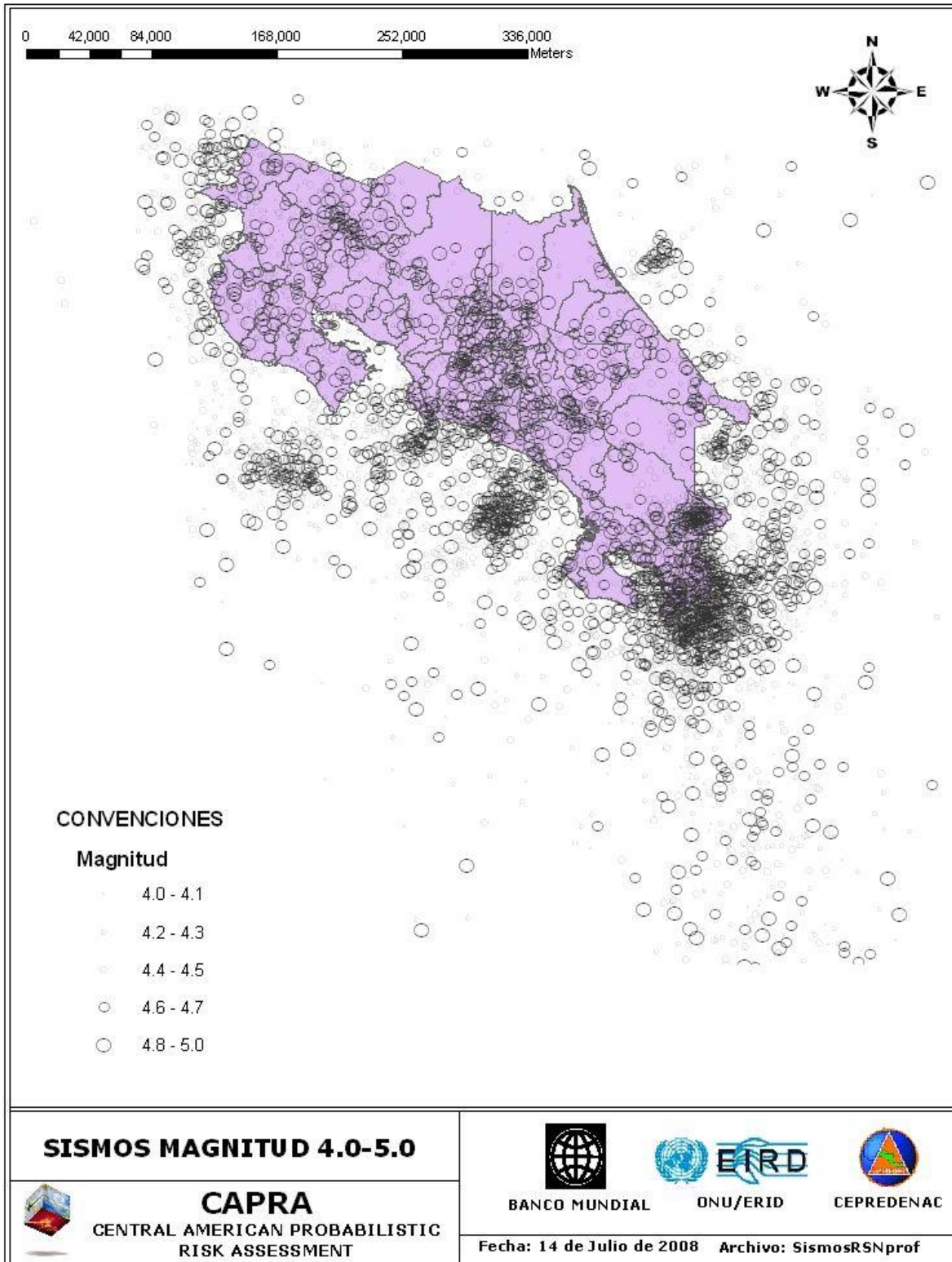
A partir de marzo de 1996, las actividades sísmicas y fumarólicas han registrado algunos picos. Hacia Abril y Mayo de 2007 el volcán evidenció una notable actividad.

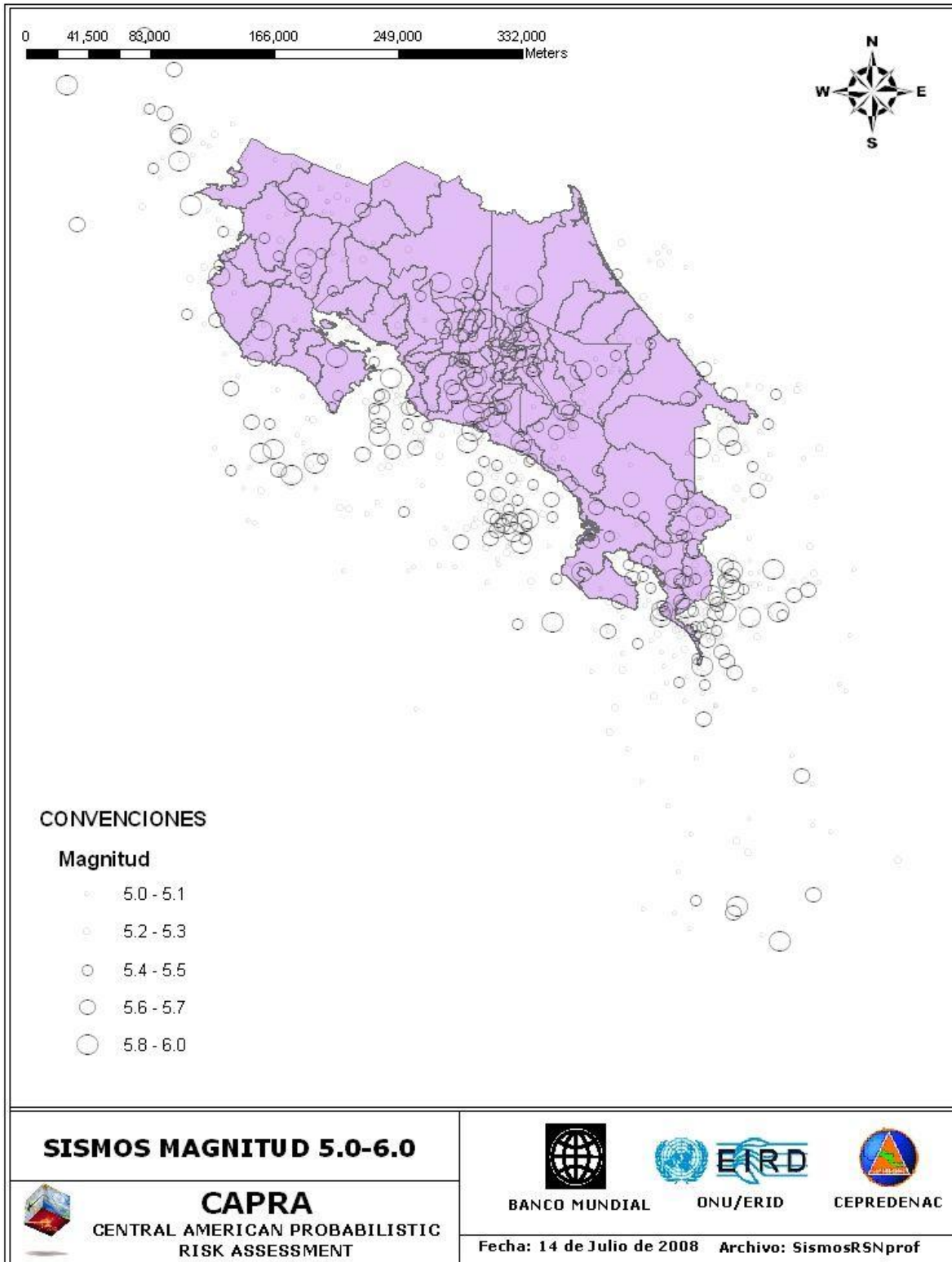
ANEXO ERN-CAPRA-T2-1-1 Sismos Costa Rica

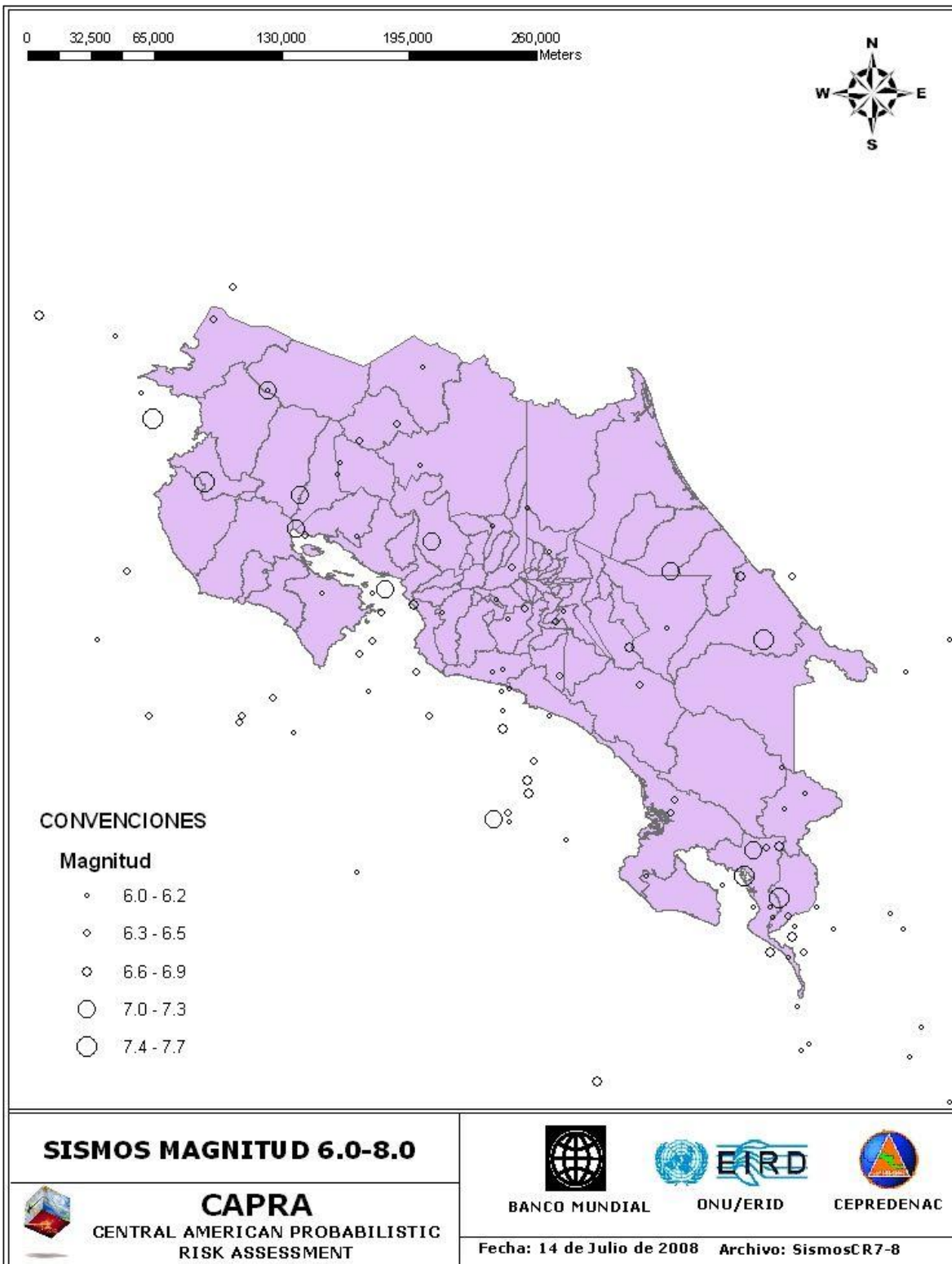
(Anexo digital. Archivo Anexo ERN-CAPRA-T2-1-1 - Sismos Costa Rica.xls)

ANEXO ERN-CAPRA-T2-1-2 Mapas de Sismos Costa Rica





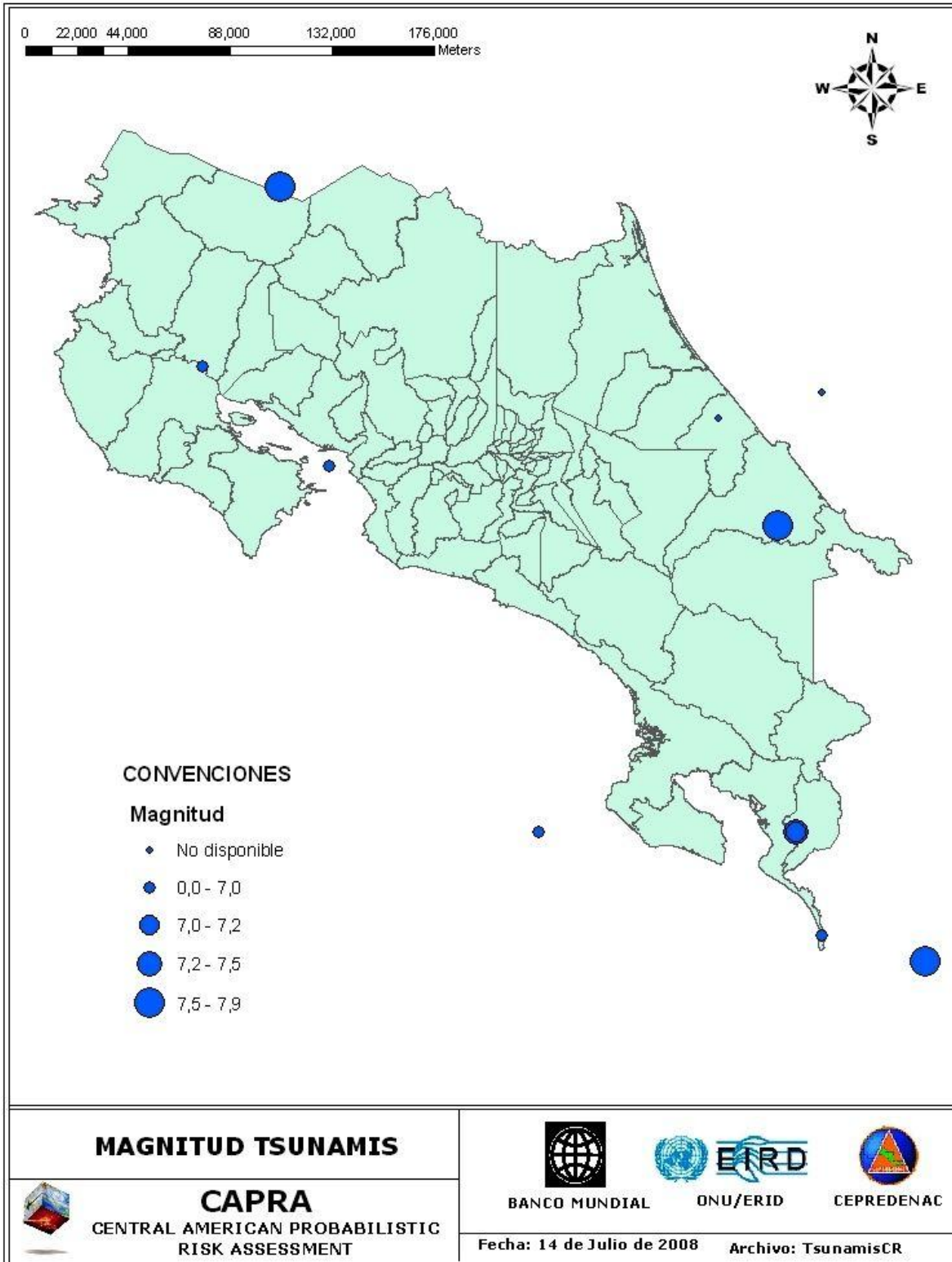




ANEXO ERN-CAPRA-T2-1-3 Tsunamis Costa Rica

(Anexo digital. Archivo Anexo ERN-CAPRA-T2-1-3 - Tsunamis Costa Rica.xls)

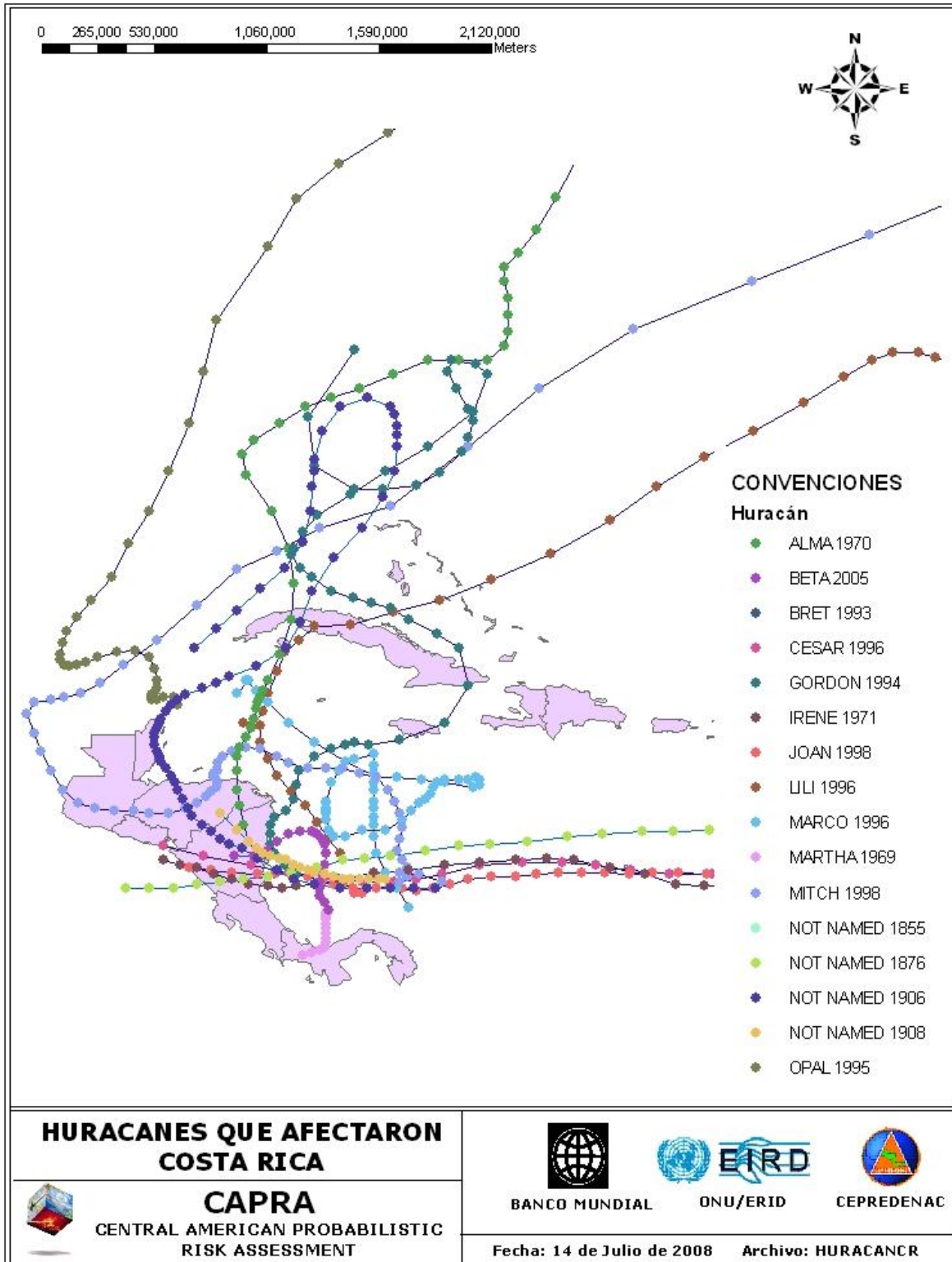
ANEXO ERN-CAPRA-T2-1-4
Mapa de Tsunamis Costa Rica



ANEXO ERN-CAPRA-T2-1-5 Huracanes Costa Rica

(Anexo digital. Archivo Anexo ERN-CAPRA-T2-1-5 - Huracanes Costa Rica.xls)

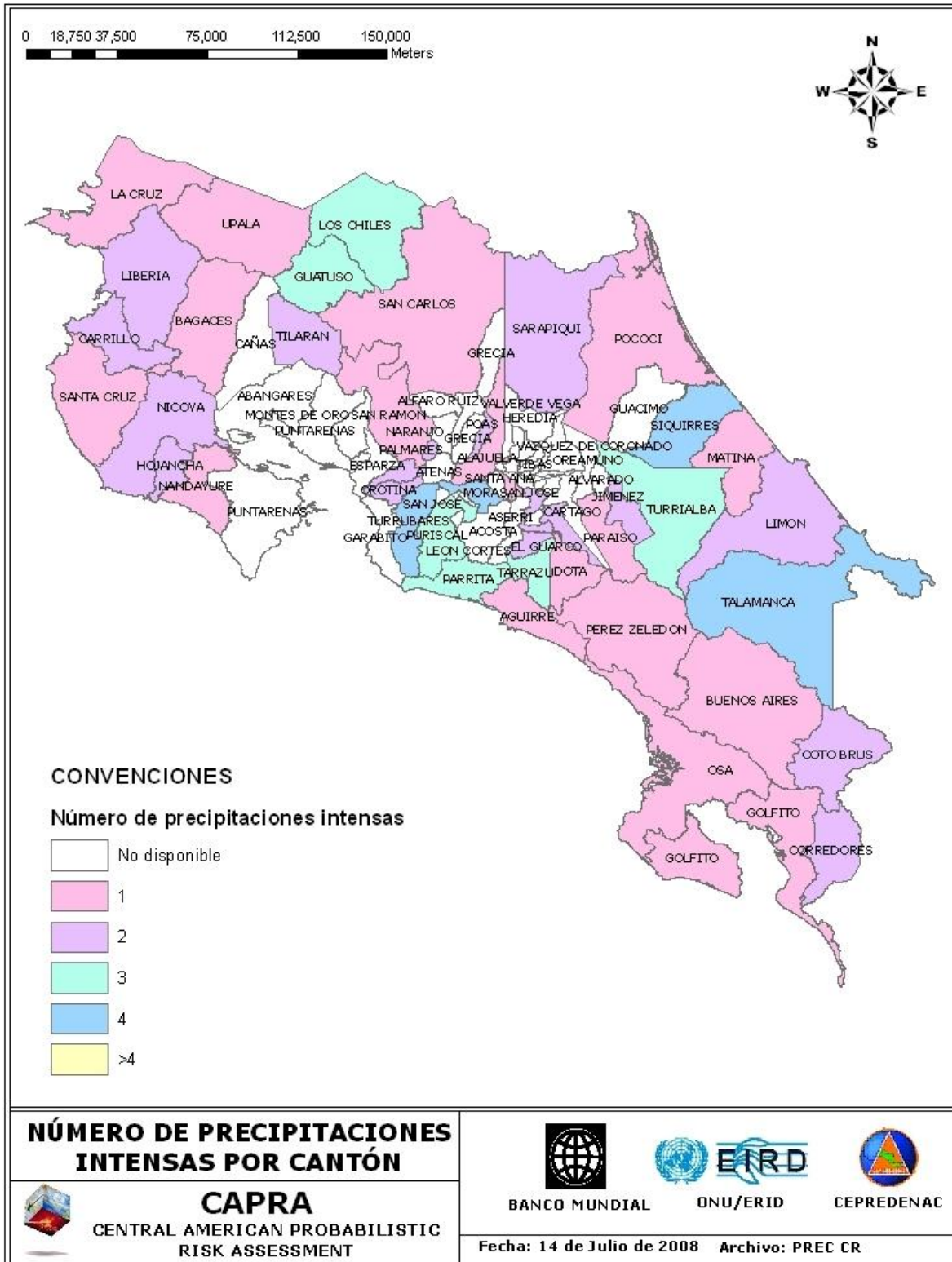
ANEXO ERN-CAPRA-T2-1-6
Mapa de Huracanes Costa Rica



ANEXO ERN-CAPRA-T2-1-7 Precipitaciones Intensas Costa Rica

(Anexo digital. Archivo Anexo ERN-CAPRA-T2-1-7 - Precipitaciones intensas Costa Rica.xls)

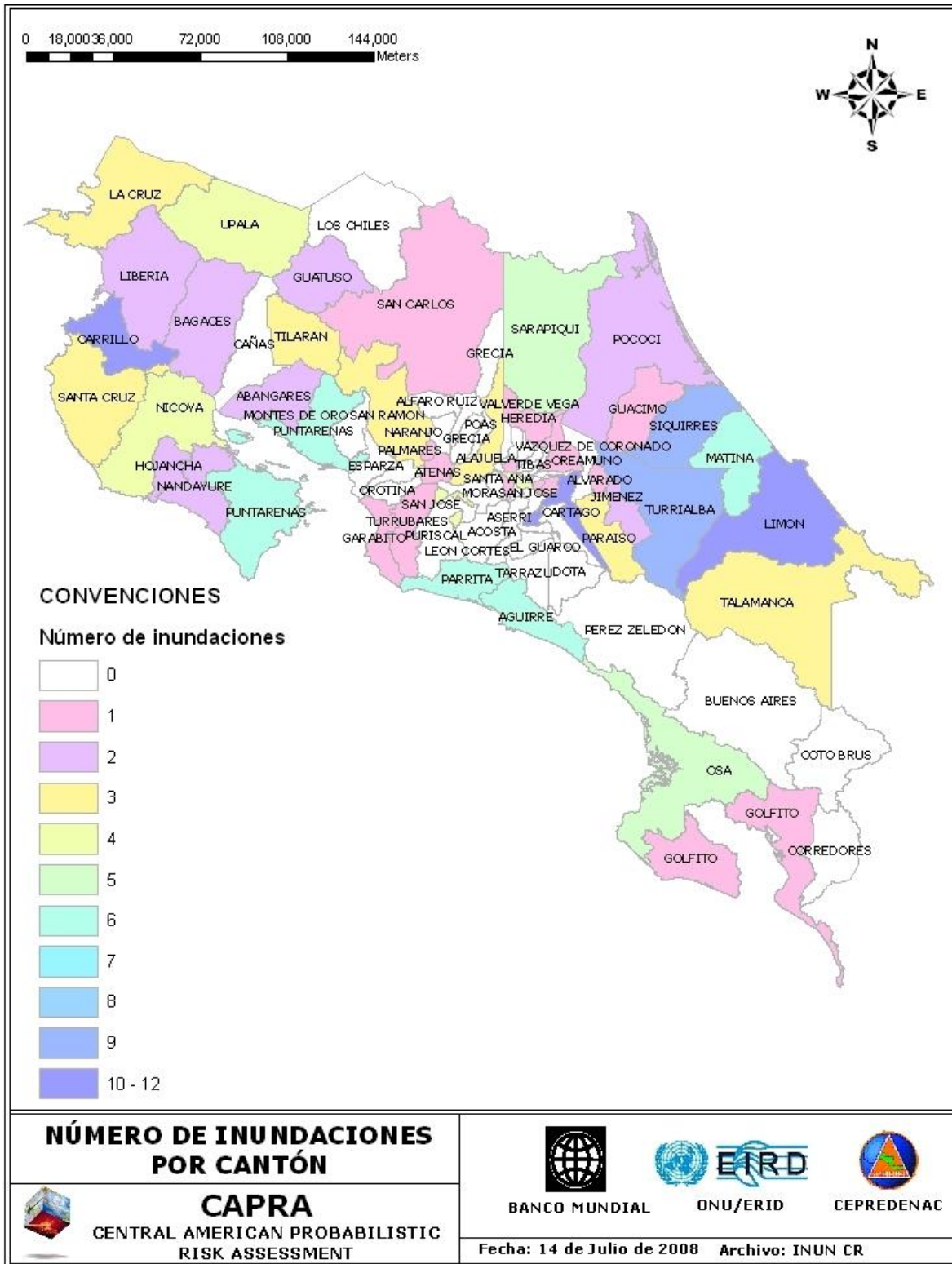
ANEXO ERN-CAPRA-T2-1-8
Mapa de Precipitaciones Intensas Costa Rica



ANEXO ERN-CAPRA-T2-1-9 Inundaciones Costa Rica

(Anexo digital. Archivo Anexo ERN-CAPRA-T2-1-9 - Inundaciones Costa Rica.xls)

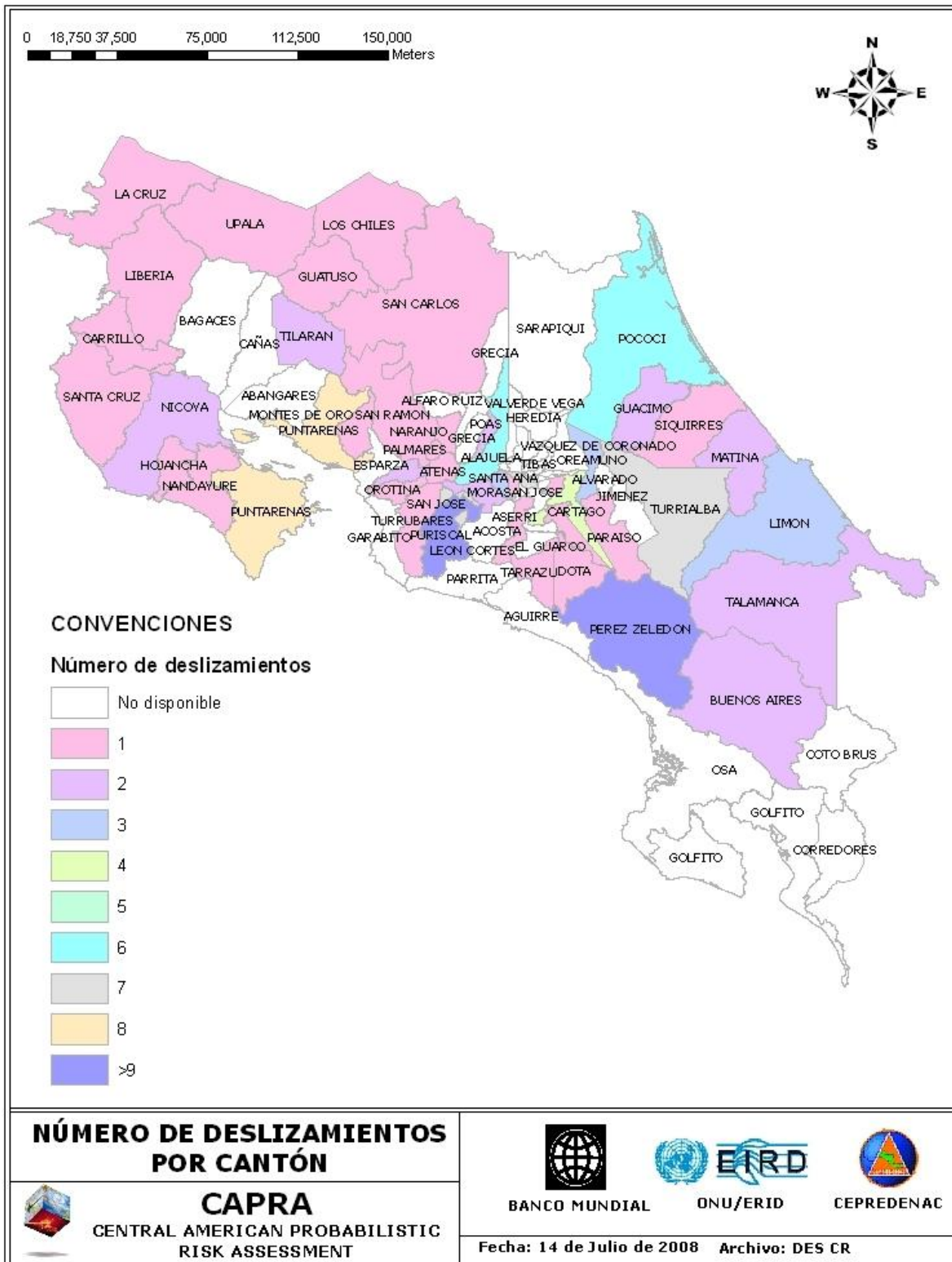
ANEXO ERN-CAPRA-T2-1-10
Mapa de Inundaciones Costa Rica



ANEXO ERN-CAPRA-T2-1-11 Deslizamientos Costa Rica

(Anexo digital. Archivo Anexo ERN-CAPRA-T2-1-11 - Deslizamientos Costa Rica.xls)

ANEXO ERN-CAPRA-T2-1-12
Mapa de Deslizamientos Costa Rica



ANEXO ERN-CAPRA-T2-1-13 Erupciones Volcánicas Costa Rica

(Anexo digital. Archivo Anexo ERN-CAPRA-T2-1-13 - Erupciones volcánicas Costa Rica.xls)

ANEXO ERN-CAPRA-T2-1-14
Mapa de Erupciones Volcánicas Costa Rica

