

CAPRA

CENTRAL AMERICA PROBABILISTIC RISK ASSESSMENT
EVALUACIÓN PROBABILISTA DE RIESGOS EN CENTRO AMÉRICA

EL SALVADOR

TAREA I

**IDENTIFICACIÓN DE AMENAZAS, REVISIÓN
HISTÓRICA Y ANÁLISIS PROBABILISTA**

INFORME TÉCNICO SUBTAREA 1.1 B

**REVISIÓN DE EVENTOS HISTÓRICOS
IMPORTANTES**





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

Consortio conformado por:

Colombia

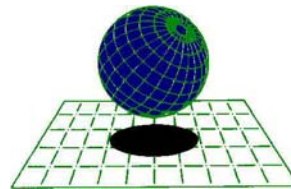
Carrera 19A # 84-14 Of 504
Edificio Torrenova
Tel. 57-1-691-6113
Fax 57-1-691-6102
Bogotá, D.C.



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)

César Augusto Velásquez V.
Especialista ERN (COL)

Karina Santamaría D.
Especialista ERN (COL)

Mauricio Cardona O.
Asistente Técnico ERN (COL)

Andrés Mauricio Torres C.
Asistente Técnico ERN (COL)

Diana Marcela González C.
Asistente Técnico ERN (COL)

Yinsury Sodel Peña V.
Asistente Técnico ERN (COL)

Andrei Garzón B.
Asistente Técnico ERN (COL)

Carlos Eduardo Avelar F.
Especialista ERN (MEX)

Benjamín Huerta G.
Especialista ERN (MEX)

Mauro Pompeyo Niño L.
Especialista ERN (MEX)

Isaías Martínez A.
Asistente Técnico ERN (MEX)

Edgar Osuna H.
Asistente Técnico ERN (MEX)

José Juan Hernández G.
Asistente Técnico ERN (MEX)

Marco Torres
Asesor Asociado (MEX)

Johner Venicio Correa C.
Asistente Técnico ERN (COL)

Mabel Cristina Marulanda F.
Especialista CIMNE(ESP)

Jairo Andrés Valcárcel T.
Especialista CIMNE(ESP)

Juan Pablo Londoño L.
Especialista CIMNE(ESP)

René Salgueiro
Especialista CIMNE(ESP)

Nieves Lantada
Especialista CIMNE(ESP)

Álvaro Martín Moreno R.
Asesor Asociado (COL)

Mario Díaz-Granados O.
Asesor Asociado (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

Oscar A. Ishizawa
Especialista

Joaquín Toro
Especialista

Fernando Ramírez C.
Especialista

Edward C. Anderson
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	Sismo	3-1
3.1.1	Curvas estadísticas	3-5
3.1.2	Eventos históricos importantes.....	3-11
3.2	Tsunami	3-15
3.2.1	Curvas estadísticas	3-16
3.2.2	Eventos históricos importantes.....	3-20
3.3	Huracanes	3-21
3.3.1	Curvas estadísticas	3-23
3.3.2	Eventos históricos importantes.....	3-28
3.4	Lluvias Intensas.....	3-30
3.4.1	Curvas estadísticas	3-31
3.4.2	Eventos históricos importantes.....	3-33
3.5	Inundaciones.....	3-34
3.5.1	Curvas estadísticas	3-36
3.5.2	Eventos históricos importantes.....	3-40
3.6	Deslizamientos	3-43
3.6.1	Curvas estadísticas	3-45
3.6.2	Eventos históricos importantes.....	3-49
3.7	Erupciones volcánicas	3-50
3.7.1	Curvas estadísticas	3-52
3.7.2	Eventos históricos importantes.....	3-57

Anexo ERN-CAPRA-T1.1B-1 Sismos El Salvador.xls - Archivo digital

Anexo ERN-CAPRA-T1.1B-2 Tsunamis El Salvador.xls - Archivo digital

Anexo ERN-CAPRA-T1.1B-3 Huracanes El Salvador.xls - Archivo digital

Anexo ERN-CAPRA-T1.1B-4 Precipitaciones El Salvador.xls - Archivo digital

Anexo ERN-CAPRA-T1.1B-5 Inundaciones El Salvador.xls - Archivo digital

Anexo ERN-CAPRA-T1.1B-6 Deslizamientos El Salvador.xls - Archivo digital

Anexo ERN-CAPRA-T1.1B-7 Volcanes El Salvador.xls - Archivo digital

Índice de figuras

FIGURA 3-1 CATÁLOGO SÍSMICO PARA EL SALVADOR (SISMOS DE MAGNITUDES M_b ENTRE 3 Y 4)	3-3
FIGURA 3-2 CATÁLOGO SÍSMICO PARA EL SALVADOR (SISMOS DE MAGNITUDES M_b ENTRE 4 Y 5)	3-4
FIGURA 3-3 CATÁLOGO SÍSMICO PARA EL SALVADOR (SISMOS DE MAGNITUDES M_b ENTRE 5 Y 6)	3-5
FIGURA 3-4 NÚMERO DE SISMOS POR AÑO REGISTRADOS EN EL SALVADOR PARA TODO EL PERIODO DE ANÁLISIS	3-6
FIGURA 3-5 NÚMERO DE SISMOS POR AÑO REGISTRADOS EN EL SALVADOR PARA EL PERIODO DE INSTRUMENTACIÓN	3-6
FIGURA 3-6 NÚMERO DE SISMOS POR DÉCADA REGISTRADOS EN EL SALVADOR PARA TODO EL PERIODO DE ANÁLISIS	3-7
FIGURA 3-7 NÚMERO DE SISMOS POR DÉCADA REGISTRADOS EN EL SALVADOR PARA EL PERIODO DE INSTRUMENTACIÓN	3-7
FIGURA 3-8 CURVA DE GUTENBERG RICHTER PARA EL CATÁLOGO SÍSMICO DE EL SALVADOR	3-8
FIGURA 3-9 NÚMERO DE EVENTOS SÍSMICOS POR PROFUNDIDAD PARA EL SALVADOR	3-8
FIGURA 3-10 NÚMERO DE EVENTOS SÍSMICOS POR AÑO PARA CADA INTERVALO DE MAGNITUD M_b – EL SALVADOR (PERIODO DE 1973 A 2009)	3-9
FIGURA 3-11 NÚMERO DE EVENTOS SÍSMICOS POR AÑO PARA CADA INTENSIDAD – EL SALVADOR (PERIODO DE 1961 A 2001)	3-9
FIGURA 3-12 EL TERREMOTO DEL 16 DE ABRIL DE 1854, DIBUJADO POR EL VIAJERO POLACO-FRANCÉS ARNOLD BOSCOWITS	3-12
FIGURA 3-13 DOS VISTAS DEL TEATRO COLÓN, EN EL COSTADO ORIENTAL DEL PARQUE BOLÍVAR (HOY LLAMADO PARQUE BARRIOS), DESTRUIDO POR UN INCENDIO CAUSADO POR EL TERREMOTO DEL 7 DE JUNIO DE 1917	3-13
FIGURA 3-14 MAPA DE UBICACIÓN DE SISMOS QUE HAN GENERADO TSUNAMIS CON AFECTACIÓN EN LAS COSTAS	3-16
FIGURA 3-15 NÚMERO DE TSUNAMIS POR AÑO REGISTRADOS EN EL SALVADOR PARA EL PERIODO DE ANÁLISIS 1859 -1929	3-17
FIGURA 3-16 NÚMERO DE TSUNAMIS POR AÑO REGISTRADOS EN EL SALVADOR PARA EL PERIODO DE ANÁLISIS 1930 - 2001	3-17
FIGURA 3-17 NÚMERO DE TSUNAMIS POR DÉCADA REGISTRADOS EN EL SALVADOR PARA TODO EL PERIODO DE ANÁLISIS	3-18
FIGURA 3-18 CURVA DE FRECUENCIA DE TSUNAMIS PARA EL SALVADOR	3-18
FIGURA 3-19 NÚMERO DE TSUNAMIS POR AÑO PARA CADA MAGNITUD DEL SISMO GENERADOR - EL SALVADOR (PERIODO DE 1859 A 2001)	3-19
FIGURA 3-20 TRAYECTORIAS DE HURACANES QUE HAN AFECTADO A EL SALVADOR	3-23
FIGURA 3-21 NÚMERO DE HURACANES VIENTO PARA CADA AÑO, REGISTRADOS EN EL SALVADOR DURANTE TODO EL PERIODO DE ANÁLISIS	3-24
FIGURA 3-22 NÚMERO DE HURACANES VIENTO POR DÉCADA, REGISTRADOS EN EL SALVADOR PARA TODO EL PERIODO DE ANÁLISIS	3-24
FIGURA 3-23 CURVA DE FRECUENCIA DE HURACANES VIENTO PARA EL SALVADOR	3-25
FIGURA 3-24 NÚMERO DE HURACANES VIENTO POR AÑO PARA CADA CATEGORÍA SEGÚN LA ESCALA SAFFIR-SIMPSON – EL SALVADOR (PERIODO DE 1906 A 2007)	3-26
FIGURA 3-25 IMAGEN SATELITAL HURACÁN FIFI	3-28
FIGURA 3-26 IMAGEN TRAYECTORIA HURACÁN FIFI	3-28
FIGURA 3-27 IMAGEN SATELITAL HURACÁN STAN	3-29
FIGURA 3-28 PRECIPITACIONES INTENSAS POR DEPARTAMENTO PARA EL SALVADOR (1929 -2008)	3-31
FIGURA 3-29 NÚMERO DE PRECIPITACIONES INTENSAS PARA CADA AÑO REGISTRADAS EN EL SALVADOR ENTRE 1920 A 2008	3-32

FIGURA 3-30 NÚMERO DE PRECIPITACIONES DE GRAN IMPACTO POR DÉCADA REGISTRADAS EN EL SALVADOR ENTRE 1920 A 2008.....	3-32
FIGURA 3-31 NÚMERO DE PRECIPITACIONES DE GRAN IMPACTO POR DEPARTAMENTO EN EL SALVADOR ENTRE 1920 A 2008.....	3-33
FIGURA 3-32 NÚMERO DE INUNDACIONES POR DEPARTAMENTO PARA EL SALVADOR	3-36
FIGURA 3-33 NÚMERO DE INUNDACIONES PARA CADA AÑO REGISTRADAS EN EL SALVADOR DURANTE TODO EL PERIODO DE ANÁLISIS.....	3-37
FIGURA 3-34 NÚMERO DE INUNDACIONES PARA CADA AÑO REGISTRADAS EN EL SALVADOR PARA EL PERIODO DE 1960 A 2008.....	3-37
FIGURA 3-35 NÚMERO DE INUNDACIONES POR DÉCADA REGISTRADAS EN EL SALVADOR.....	3-38
FIGURA 3-36 NÚMERO DE INUNDACIONES POR DEPARTAMENTO EN EL SALVADOR.....	3-38
FIGURA 3-37 INUNDACIONES POR AÑO PARA CADA DURACIÓN DEL FENÓMENO - EL SALVADOR.....	3-39
FIGURA 3-38 DESLIZAMIENTOS POR DEPARTAMENTO PARA EL SALVADOR.....	3-45
FIGURA 3-39 NÚMERO DE DESLIZAMIENTOS PARA CADA AÑO REGISTRADOS EN EL SALVADOR DURANTE TODO EL PERIODO DE ANÁLISIS.....	3-46
FIGURA 3-40 NÚMERO DE DESLIZAMIENTOS PARA CADA AÑO REGISTRADOS EN EL SALVADOR PARA EL PERIODO DE 1982 A 2001.....	3-46
FIGURA 3-41 NÚMERO DE DESLIZAMIENTOS POR DÉCADA REGISTRADOS EN EL SALVADOR.....	3-47
FIGURA 3-42 NÚMERO DE DESLIZAMIENTOS POR DEPARTAMENTO EN EL SALVADOR.....	3-47
FIGURA 3-43 DESLIZAMIENTOS POR AÑO PARA CADA TIPO DE EVENTO - EL SALVADOR.....	3-48
FIGURA 3-44 ERUPCIONES VOLCÁNICAS PARA EL SALVADOR EN FUNCIÓN DEL ÍNDICE DE EXPLOSIVIDAD VOLCÁNICA	3-52
FIGURA 3-45 NÚMERO DE ERUPCIONES VOLCÁNICAS REGISTRADAS EN EL SALVADOR (PERIODO 430-1900).....	3-53
FIGURA 3-46 NÚMERO DE ERUPCIONES VOLCÁNICAS REGISTRADAS EN EL SALVADOR (PERIODO 1900-2009).....	3-53
FIGURA 3-47 NÚMERO DE ERUPCIONES VOLCÁNICAS POR DÉCADA REGISTRADAS EN EL SALVADOR (PERIODO 430 - 1800).....	3-54
FIGURA 3-48 NÚMERO DE ERUPCIONES VOLCÁNICAS POR DÉCADA REGISTRADAS EN EL SALVADOR (PERIODO 1800 - 2009).....	3-54
FIGURA 3-49 NÚMERO DE ERUPCIONES POR VOLCÁN PARA EL SALVADOR (PERIODO D.C.).....	3-55
FIGURA 3-50 NÚMERO DE ERUPCIONES POR VOLCÁN PARA EL SALVADOR EN FUNCIÓN DEL VEI.....	3-55
FIGURA 3-51 NÚMERO DE EVENTOS POR AÑO EN FUNCIÓN DEL VEI. PERIODO ANALIZADO: AÑO 450 A 2005.	3-56
FIGURA 3-52 NÚMERO DE EVENTOS CON MAGNITUD DE VEI SUPERIOR O IGUAL A LA ESTABLECIDA	3-56
FIGURA 3-53 IMAGEN DEL VOLCÁN SANTA ANA.....	3-58
FIGURA 3-54 PANORÁMICA DEL VOLCÁN SANTA ANA	3-58
FIGURA 3-55 IMAGEN VOLCÁN IZALCO	3-59
FIGURA 3-56 IMAGEN VOLCÁN SAN MARCELINO	3-60
FIGURA 3-57 IMAGEN VOLCÁN SAN SALVADOR (QUEZALTEPEUE)	3-61
FIGURA 3-58 IMAGEN VOLCÁN EL PLAYÓN.....	3-62
FIGURA 3-59 IMAGEN LAGO ILOPANGO, CALDERA DE VOLCÁN ILOPANGO.	3-62
FIGURA 3-60 IMAGEN VOLCÁN SAN MIGUEL O CHAPARRASTIQUE	3-63
FIGURA 3-61 IMAGEN VOLCÁN CONCHAGUITA	3-64
FIGURA 3-62 IMAGEN DEL VOLCÁN DE SAN VICENTE.....	3-65

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 2005 EN EL SALVADOR	2-1
TABLA 2-2 VALORES TOTALES Y PROMEDIO DE PÉRDIDAS POR DESASTRES EN EL SALVADOR 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 EL SALVADOR.....	3-10
TABLA 3-3 CAMPOS ASOCIADOS AL CATÁLOGO DE TSUNAMIS	3-15
TABLA 3-4 REPORTES DE DAÑOS POR TSUNAMIS EN EL SALVADOR.....	3-19
TABLA 3-5 CAMPOS ASOCIADOS AL CATÁLOGO DE HURACANES.....	3-21
TABLA 3-6 CATEGORÍAS DE HURACANES EN LA ESCALA SAFFIR-SIMPSON	3-22
TABLA 3-7 REPORTES DE DAÑOS POR HURACÁN EN EL SALVADOR.....	3-26
TABLA 3-8 CAMPOS ASOCIADOS AL CATÁLOGO DE PRECIPITACIONES.....	3-30
TABLA 3-9 AFECTACIÓN POR PRECIPITACIONES INTENSAS EN EL SALVADOR	3-33
TABLA 3-10 CAMPOS ASOCIADOS AL CATÁLOGO DE INUNDACIONES.....	3-35
TABLA 3-11 CLASE DE SEVERIDAD PARA LAS INUNDACIONES	3-35
TABLA 3-12 PÉRDIDAS ECONÓMICAS Y HUMANAS POR INUNDACIONES EN EL SALVADOR	3-39
TABLA 3-13 CAMPOS ASOCIADOS AL CATÁLOGO DE DESLIZAMIENTOS.....	3-44
TABLA 3-14 MUERTOS, DESAPARECIDOS, HERIDOS Y AFECTADOS POR LOS DESLIZAMIENTOS EN EL SALVADOR.....	3-48
TABLA 3-15 CAMPOS ASOCIADOS AL CATÁLOGO DE ERUPCIONES VOLCÁNICAS.....	3-51
TABLA 3-16 ERUPCIONES VOLCÁNICAS CON EL MAYOR VEI EN EL SALVADOR	3-57

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 (p. ej 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 los desastres por eventos naturales 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 por eventos naturales ocurridos en el Caribe durante el siglo XX. 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	15 nov. 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	24 ago. 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 salvadoreño durante el siglo XX y lo que va corrido de este siglo, se destacan los sismos seguidos de las tormentas e inundaciones. La Tabla 2-1 resume los desastres más relevantes que han golpeado a El Salvador 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 2005 en El Salvador

(Fuente: Universidad Católica de Lovaina, "EM-DAT", The OFDA/CRED International Disaster Database", Bruselas (<http://www.emdat.be/Database/CountryProfile/countryprofile.php#top10lists>), 2009.)

Tipo de desastre	Fecha	N° de muertos	N° de afectados	Daños en miles de US\$
Tormenta	08/06/1934	2,000		
Tormenta	25/10/1998	475	84,000	388,100
Tormenta	01/10/2005		72,141	355,700
Sismo	10/10/1986	1,100	770,000	1,500,000
Sismo	06/05/1951	1,000		23,000
Sismo	13/01/2001	844	1,334,529	1,500,000
Sismo	13/02/2001	315	256,021	348,500
Sismo	02/01/1902	185		
Sismo	03/05/1965		139,720	35,000
Inundación	17/09/1982	500	68,000	280,000
Inundación	24/08/1988		39,060	
Epidemia	06/1991	155		
Epidemia	21/06/2003	304	50,000	
Sequía	05/2001		400,000	22,400
Sequía	05/1998			170,000

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 El Salvador para eventos destacados

(Fuente: Universidad Católica de Lovaina, "EM-DAT", The OFDA/CRED International Disaster Database", Bruselas (<http://www.emdat.be/Database/CountryProfile/countryprofile.php#top10lists>), 2009.)

	N° de Eventos	Muertos	Total Afectados	Daños US\$(000's)
Sequía	4	-	400,000	193,400
Prom. por Evento		-	100,000.0	48,350.0
Sismo	9	3,405	2'549,991	3,406,500
Prom. Por evento		378.0	283,332.0	378,500.0
Tsunami	1	185	-	-
Prom. Por evento		185.0	-	-
Epidemia no especificada	1	304	50,000	-
Prom. Por evento		304.0	50,000.0	-
Enfermedad bacterial infecciosa	2	155	5,975	-
Prom. Por evento		77.0	2,987.0	-
Enfermedad viral infecciosa	5	47	13,595	-
Prom. Por evento		9.4	2,719.0	-
Ola de frío	1	1	-	-
Prom. Por evento		1.0	-	-
Inundación no especificada	3	518	69,500	280,000
Prom. Por evento		172.7	23,166.0	93,333.0
Inundación relámpago	1	-	1,000	-
Prom. Por evento		-	1,000.0	-
Inundación generalizada	10	125	58,842	1,500
Prom. Por evento		12.5	5,884.0	150.0
Avalancha	1	22	-	-
Prom. Por evento		22.0	-	-
Deslizamiento	1	22	-	-
Prom. Por evento		22.0	-	-
Tormenta no especificada	1	4	2,000	-
Prom. Por evento		4.0	2,000.0	-
Ciclón tropical	9	2,559	164,181	745,410
Prom. Por evento		284.3	18,242.0	82,823.0
Volcanes	1	2	2,000	-
Prom. Por evento		2.0	2,000.0	-

3 Estadísticas específicas por evento

3.1 Sismo

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 en este inventario se generan curvas de sismos por año, década y distribución de sismos por año en función de la magnitud e intensidad del evento, 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 no hagan falta 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, descripción, efectos del evento 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 salvadoreñas. 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)
Magnitud	Texto	Magnitud en escalas diferentes a las anteriores. En la celda se especifica el valor de magnitud del sismo y el tipo de escala.
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	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 completa de sismos se presenta en el Anexo ERN-CAPRA-T1.1B-1. Se incluye un total de 4524 sismos con magnitud superior o igual a 2.0 en la escala Mb para el periodo comprendido entre 1524 y 2009. Esto corresponde a una frecuencia media de eventos de 1.55 sismos por año si se toma el periodo de análisis completo (485 años). Si se considera únicamente el periodo desde el cual aparentemente se inició la instrumentación sísmica en el país, entre 1973 y 2009, la frecuencia media de eventos resulta de 20.97 sismos por año.

La Figura 3-1 a la Figura 3-3 presentan la ubicación relativa de los sismos incluidos en la base de datos, clasificados por intervalos de magnitud M_b . Se observa que la mayor cantidad de puntos se encuentra en el rango de 3 a 5 grados en la escala M_b .

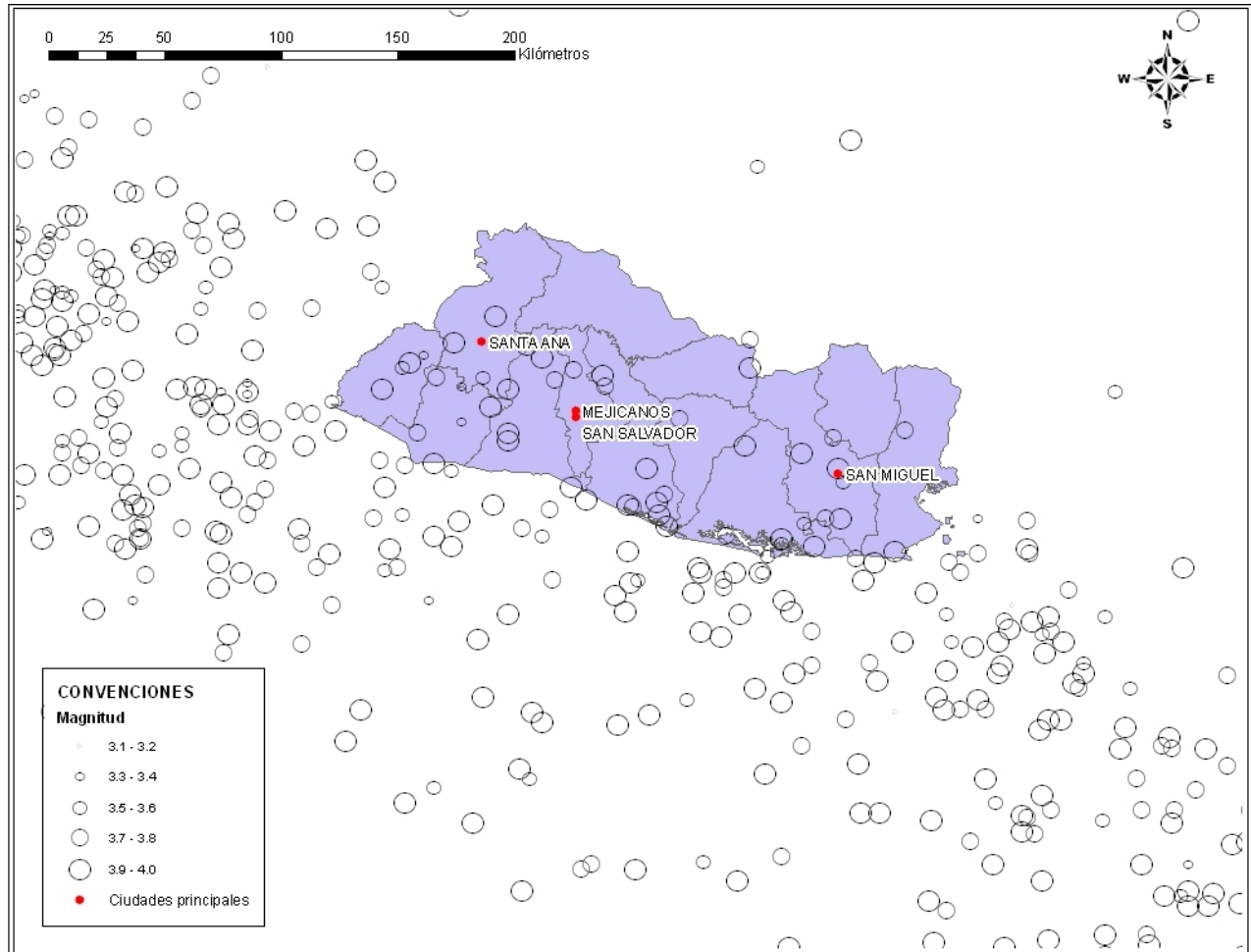


Figura 3-1
Catálogo sísmico para El Salvador (Sismos de magnitudes M_b entre 3 y 4)

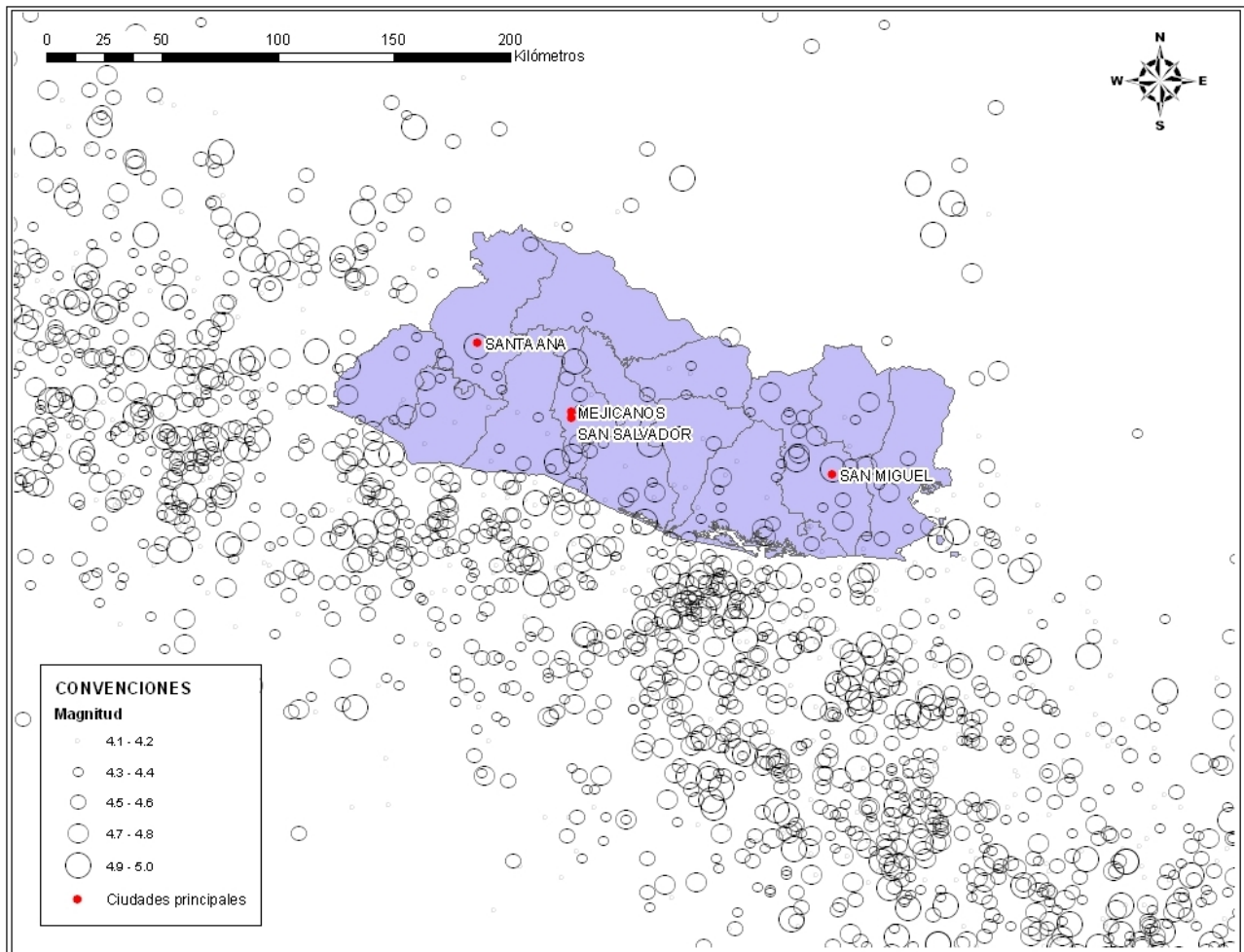


Figura 3-2
Catálogo sísmico para El Salvador (Sismos de magnitudes M_b entre 4 y 5)

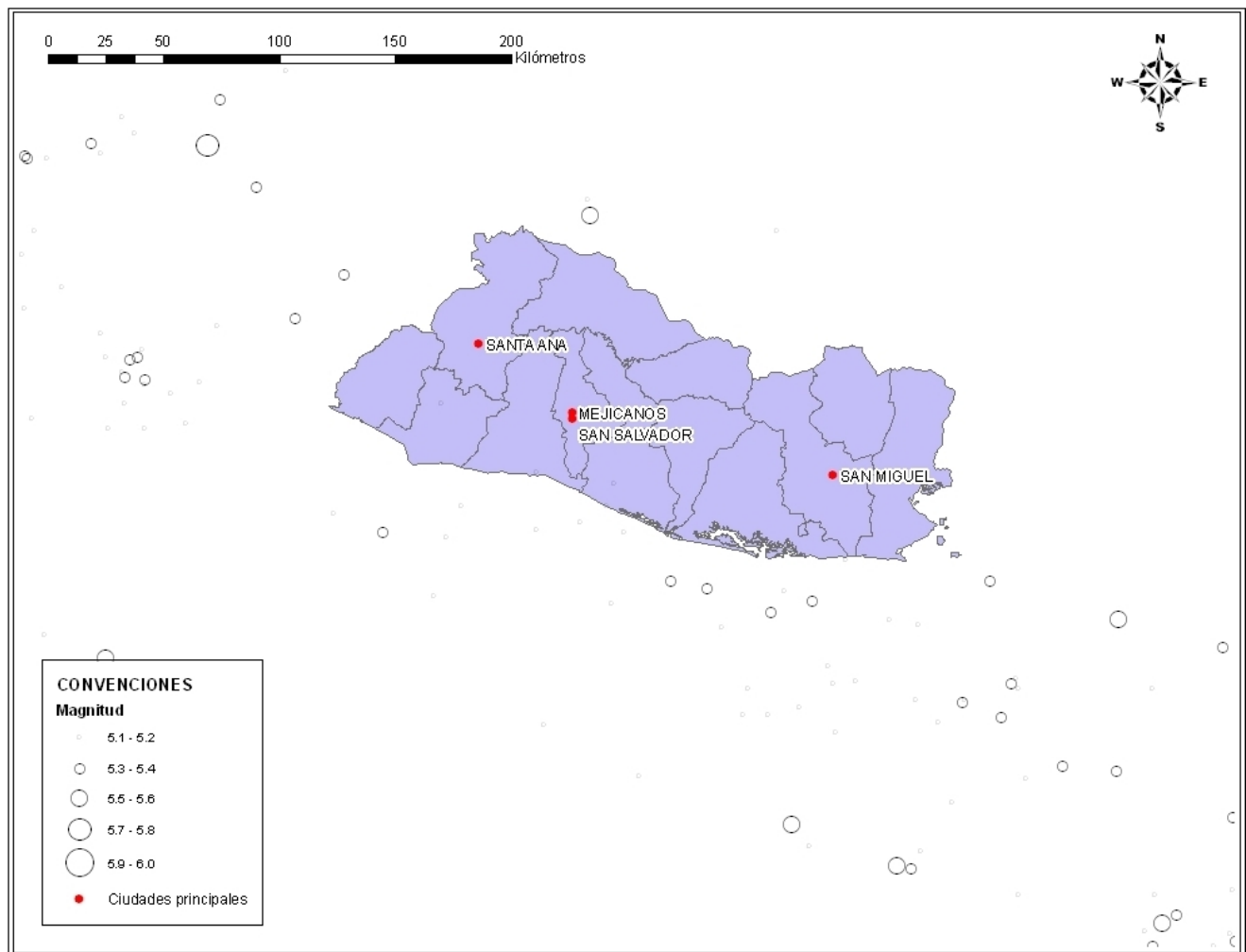


Figura 3-3

Catálogo sísmico para El Salvador (Sismos de magnitudes M_b entre 5 y 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 3-4 esquematiza el número de sismos ocurridos por año desde 1524 hasta 2009. Se observa claramente que desde el año 1973 se empieza a registrar un mayor número de sismos, gracias al aumento en la instrumentación sísmica. La Figura 3-5 indica en detalle el número de sismos por año para el rango de 1973 a 2009.

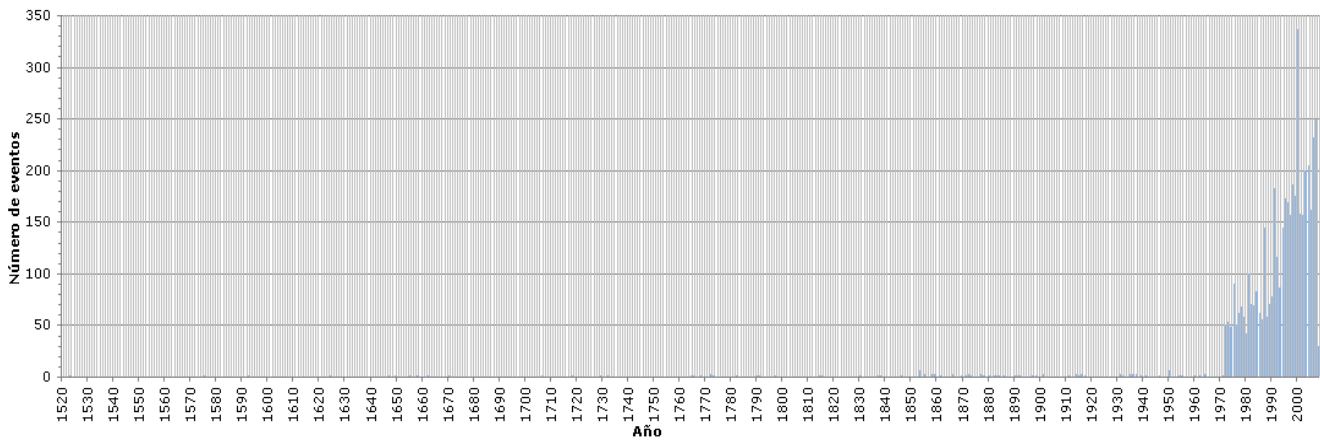


Figura 3-4

Número de sismos por año registrados en El Salvador para todo el periodo de análisis

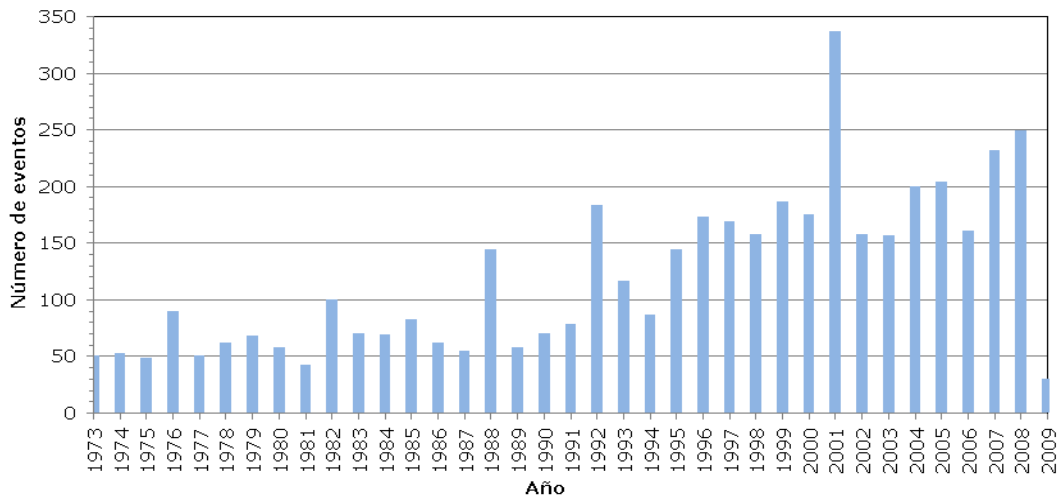


Figura 3-5

Número de sismos por año registrados en El Salvador para el periodo de instrumentación

Por su parte la Figura 3-6 señala el número de sismos con magnitud mayor o igual a 3.0, por décadas. La Figura 3-7 muestra un detalle del periodo por décadas de mayor cantidad de registros.

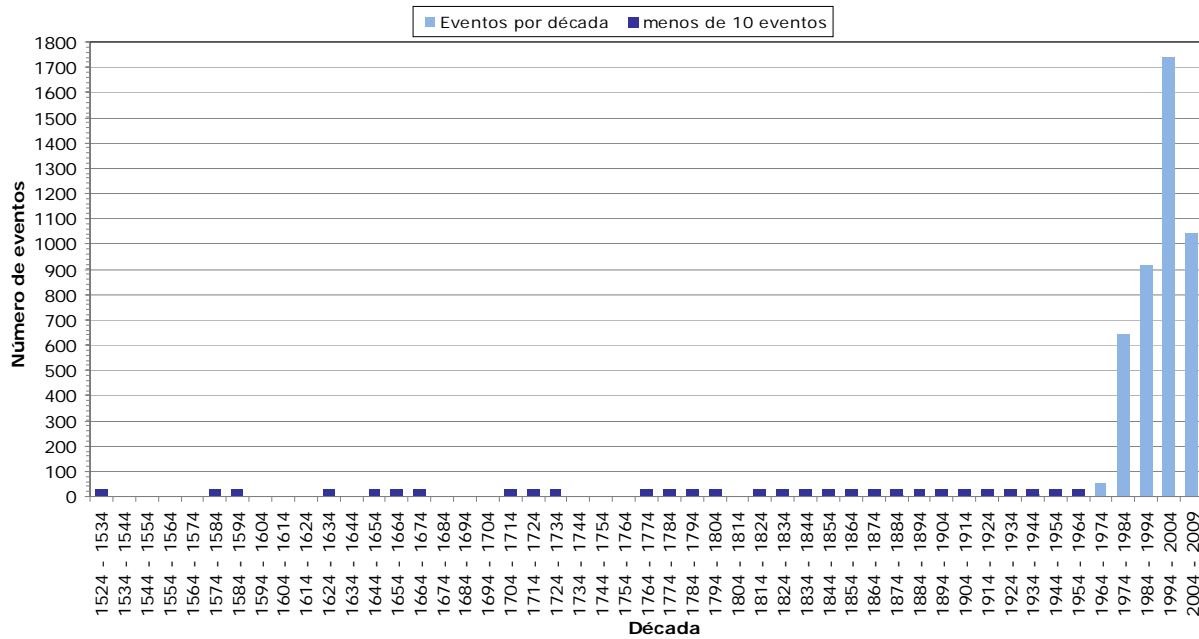


Figura 3-6

Número de sismos por década registrados en El Salvador para todo el periodo de análisis

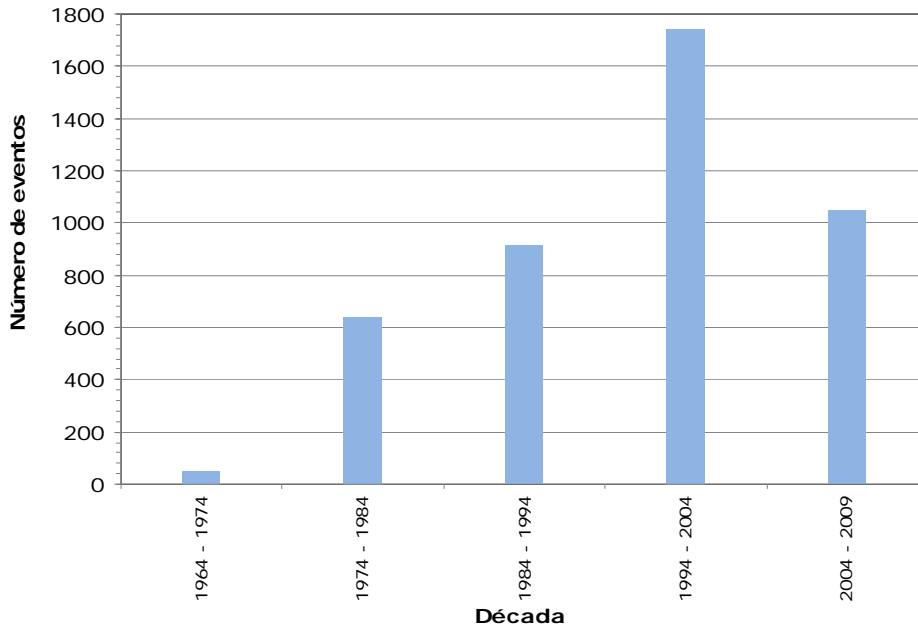


Figura 3-7

Número de sismos por década registrados en El Salvador para el periodo de instrumentación

La Figura 3-8 es la curva de recurrencia de Gutenberg-Richter para los eventos sísmicos del catálogo clasificados por magnitud Mb. 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 Mb. No se tienen registros con magnitudes superiores a 7 ni menores que 3.

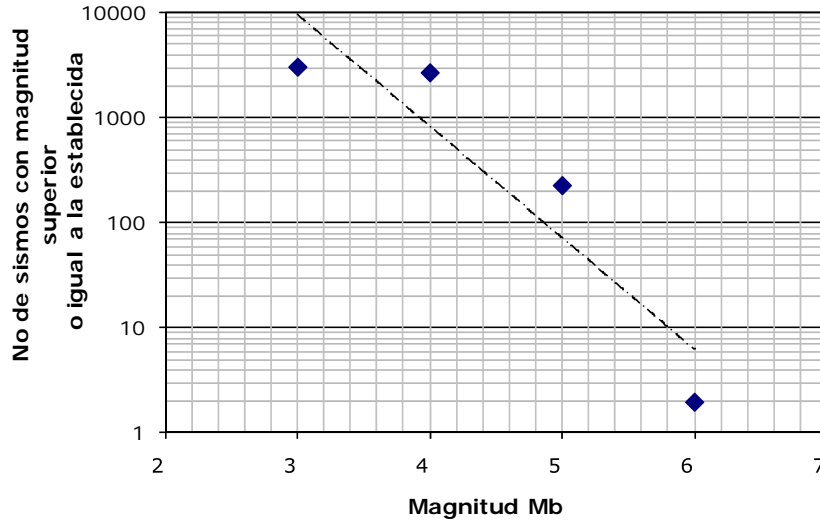


Figura 3-8
Curva de Gutenberg Richter para el catálogo sísmico de El Salvador

La Figura 3-9 clasifica el número de sismos en función de la profundidad, lo cual indica que el mayor número de registros está entre los 30 y 40 km, un número más reducido entre 40 y 100 km, y un valor pequeño de datos para profundidades mayores.

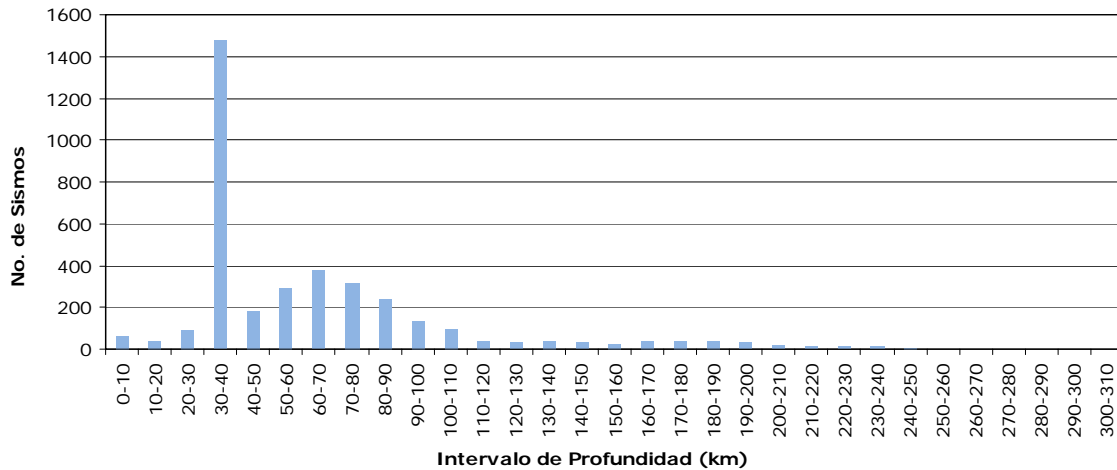


Figura 3-9
Número de eventos sísmicos por profundidad para El Salvador

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 Mb 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 36 años (1973 – 2009) en el caso de la magnitud Mb y para un periodo de 40 años (1961-2001) en el caso de las intensidades. La Figura 3-10 y la Figura 3-11 muestran los resultados.

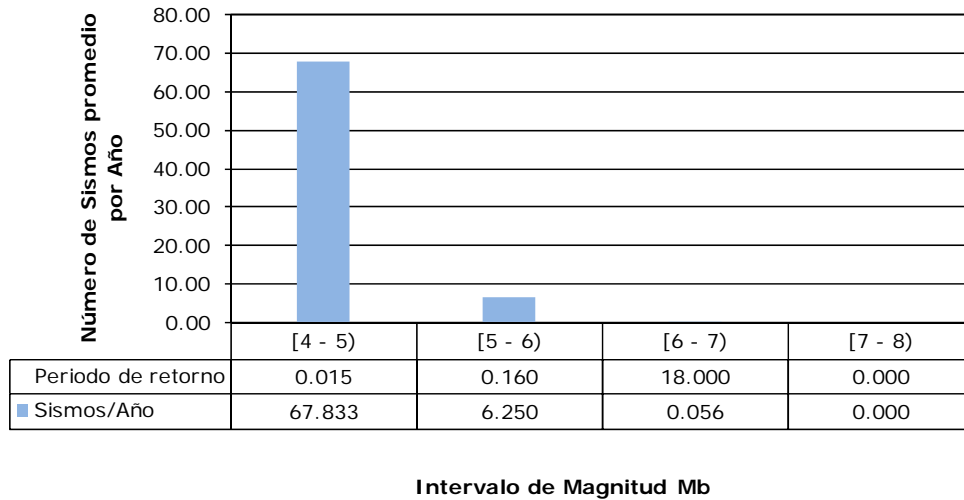
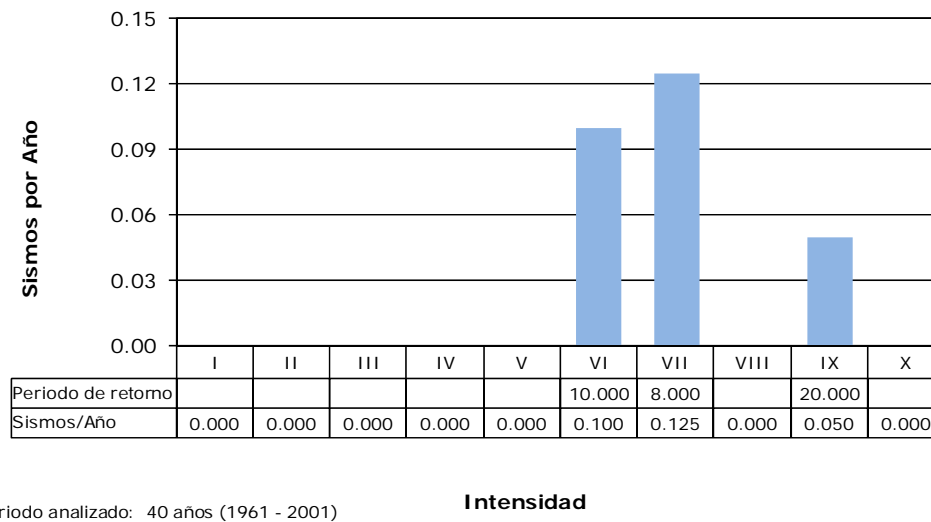


Figura 3-10

Número de eventos sísmicos por año para cada intervalo de magnitud Mb - El Salvador (periodo de 1973 a 2009)



Periodo analizado: 40 años (1961 - 2001)

Figura 3-11

Número de eventos sísmicos por año para cada intensidad - El Salvador (periodo de 1961 a 2001)

Finalmente, la Tabla 3-2 describe algunas características de los eventos sísmicos que han afectado a El Salvador 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 San Salvador de 1986 (1,500 muertos), mientras que las mayores pérdidas económicas han sido registradas para el terremoto del 13 de Enero de 2001 (1,255.4 millones de dólares). Es importante anotar que la intensidad del terremoto de San Salvador de 1986 alcanzó el nivel IX en la escala de Mercalli, uno de los valores más altos en toda la historia de sismos en El Salvador.

Tabla 3-2
Eventos sísmicos de mayor relevancia en El Salvador

Año	X	Y	Descripción	Magnitud	Intensidad	Perdidas Económicas	No. De Muertos	No. de Heridos	Número Total de Afectados
05/03/1719	-89.12	13.30	Ruina de San Salvador, San Vicente y pueblos vecinos	7.4	-	-	7	-	-
02/02/1798	-89.21	13.70	Terremoto a las 2:15 pm destruye San Salvador. También se vió afectado Cuscatlán.	5.4	-	-	-	-	-
16/04/1854	-89.13	13.68	Se estima que el epicentro se localizó en cercanías al sureste de San Jacinto, en la cadena situada al sur de San Marcos.	6.5	-	-	-	-	-
19/03/1873	-89.30	13.30	Violento temblor se produjo en San Salvador. Se estima que el epicentro del sismo se localizó en las alturas de Texacuangos, sobre los bordes lacustres del Río Ilopango.	7.1	-	-	-	-	-
07/06/1917	-89.50	13.70	Erupción del Boquerón. Sismo causa destrucción en Armenia y graves daños en San Salvador, Apopa, Nejapa, Quezaltepeque, Opico y Santa Tecla.	6.5	-	-	1,100	-	-
	-89.27	13.75		6.4	-	-		-	-
06/05/1951	-88.45	13.48	Ubicado a 140 km al sur de las costas del departamento de La Paz, en el lecho del océano Pacífico, con una profundidad de 10 km.	5.8	-	-	400	1,100	1,100
	-88.40	13.52		6.0	-	-			
10/10/1986	-89.19	13.67	Fallas localizadas 8 km bajo la zona de Los Planes de Renderos, al sur de San Salvador.	5.4	VIII-IX	-	1,500	10,000	15,000

Año	X	Y	Descripción	Magnitud	Intensidad	Perdidas Económicas	No. De Muertos	No. de Heridos	Número Total de Afectados
13/1/2001	-88.79	12.83	Sismo con epicentro en Zona de Subducción. Se reportan 944 fallecidos, 1155 edificios públicos dañados, 108,261 viviendas destruidas, 19 hospitales dañados, 405 iglesias dañadas, 445 derrumbes. (Fuente: COEN)	7.6	VII	1255.4 millones de dólares	944	5,565	1'364,160
17/2/2001	-89.14	13.39	Sismo Area Metropolitana de San Salvador. No se reportaron mayores daños materiales pero si causa pánico en la población del Area Metropolitana de San Salvador	5.1	VI	-	-	-	-
13/2/2001	-88.94	13.64	Se reportan 315 fallecidos, 82 edificios públicos dañados, 41302 viviendas destruidas, 5 hospitales dañados, 73 iglesias dañadas, 71 derrumbes. (Fuente: COEN)	6.6	VI	348.4 millones de dólares	315	3,399	252,622

3.1.2 Eventos históricos importantes

Dentro de la historia de terremotos de El Salvador, se destacan una serie de eventos que generaron altos niveles de afectación en la población y pérdidas económicas importantes. A continuación se describen algunos de los principales eventos sísmicos. En el Anexo ERN-CAPRA-T1.1B-1 se presenta el listado de la totalidad de eventos que componen el catálogo sísmico de El Salvador con el que se cuenta hasta el momento. La información fue obtenida principalmente de Servicio nacional de Estudios Territoriales (SNET), U.S. Geological Survey (USGS) y El Diario de Hoy, principal periódico en El Salvador.

Sismo de San Vicente, 5 de Marzo de 1719

El sismo se presentó debido a una subducción, hundimiento de la placa litosférica. La magnitud del sismo en la escala de Richter se estima en 7.4 grados y sus efectos sobre la población dejaron un saldo de 7 personas fallecidas, además de pronunciadas grietas en las edificaciones de las poblaciones de San Vicente y San Salvador.

Sismos de San Salvador y Antiguo Cuscatlán, 2 de Febrero de 1798

Los sismos se presentan en San Salvador y en sus pueblos aledaños, pero especialmente en el municipio de Antiguo Cuscatlán. El primero de ellos ocurre a las 2:15 pm del 2 de Febrero de 1798 y el segundo se presenta 8 días más tarde. La magnitud del sismo es

estimada en 5.4 grados, y su epicentro se localizó en uno de los cráteres del volcán Quezaltepec, también denominado volcán de San Salvador.

Sismo de San Salvador, 16 de Abril de 1854

El sismo se presentó en la ciudad de San Salvador a las 10:55 pm del domingo 16 de Abril de 1854. Su epicentro se estima en cercanías al sureste de San Jacinto, en la cadena situada al sur de San Marcos, con una magnitud de 6.5 grados. La destrucción de la ciudad de San Salvador fue retratada por el francés Arnold Boscowits.



Figura 3-12

El terremoto del 16 de Abril de 1854, dibujado por el viajero polaco-francés Arnold Boscowits

(Fuente: <http://www.elsalvador.com/noticias/terremoto/cronologia.htm>)

Debido a los múltiples daños en la capital salvadoreña el general – presidente José María San Martín trasladó su gobierno a Soyapango durante un lapso aproximado de 8 meses.

Sismo de Texacuangos, entre los cerros de Chinameca y Santiaguito, 19 de Marzo de 1873

El sismo fue detectado con mayor intensidad por la población de San Salvador a las 2:10 am del 19 de Marzo de 1873, aunque también fue sentido en las poblaciones de San Jacinto, San Marcos, Santo Tomás, Santiago Texacuangos, Olocuilta, Mejicanos, Ayutuxtepeque, San Sebastián, Aculhuaca, Cuscatancingo, Apopa, Soyapango, Tonacatepeque, San Martín y Santa Tecla. El epicentro del sismo fue ubicado en las alturas de Texacuangos, sobre los bordes lacustres del río Ilopango.

Los daños materiales del sismo fueron devastadores, ya que el fenómeno destruyó cerca de 15 edificaciones públicas y privadas, dejando a la capital salvadoreña en las ruinas.

Sismo de San Salvador, 7 de Junio de 1917

Se registraron dos sismos en la capital salvadoreña a las 6:55 pm y 8:45 pm del jueves 7 de Junio de 1917. Los sismos se registraron con menor intensidad en las poblaciones de Apopa, Nejapa, San Juan Opico, Santa Tecla, Armenia, San Julián, Sacayoco, Tepeyoco,

Ateos, Caluco y San Vicente. Las magnitudes se estiman en 6.5 y 6.4 grados, respectivamente.

Los sismos generaron la erupción de uno de los cráteres del volcán de San Salvador y la evaporación de la laguna de El Boquerón, debido a la erupción del volcán. Se calcula que cerca de 1100 personas perdieron la vida y aproximadamente 9000 casas y edificaciones resultaron afectadas.



Figura 3-13

Dos vistas del teatro colón, en el costado oriental del Parque Bolívar (Hoy llamado Parque Barrios), destruido por un incendio causado por el terremoto del 7 de Junio de 1917
(Fuente: <http://www.elsalvador.com/noticias/terremoto/cronologia.htm>)

Sismos del 6 de Mayo de 1951

Los sismos se presentaron el 6 de Mayo de 1951 en las poblaciones de Jucuapa, Chinameca, Berlín, Usulután, Nueva Guadalupe, Alegría, Santiago de María, Lolotique, San Rafael Oriente, California, El Triunfo, San Buenaventura y Santa Elena. El epicentro de los sismos fue ubicado a 140 kilómetros al sur de las costas del departamento de La Paz, en el lecho del Océano Pacífico, con una profundidad de 10 kilómetros. Las magnitudes registradas fueron de 5.8 y 6.0 grados, respectivamente.

El efecto de los sismos sobre la población se calcula en aproximadamente 400 personas fallecidas, 1,100 heridas y un número no especificado de desaparecidos.

Sismo de San Salvador, 10 de Octubre de 1986

El sismo se presentó en San Salvador a las 5:49 pm del 10 de Octubre de 1986. El epicentro del sismo fue ubicado en las fallas localizadas a 8 kilómetros bajo la zona de Los Planes de Renderos, al sur de la capital salvadoreña. Se registró una magnitud de 5.4 Mb (CIS-USGS).

Sus efectos más graves se localizaron en los barrios de Santa Anita, San Jacinto, La Vega, San Esteban, El Carmen y La Candelaria. A raíz del sismo se presentaron deslizamientos que sepultaron alrededor de 200 casas, dejando como saldo 100 personas fallecidas en la

colonia Santa Marta, al sur de la capital. Las cifras oficiales arrojaron un saldo de 1,500 personas fallecidas, 10,000 heridas, 100 desaparecidas y 15,000 damnificadas.

Sismo del 13 de Enero de 2001

El sismo se presentó el día sábado 13 de Enero de 2001 a las 5:34 pm. El epicentro fue localizado en el océano pacífico a 100 kilómetros al suroeste de la ciudad de San Miguel, con una profundidad estimada de 39 kilómetros. La magnitud registrada en la escala de Richter para este evento fue de 7.6 grados, con una duración aproximada de 45 segundos. La causa del sismo se le atribuye al acoplamiento de las placas del Caribe y Cocos.

Los efectos ocasionados por el evento se evidencian en 172 de los 262 municipios de El Salvador, entre los que se encuentran Santa Ana, Jayaque, Comasagua, Nueva San Salvador, Santa Elena, San Vicente y San Agustín.

Las cifras oficiales del evento sísmico arrojan un saldo de 944 personas fallecidas, 193 personas sepultadas debido a diversos derrumbes y deslizamientos presentados durante y después del sismo, 12 personas desaparecidas, 5,565 personas heridas, 1'364,160 personas damnificadas, 68,777 evacuaciones, 39,000 personas desempleadas y 24,000 pescadores damnificados en su forma de trabajo. Los daños materiales fueron estimados por la Comisión Económica para América Latina (CEPAL) en 1,255.4 millones de dólares.

Sismo del 13 de Febrero de 2001

Exactamente un mes después del sismo del 13 de Enero de ese mismo año, se presentó en los departamentos de Cuscatlán, San Vicente y La Paz un terremoto de 6.6 grados en la escala de Richter a las 2:22 pm. El epicentro fue localizado a 30 kilómetros de San Salvador, con una profundidad aproximada de 13 kilómetros.

Las ciudades de San Vicente, Cojutepeque, Paraíso de Osorio, Candelaria, Verapaz, San Emigdio, San Juan Tepezontes, San Miguel, Tepezontes, Guadalupe y los cantones Santa Cruz, Analquito y Miraflores abajo, sufrieron afectaciones en su infraestructura, en proporciones que van del 50% al 95%. Los efectos del evento sísmico en la población arrojaron un saldo de 315 personas fallecidas, 92 desaparecidas, 3,399 personas heridas y 252,622 damnificados.

Se estima que, sumado a las pérdidas por los daños causados por el terremoto del día 13 de Enero de 2001, la totalidad de las pérdidas asciende a 1,603.8 millones de dólares, lo cual equivale al 12.1% del producto interno bruto (PIB), el 43.5% de las exportaciones y el 75% del presupuesto general de San Salvador para dicho año.

3.2 Tsunami

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 (*fecha, hora, latitud, longitud y ubicación*) 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-T1.1B-2.

Tabla 3-3
Campos asociados al catálogo de tsunamis

CAMPO	TIPO DE DATO	OBSERVACIONES
Fecha	Fecha	Fecha de ocurrencia
Hora	Hora	Hora de ocurrencia
Ubicación X	Decimal	Longitud
Ubicación Y	Decimal	Latitud
Ubicación	Texto	Descripción de ubicación del Tsunami
Intensidad	Decimal	Medida de intensidad del tsunami entre -5 y 10
Magnitud del sismo	Decimal	Magnitud del sismo generador del tsunami
Nivel máximo del agua (m)	Decimal	No disponible actualmente
Descripción y Efectos	Texto	Descripción general de las características del evento
Pérdida Económica Directa	Moneda	No disponible actualmente
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

El catálogo de tsunamis disponible cuenta con 13 eventos principales, los cuales tienen una magnitud del sismo generador superior a 7 para la mayoría de los casos. Los registros datan del periodo comprendido entre 1859 y 2001. Considerando el lapso completo de análisis resulta un periodo de retorno promedio de 44.7 años para los eventos de este tipo.

La Figura 3-14 presenta la ubicación relativa de los tsunamis incluidos en la base de datos, clasificados por la magnitud del sismo que genera la ola.

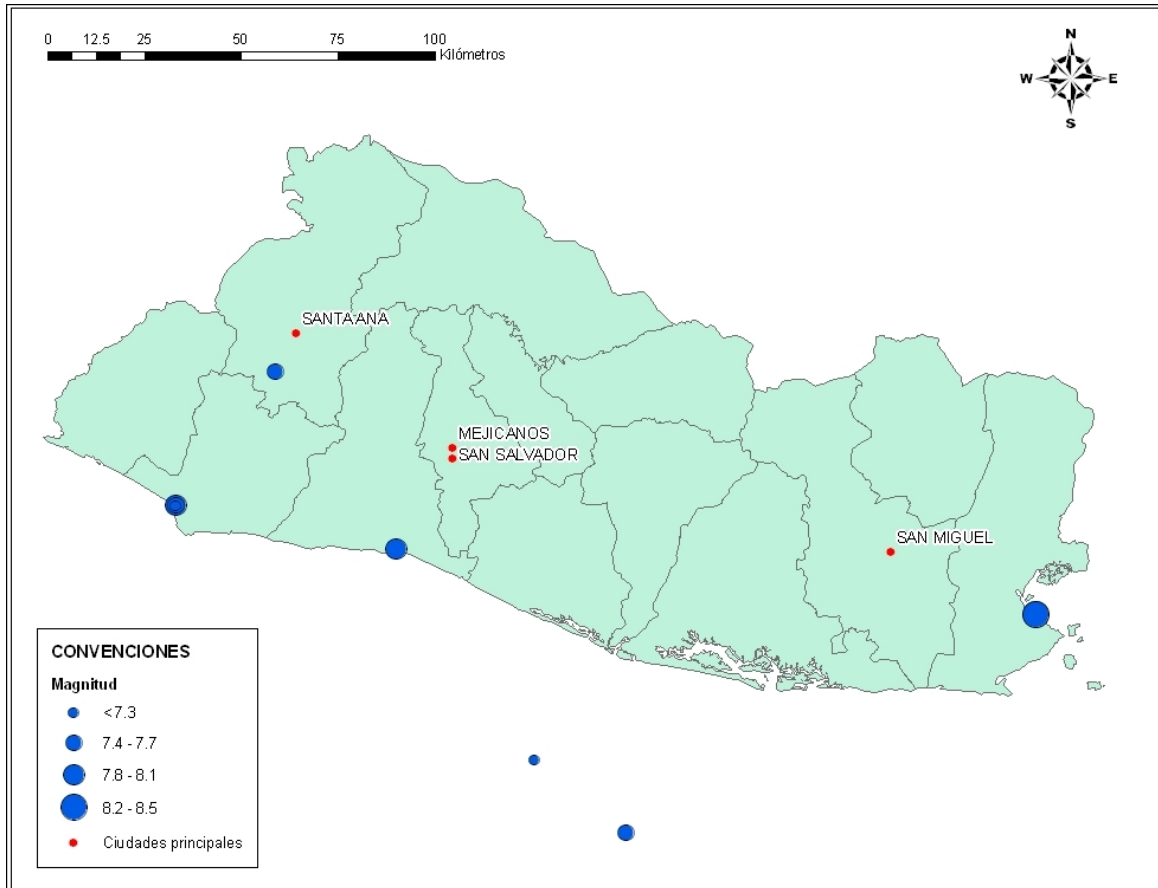


Figura 3-14

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 3-15 y la Figura 3-16 esquematizan el número de tsunamis ocurridos por año desde 1859 hasta 2001.

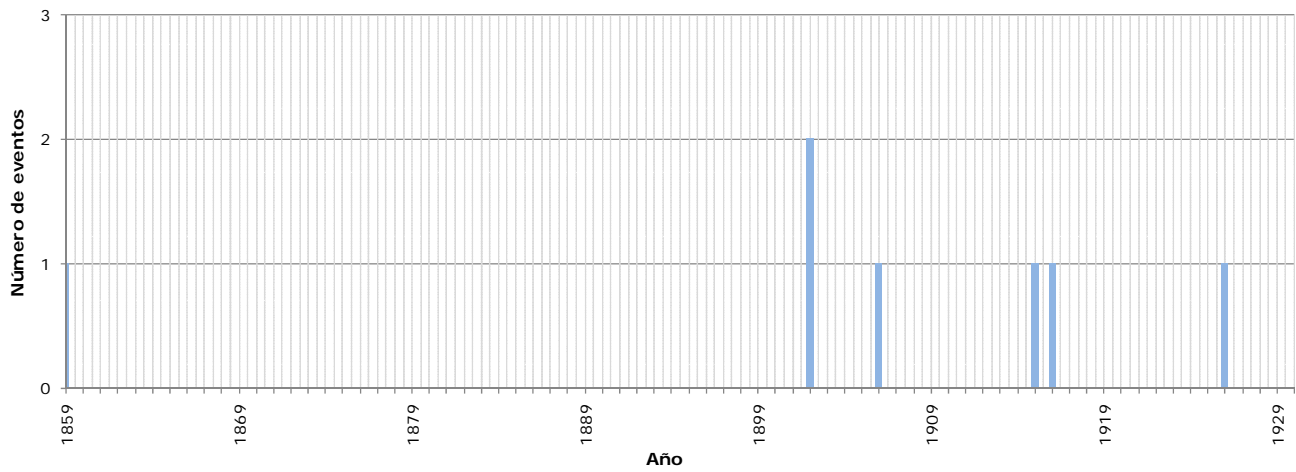


Figura 3-15
Número de tsunamis por año registrados en El Salvador para el periodo de análisis 1859 - 1929

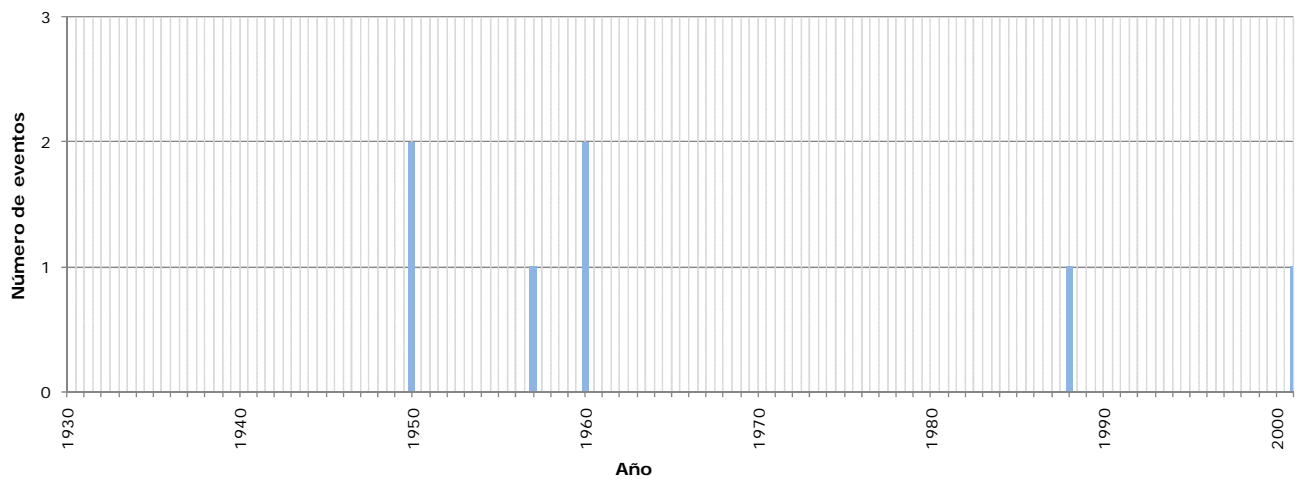


Figura 3-16
Número de tsunamis por año registrados en El Salvador para el periodo de análisis 1930 - 2001

Por su parte la Figura 3-17 señala el número de tsunamis por década. Se observa que la mayoría de los eventos están registrados en las décadas de 1899 – 1909 y 1949 - 1959.

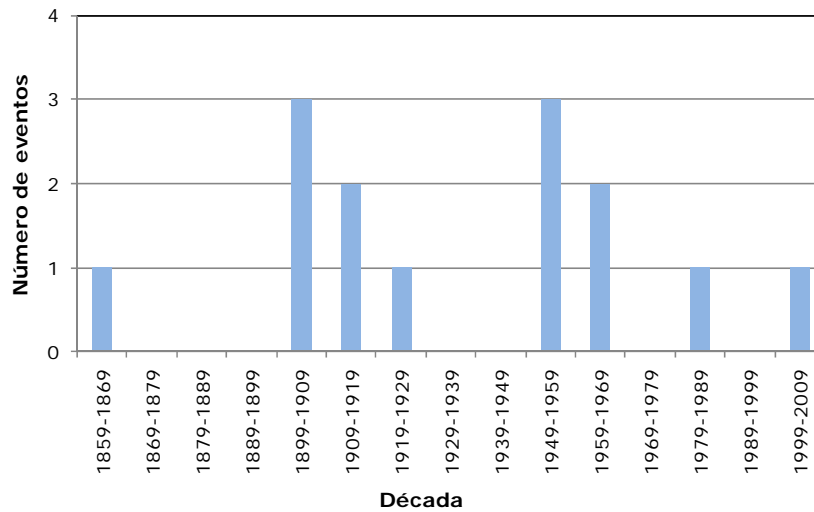


Figura 3-17
Número de tsunamis por década registrados en El Salvador para todo el periodo de análisis

La Figura 3-18 muestra el número de tsunamis que excede o iguala una magnitud de sismo determinada. Las magnitudes de los sismos relacionadas se refieren a las fuentes de origen de los tsunamis contenidos en el catálogo.

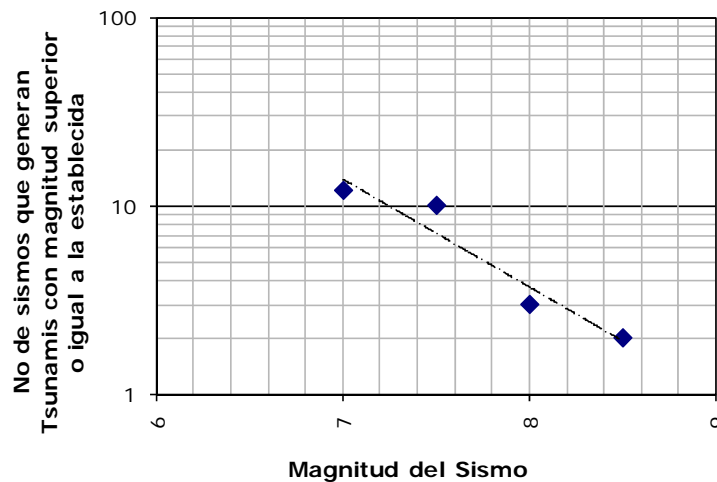


Figura 3-18
Curva de frecuencia de tsunamis para El Salvador

La Figura 3-19 muestra el número de tsunamis por año para un periodo de tiempo correspondiente al intervalo (1859 – 2001), que es el lapso de tiempo completo de los registros disponibles.

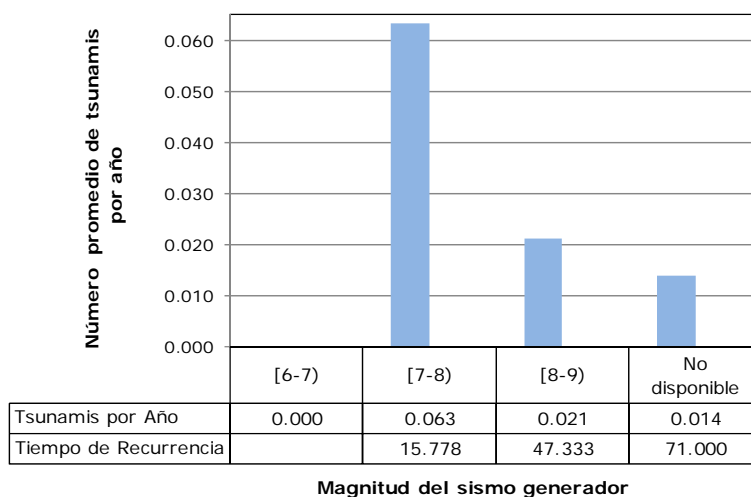


Figura 3-19

Número de tsunamis por año para cada magnitud del sismo generador - El Salvador (periodo de 1859 a 2001)

La Tabla 3-4 presenta la información disponible sobre pérdidas humanas para los eventos de tsunami reportados en El Salvador. En el numeral siguiente se presenta un resumen general de algunos de los eventos que han afectado el territorio Salvadoreño.

Tabla 3-4
Reportes de daños por tsunamis en El Salvador

Fecha	Ubicación	Muertos	Magnitud del sismo generador
09/12/1859	Bahía de acajutla	-	7.50
26/02/1902	Costas de El Salvador y Guatemala	-	7.00
15/09/1902	La Libertad	400	7.9
1906	Costa Pacífica de El Salvador	-	
09/07/1915	Costas de El Salvador	-	7.7
25/05/1916	El Salvador	-	7.5
05/10/1950	El Salvador	-	7.9
23/10/1950	El Salvador	-	7.3
10/03/1957	Acajutla	-	8.1
22/05/1960	La Unión	-	8.5
03/11/1988	Ahuachapán	5	
22/05/1960	La Unión	-	8.5
13/01/2001	Costas de El Salvador	-	7.6

3.2.2 Eventos históricos importantes

Con respecto a los tsunamis que han afectado a El Salvador, se encuentra en internet información general sobre algunos de los eventos que han tenido lugar en dicho país. Sin embargo, en la mayoría de los casos, no hay disponibilidad de información sobre los detalles y la descripción específica de los eventos, así como también sus consecuencias en términos de afectaciones en la población y bienes materiales.

A continuación se listan algunos de los tsunamis más importantes que han tenido lugar en las costas de El Salvador. La información ha sido obtenida de documentos como “Tsunami Catalogue for Central America (1539-1996)”, “Tsunamis en América central” y “Tsunami Hazards in El Salvador”.

Tsunami de Aguachapán, 9 de Diciembre de 1859

El tsunami se presentó el día 9 de Diciembre de 1859 en la provincia de Aguachapán, causando numerosos daños y pérdida de vidas humanas. La magnitud del sismo generador del tsunami se estima en 7.5 grados en la escala de Richter y se clasificó con una intensidad de 3; es decir, inundación general de la costa por olas que causan cierta altura.

Se presentaron daños en muelles y en importantes estructuras situadas cerca de la playa. Se produjo la destrucción de estructuras débiles, grave erosión de tierras de cultivo, dispersión de objetos flotantes, peces y otros animales marinos en costa.²

Tsunami de Guatemala y El Salvador, 15 de Septiembre de 1902

El sismo generador del tsunami se presentó cerca de las 7:00 pm del 15 de Septiembre de 1902. En 1990 se estimó la magnitud del sismo subacuático que dio origen al fenómeno tsunamigénico en 7.9 grados, con características de ondas de superficie.

Se vieron afectadas las zonas comprendidas entre los puertos centroamericanos de San José (Guatemala) y La Libertad (San Salvador). Se estima que el impacto del tsunami sobre la población arrojó un saldo de 400 personas fallecidas, aproximadamente.

Tsunami de Acajutla, 10 de Marzo de 1957

El tsunami se generó el día 10 de Marzo de 1957 en las islas Aleutianas. A la costa salvadoreña de Acajutla arribaron olas de varios metros de alto que penetraron cerca de 300 metros dentro de la playa y lugares aledaños, causando la muerte de varias personas. La magnitud estimada del sismo generador del tsunami es de 8.1 grados en la escala de Richter.

² Arce, Mario. Huertas, Giovanni. Falla, Randall. Rojas, Wilfredo. Tsunamis en Centroamérica. Vol 12. 1993.

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, 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 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 y fecha*) y parámetros detallados del evento (*velocidad del viento, presión, categoría, lugar afectado, descripción y fuente*). Adicionalmente se tienen campos para la información sobre los principales efectos ocasionados (*pérdidas económicas, 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-T1.1B-3. 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
Velocidad del viento	Decimal	Velocidad del viento en Knots
Presión	Decimal	Presión en mb
Categoría	Texto	Categoría según Saffir-Simpson
Lugar Afectado	Texto	Lugares afectados por el evento
Descripción y Efectos	Texto	Descripción general de las características del evento
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 casos
Desaparecidos	Entero	Disponible actualmente para algunos casos

CAMPO	TIPO DE DATO	OBSERVACIONES
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

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 (knots)	Vientos (mph)
			< 34	< 39
Depresión	TD	-----	< 34	< 39
Tormenta Tropical	TS	-----	34-63	39-73
Huracán	1	> 980	64-82	74-95
Huracán	2	965-980	83-95	96-110
Huracán	3	945-965	96-112	111-130
Huracán	4	920-945	113-135	131-155
Huracán	5	< 920	>135	>155

La selección de los huracanes que han afectado a El Salvador 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 salvadoreño. La base de datos de El Salvador cuenta con 29 eventos en total, de los cuales 26 hacen referencia a huracanes clasificados como huracanes viento y 3 a eventos clasificados como huracanes lluvia. Los huracanes viento ocurrieron entre 1906 y 2007 y los huracanes lluvia en el periodo comprendido entre 1934 y 2005. 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 3-20 presenta la ubicación relativa de los huracanes incluidos en la base de datos.

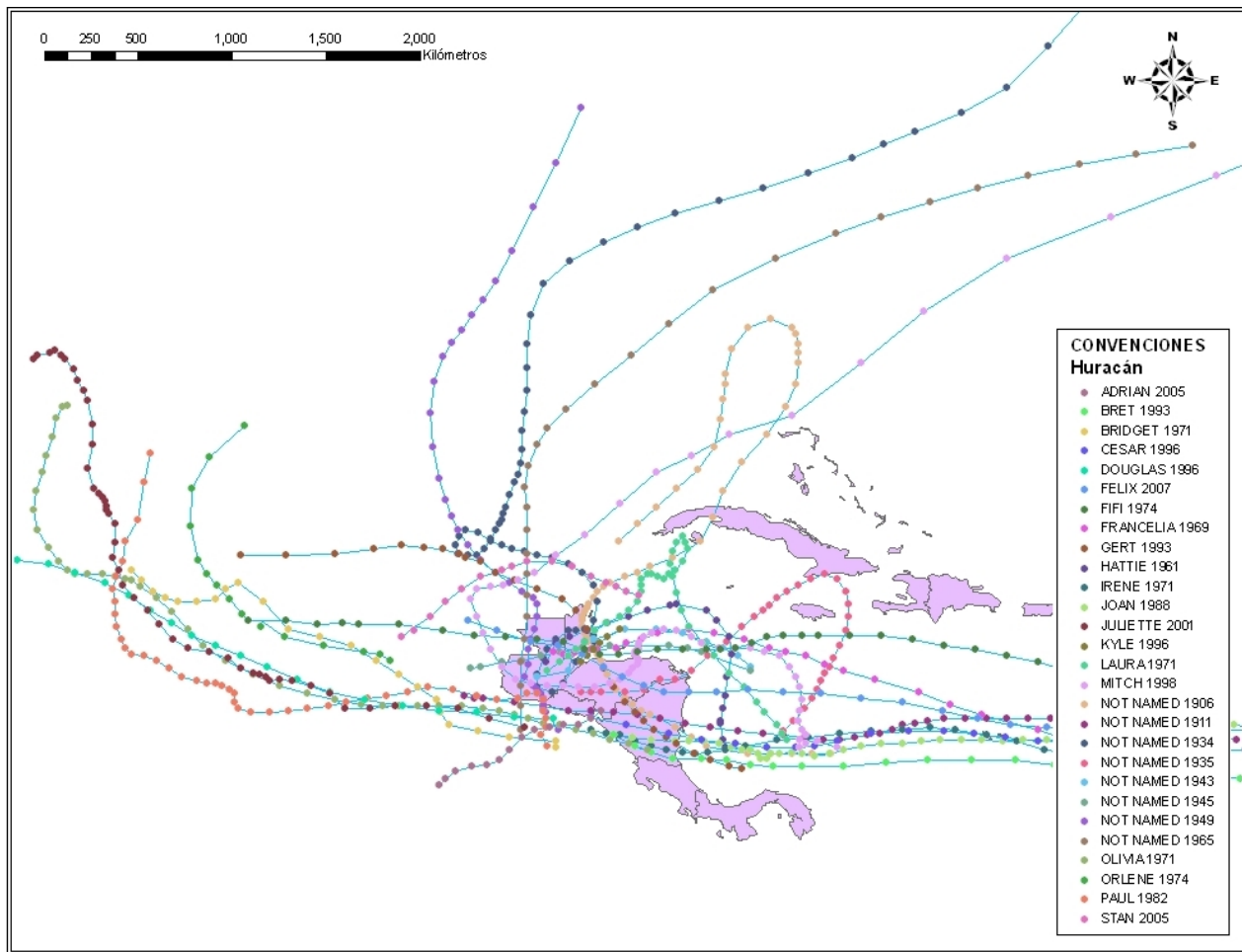


Figura 3-20
Trayectorias de Huracanes que han afectado a El Salvador

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 3-21 ilustra el número de huracanes viento por año para el periodo comprendido entre 1900 y 2007.

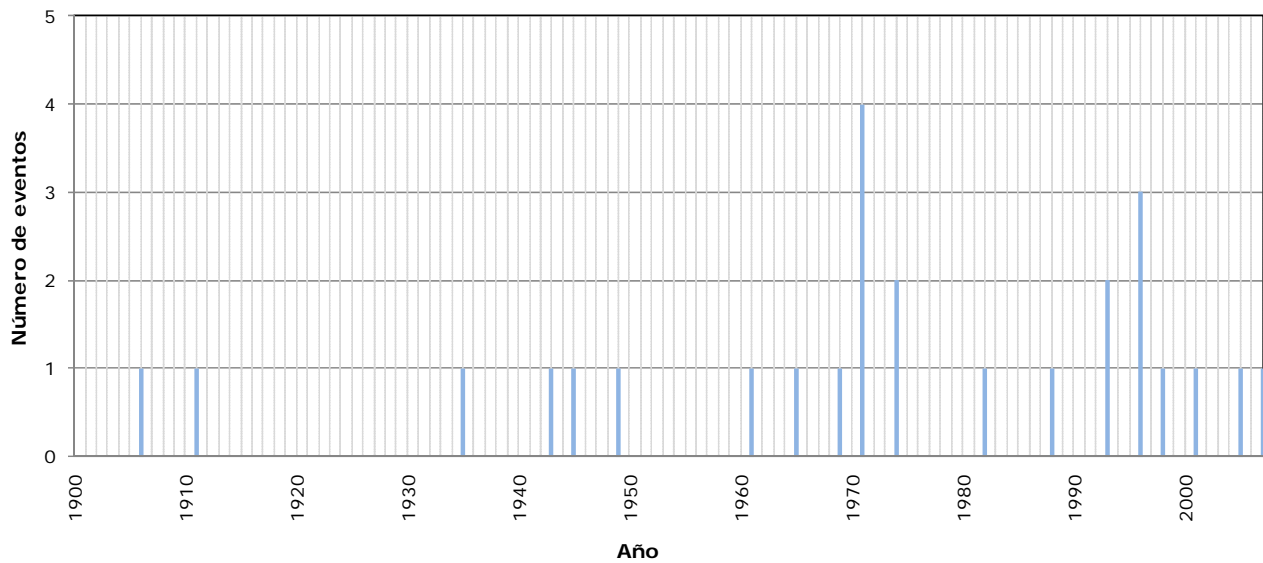


Figura 3-21
Número de huracanes viento para cada año, registrados en El Salvador durante todo el periodo de análisis

La Figura 3-22 muestra la distribución de eventos por década. La mayor ocurrencia de eventos tuvo lugar para los intervalos de 1970 a 1980 y 1990 a 2000, de acuerdo con el catálogo disponible.

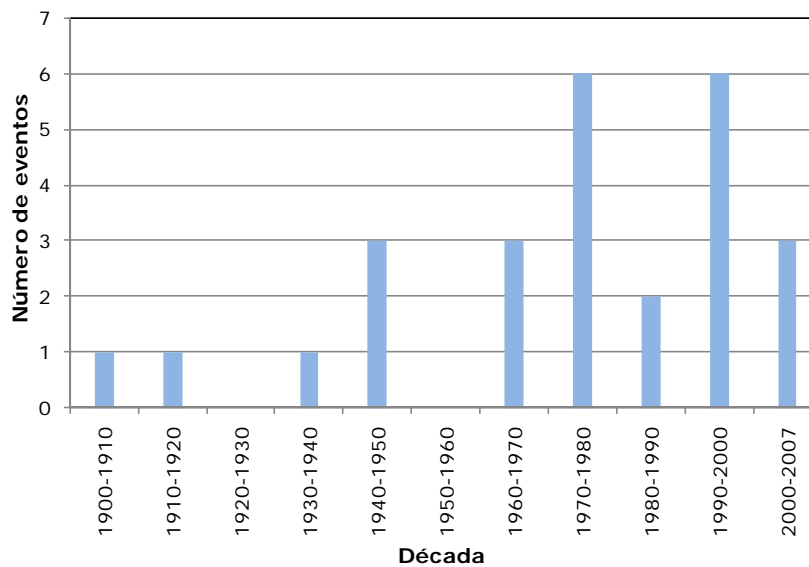


Figura 3-22
Número de huracanes viento por década, registrados en El Salvador para todo el periodo de análisis

La Figura 3-23 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 la categoría 2.

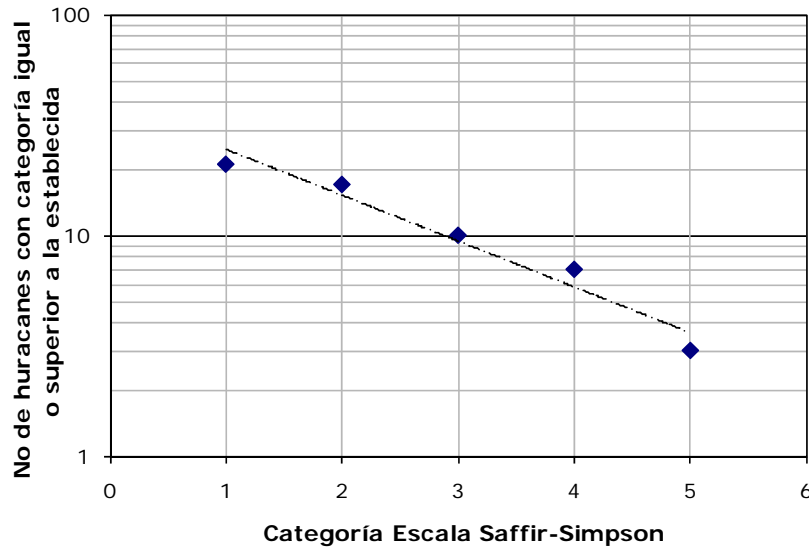


Figura 3-23
Curva de frecuencia de huracanes viento para El salvador

Por otro lado, la frecuencia de ocurrencia por huracán en función de la categoría del mismo se observa en la Figura 3-24. Debido a que hay cierta continuidad de los registros en el intervalo de tiempo posterior a 1935, el periodo tenido en cuenta para obtener los valores de frecuencia (huracanes por año) es el lapso que va desde 1935 a 2007. De acuerdo con las estadísticas de los eventos del catálogo, el valor promedio de huracanes viento por año es de 0.060, lo que significa que en promedio se presenta un huracán viento cada 18.1 años con afectación directa a El Salvador.

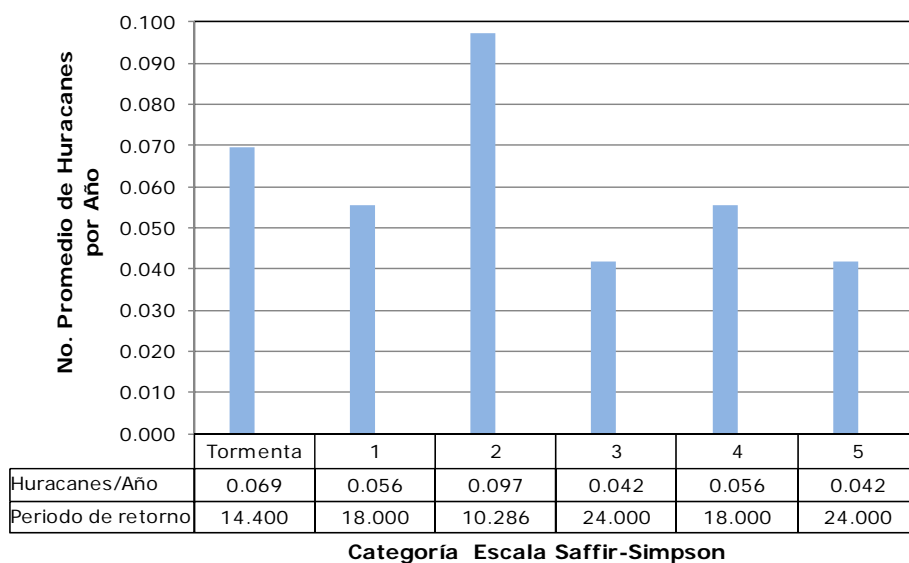


Figura 3-24

Número de huracanes viento por año para cada categoría según la escala Saffir-Simpson - El Salvador (periodo de 1906 a 2007)

No fue posible realizar el análisis de estadísticas de huracanes lluvia, debido a que la base de datos cuenta solamente con 3 eventos registrados.

La Tabla 3-7 presenta la información disponible de pérdidas humanas y materiales para los huracanes de mayor influencia en El Salvador. En el numeral siguiente se presenta un resumen general de algunos de estos eventos.

*Tabla 3-7
Reportes de daños por Huracán en El Salvador*

Nombre	Año	Pérdidas directas (millones de dólares)	Muertos	Heridos	Afectados
Hurricane Not Name	1906	-	-	-	-
Hurricane Not Name	1911	-	-	-	-
Hurricane Not Name	1934	-	2,000	-	-
Hurricane Not Name	1935	-	-	-	-
Tropical Storm Not Name	1943	-	-	-	-
Hurricane Not Name	1945	-	-	-	-
Hurricane Not Name	1949	-	-	-	-

3. Estadísticas específicas por evento

Nombre	Año	Pérdidas directas (millones de dólares)	Muertos	Heridos	Afectados
Hurricane HATTIE	1961	440	319	-	-
Tropical Storm Not Name	1965	-	-	-	-
Hurricane FRANCELIA	1969	-	-	-	-
Hurricane IRENE	1971	-	3	-	1,400
Tropical Storm LAURA	1971	-	-	-	-
Hurricane JOAN	1988	400,000	188	-	120,000
Tropical Storm BRET	1993	-	10	-	35,000
Hurricane GERT	1993	-	129	-	250,000
Hurricane CESAR	1996	-	26	-	-
Tropical Storm KYLE	1996	-	-	-	-
Hurricane MITCH	1998	262	11,000-18,000	10,000	-
Hurricane FELIX	2007	50.4	159	-	600,000
Hurricane FIFI	1974	900	8,000-1,000	-	-
Hurricane ORLENE	1974	-	-	-	-
Hurricane STAN	2005	1,000	80 directos - (1,450-2,000 indirectos)	-	54,000
Hurricane BRIDGET	1971	-	-	-	-
Hurricane OLIVIA	1971	-	-	-	-
Hurricane PAUL	1982	-	-	-	-
Hurricane DOUGLAS	1996	-	-	-	-
Hurricane JULIETTE	2001	-	-	-	-
Hurricane ADRIAN	2005	-	-	-	-

3.3.2 Eventos históricos importantes

Debido a la ubicación geográfica de El Salvador, este país no se ve comúnmente afectado por las temporadas de huracanes que se presentan anualmente desde el mes de Junio hasta el mes de Noviembre en el Atlántico. Este país sólo tiene afectación directa por parte de fenómenos originados en este lugar en casos en los que los huracanes atraviesan la masa continental hasta llegar al Océano Pacífico, como el Huracán Fifi en 1974.

Huracán Fifi (1974)

El huracán Fifi pertenece a la temporada de huracanes del Océano Atlántico de 1974. Cruzó el Atlántico siendo el huracán Fifi y llegó al océano Pacífico siendo bautizado el huracán Orlene. El huracán Fifi-Orlene se desarrolló entre el 14 y 22 de Septiembre de 1974 a partir de una onda tropical en el Mar Caribe, con vientos sostenidos de 175 km/h y presiones mínimas de 970 milibares.

En El Salvador se generaron grandes inundaciones en la cuenca baja de los ríos medianos y grandes: Río Lempa, Río Paz y Río Jiboa.



Figura 3-25

Imagen satelital Huracán Fifi

(Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Fifi_1974_track.png)



Figura 3-26

Imagen trayectoria Huracán Fifi

(Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Fifi_1974_track.png)

El huracán Fifi causó daños en Centroamérica de 900 millones de dólares de la época, es decir 4,000 millones de dólares en valor presente. El evento de amenaza fue catalogado como el cuarto huracán que más vidas ha cobrado en la historia, con 8,000 – 10,000 fatalidades.

Huracán Mitch (1998)

El huracán Mitch pertenece a la temporada de huracanes del Océano Atlántico de 1998. En el territorio salvadoreño se generaron situaciones de emergencia en las comunidades ubicadas en la costa pacífica y en cercanías al río Lempa y al río Grande de San Miguel.³

El huracán Mitch en El Salvador dejó un saldo de 240 personas fallecidas y más de 10,000 personas damnificadas. La pérdida económica debido a daños materiales fue estimada por la CEPAL en 262 millones de dólares, siendo el sector agrícola y de infraestructura los más afectados.

Huracán Stan (2005)

El huracán Stan pertenece a la temporada de huracanes del Océano Atlántico de 2005. Se desarrolló entre el 1 y el 5 de Octubre de 2005, con vientos máximos sostenidos de 130 km/h (categoría 1 en la escala Saffir- Simpson) y presiones mínimas de 97,7 kPa.

En El Salvador se vieron afectadas 300 comunidades, con más de 54,000 personas desplazadas. Se presentaron numerosos derrumbes e inundaciones en gran parte del país. Además se registró daño a la infraestructura del país.



Figura 3-27

Imagen satelital Huracán Stan

(Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Stan_04oct05.jpg)

³ http://www.reliefweb.int/library/documents/paho_hurr_7elsalv.pdf

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 departamento. 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, frentes fríos (empujes polares), ondas-vaguadas tropicales, procesos convectivos y orográficos, la posición sinóptica de la Zona de Convergencia Intertropical y episodios de El Niño- La Niña/ENOS.

Las fuentes de información fueron el Servicio Nacional de Estudios Territoriales–Servicio Hidrológico Nacional-SNET y The International Disaster Database-EM-DAT. El catálogo de precipitaciones cuenta con campos generales de localización espacial y temporal (*tipo de amenaza, 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, muertos, afectados*). La Tabla 3-8 describe todos los campos de la base de datos asociada, la cual se presenta en el Anexo ERN-CAPRA-T1.1B-4.

Tabla 3-8
Campos asociados al catálogo de Precipitaciones

CAMPO	TIPO DE DATO	OBSERVACIONES
Tipo de evento	Texto	Precipitación
Fecha	Fecha	Fecha de ocurrencia
Hora	Hora	Hora de ocurrencia
Lugar	Texto	Lugar de de ubicación del evento
Lámina de agua	Entero	Profundidad máxima del agua en mm
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	No disponible actualmente

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

La base de datos de precipitaciones cuenta con 5 eventos diferentes que van desde el año 1929 hasta el año 2008. 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 3-28 muestra los eventos de precipitación asociados a cada departamento del país.

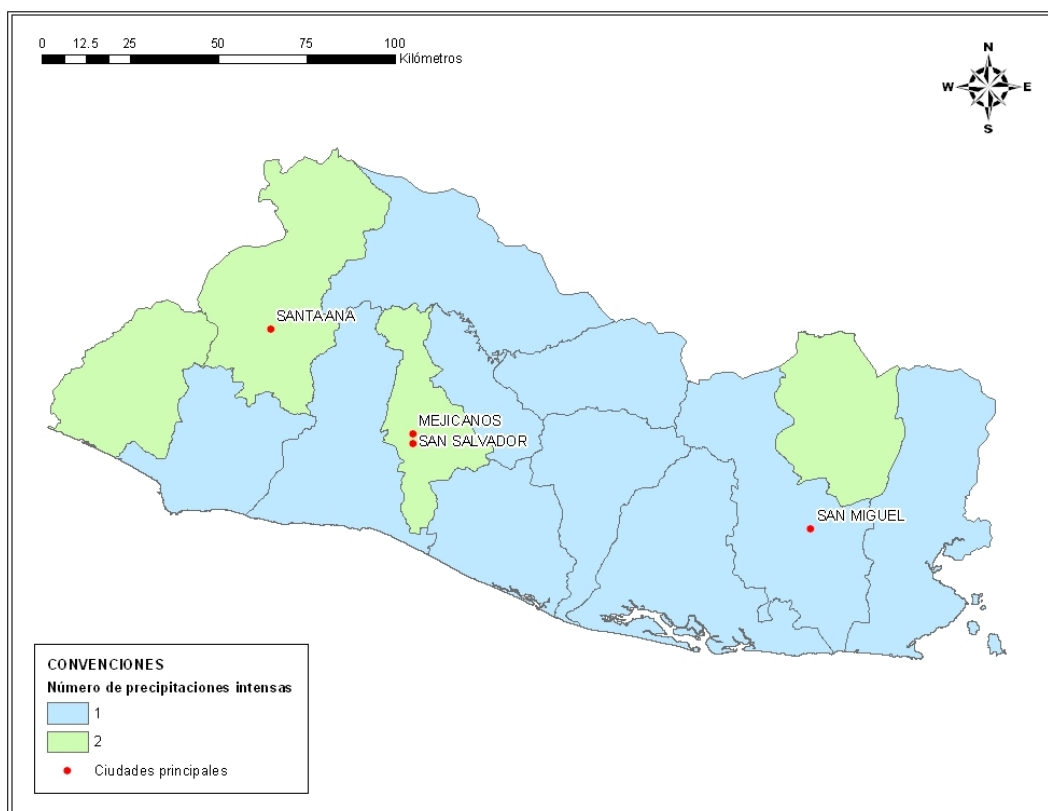


Figura 3-28
Precipitaciones intensas por departamento para El Salvador (1929 -2008)

3.4.1 Curvas estadísticas

Las gráficas que se presentan a continuación fueron obtenidas del catálogo conformado para eventos de precipitaciones importantes. La Figura 3-29 ilustra el número de eventos para cada año en el periodo de análisis (1920 a 2008).

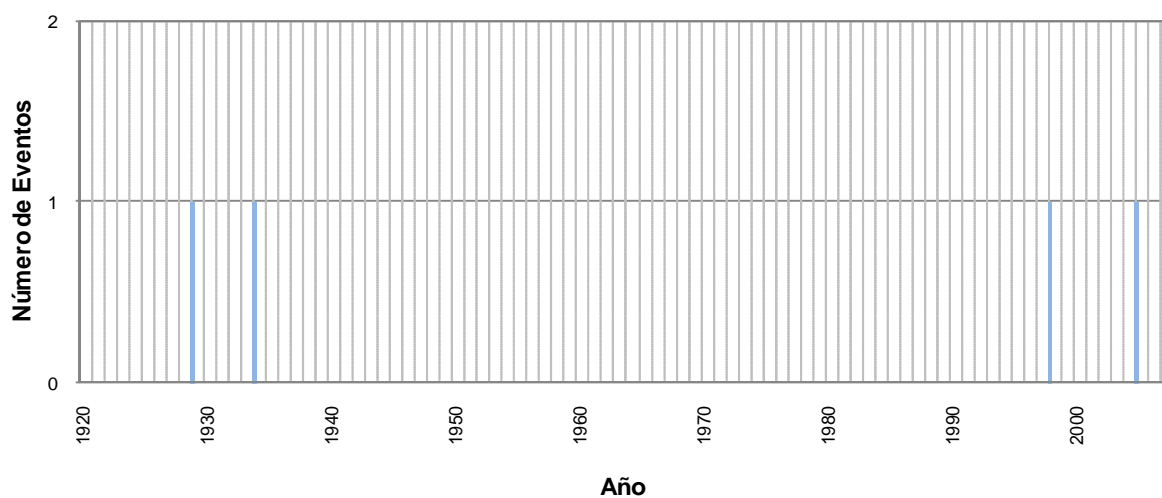


Figura 3-29

Número de precipitaciones intensas para cada año registradas en El Salvador entre 1920 a 2008

La Figura 3-30 muestra el número de eventos por década.

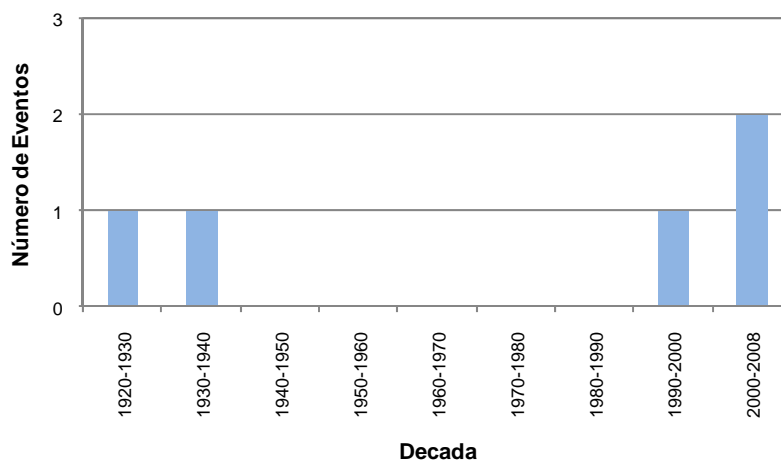


Figura 3-30

Número de precipitaciones de gran impacto por década registradas en El Salvador entre 1920 a 2008

La Figura 3-31 presenta la distribución de eventos por departamento. Los departamentos de Ahuachapán, Santa Ana, Morazán y San Salvador son los que más eventos tienen, con 2 registros cada uno en el periodo de 1920 a 2008. En algunos casos los eventos de lluvia afectan a varios departamentos de forma simultánea.

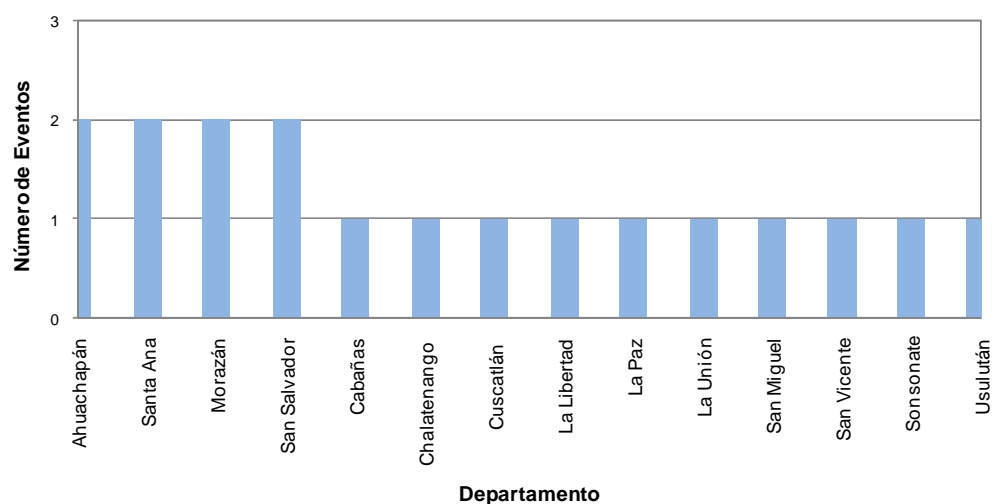


Figura 3-31

Número de precipitaciones de gran impacto por departamento en El Salvador entre 1920 a 2008

Finalmente, la Tabla 3-9 muestra los datos disponibles de afectación económica y humana para los eventos del catálogo.

*Tabla 3-9
Afectación por precipitaciones intensas en El Salvador*

Fecha	Lugar	Pérdida Económica Directa (Millones de Dólares)	Muertos	Afectados
09/1929	Carretera con Guatemala	-	-	-
08/06/1934	Perquín	-	2000	-
25/10/1998	Perquín	388.0	475	84000
01/10/2005	Diferentes zonas del país	355.7	-	72141
/08/2008	San Salvador	-	-	-

3.4.2 Eventos históricos importantes

La información sobre las precipitaciones más importantes y de mayor impacto en El Salvador fue tomada del portal del Emergency Events Database (EM DAT)⁴. A

⁴ <http://www.emdat.be/Database/CountryProfile/countryprofile.php>

continuación se presentan algunos de los eventos de precipitación y tormenta más importantes entre 1900 y 2009.

Tormenta de 1934

La tormenta se presentó el 8 de Junio de 1934, dejando un saldo de 2,000 personas fallecidas. No se tiene registro de daños materiales, ni de personas damnificadas por el evento.

Tormenta de 1998

La tormenta se presentó el 25 de Octubre de 1998, dejando un saldo de 475 personas fallecidas, 84,000 personas afectadas directamente y 388 millones de dólares en pérdidas por daños materiales.

Tormenta de 2005

La tormenta se presentó el 1 de Octubre de 2005, dejando un saldo de 72,141 personas directamente afectadas y 355.7 millones de dólares en pérdidas por daños materiales.

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 departamento y gráficas de inundaciones por año en función de la duración del fenómeno.

Los datos han sido tomados de documentos y estadísticas del Servicio Nacional de Estudios Territoriales–Servicio Hidrológico Nacional (SNET) y The International Disaster Database-EM-DAT. La base de datos cuenta con campos de identificación y localización (*tipo de amenaza, fecha y ubicación*) y parámetros detallados del evento (*río, región afectada, duración, clase de severidad, causa principal, descripción, efectos y fuente*). La Tabla 3-10 indica todos los campos asociados al catálogo completo, el cual se presenta en el Anexo ERN-CAPRA-T1.1B-5.

Tabla 3-10
Campos asociados al catálogo de Inundaciones

CAMPO	TIPO DE DATO	OBSERVACIONES
Tipo de evento	Texto	Inundación
Fecha	Fecha	Fecha de ocurrencia
Ubicación	Texto	Nombre del lugar de ubicación del evento
Ríos	Texto	Río o ríos involucrados
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 3-11). Disponible para algunos casos.
Causa principal	Texto	Efecto detonante
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
Desaparecidos	Entero	Disponible actualmente para algunos casos
Heridos	Entero	Disponible actualmente para un caso
Afectados	Entero	Disponible actualmente para un caso
Tiempo Recuperación (Días)	Entero	No disponible actualmente
Fuente	Texto	Fuente Bibliográfica

La Tabla 3-11 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.

Tabla 3-11
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 El Salvador cuenta con 73 eventos en total registrados desde 1923 al 2008, aunque la mayor cantidad de valores reportados está en el periodo comprendido entre 1996 a 2008. El valor promedio de inundaciones por año es de 0.1, calculado en función de la duración del evento. La Figura 3-32 muestra el número de inundaciones que se tienen registradas por departamento.

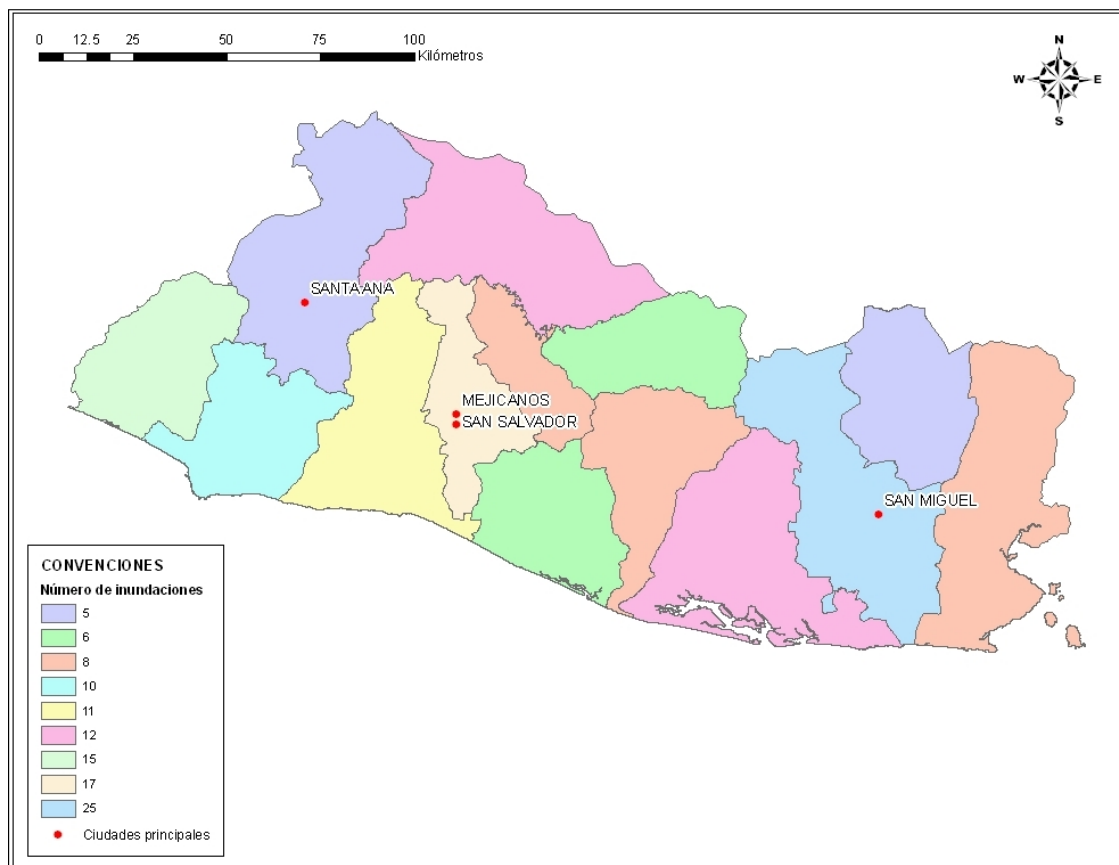


Figura 3-32
Número de inundaciones por departamento para El Salvador

3.5.1 Curvas estadísticas

Las siguientes curvas presentan el análisis que se realizó utilizando los datos disponibles para inundaciones. La Figura 3-33 indica el número de eventos de inundación cada año. Se observa que la mayor parte de los datos se encuentra en el periodo posterior a 1996, de lo cual se infiere que hubo un sistema de detección de inundaciones más eficaz para este lapso de tiempo. La Figura 3-34 muestra en detalle el periodo en mención (1996 – 2008).

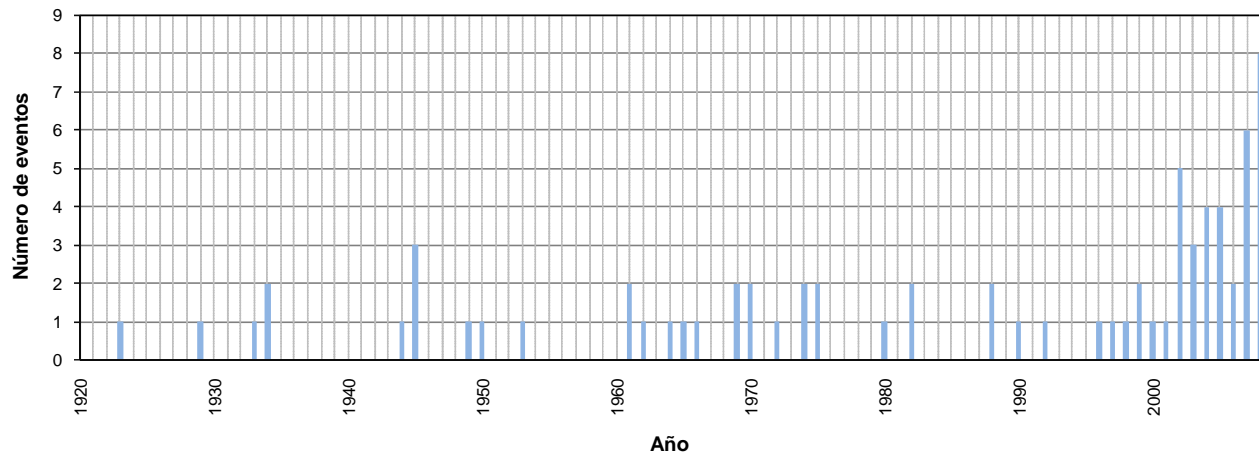


Figura 3-33
Número de inundaciones para cada año registradas en El Salvador durante todo el periodo de análisis

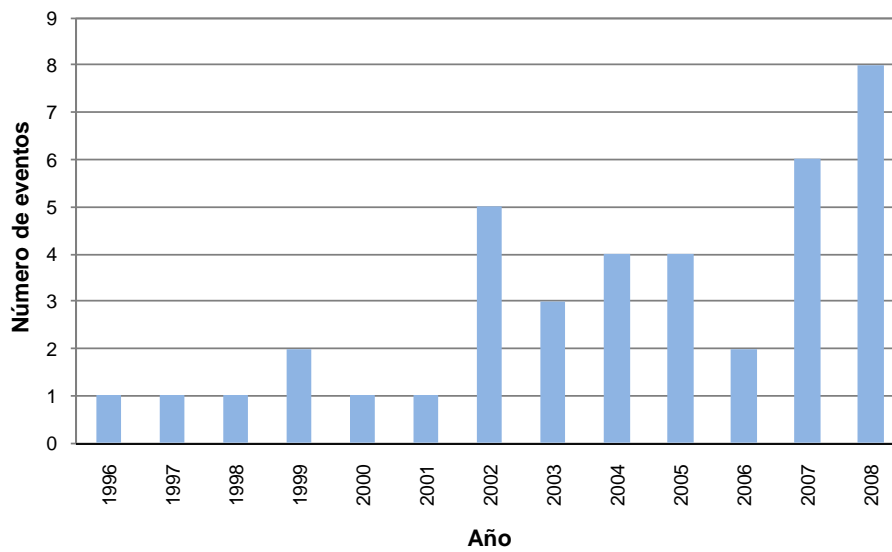


Figura 3-34
Número de inundaciones para cada año registradas en El Salvador para el periodo de 1960 a 2008

La Figura 3-35 presenta los eventos por década. El intervalo de 2000 a 2008 reporta el mayor número de eventos por inundación.

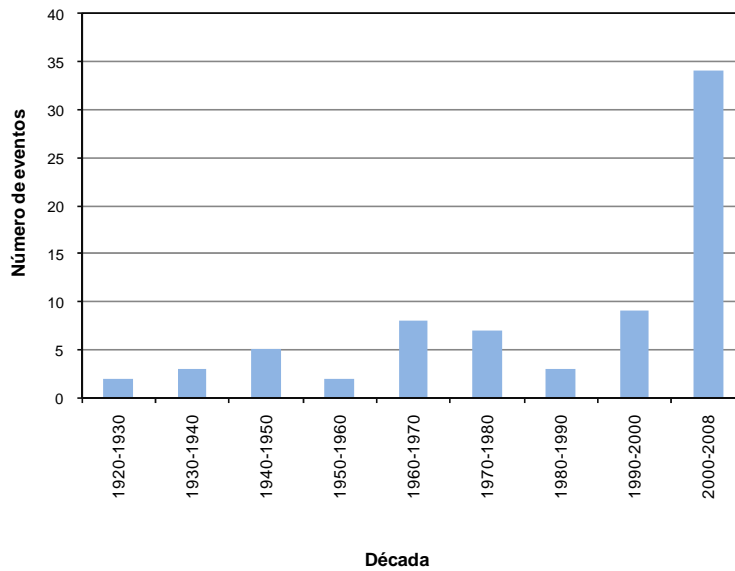


Figura 3-35
Número de inundaciones por década registradas en El Salvador

La Figura 3-36 muestra el número de eventos clasificados por departamento. Se observa que el departamento más afectado es San Miguel con 25 registros. Le sigue San Salvador con 17 registros.

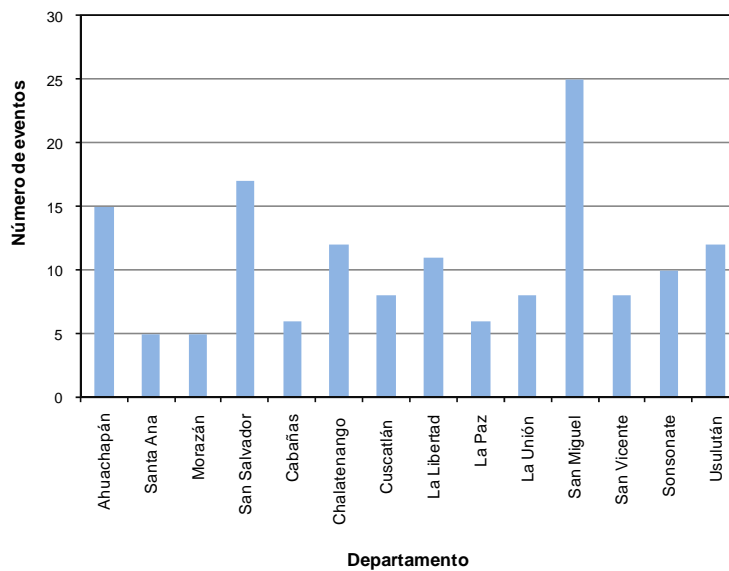
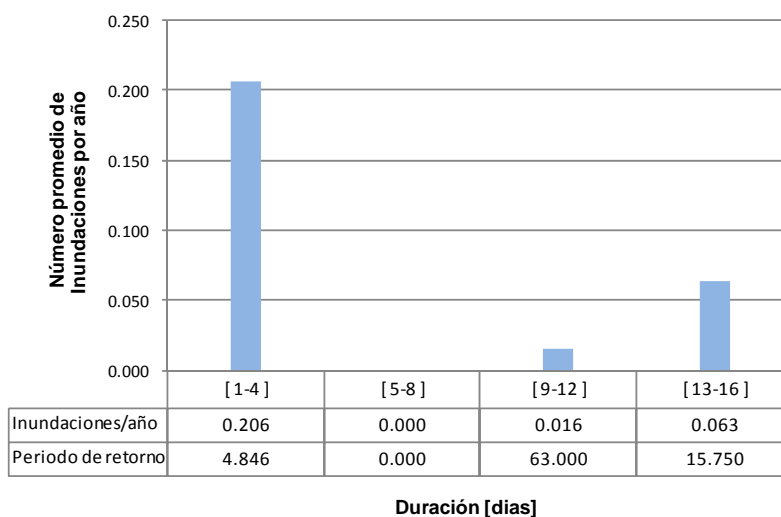


Figura 3-36
Número de inundaciones por departamento en El Salvador

La Figura 3-37 presenta el número de inundaciones por año en función de la duración del evento.



Periodo analizado: entre 1945 y 2008

Figura 3-37
Inundaciones por año para cada duración del fenómeno - El Salvador

Para algunas de las inundaciones del catálogo se tienen datos sobre pérdidas, muertos y afectados. Dicha información se muestra en la Tabla 3-12, en la cual se puede observar que el mayor registro de personas muertas (500 personas) y afectadas (68,000 personas) por inundaciones, corresponden al evento del año 1982. En el siguiente numeral se hace un resumen de algunos eventos históricos por inundación para este país.

Tabla 3-12
Pérdidas económicas y humanas por inundaciones en El Salvador

Fecha	Pérdida Económica Directa (millones US\$)	Muertos	Afectados
/06/1934	-	394	-
17/09/1982	-	500	68,000
24/08/1988	-	33	39,060
28/09/1992	-	2	8,000
27/09/1995	-	5	10,000
28/09/1995	-	8	1,500
?/07/1996	-		16 familias
06/06/1997	-	4	60 familias
22/10/1998	-	240	59,000
10/09/1999	-	4	5,000
10/09/1999	1.5	7	5,450
05/09/2000	-	2	400
18/09/2001	-	-	1,000

Fecha	Pérdida Económica Directa (millones US\$)	Muertos	Afectados
23/05/2002	-	1	100
?/08/2002	-	-	60 familias
?/09/2002	-	-	57 familias
?/06/2003	-	-	63
/08/2003	-	-	5000 familias
?/10/2003	-	-	59 familias
?/09/2004	-	-	88 familias
?/10/2004	-	-	17 familias
24/06/2005	-	72	2,332
01/10/2005	-	11	159 familias
03/10/2005	-	15	-
?/10/2006	-	-	85
?/08/2007	-	-	20 familias
?/08/2007	-	3	-
12/10/2007	-	2	500
?/05/2008	-	3	-
02/07/2008	-	30	300
?/09/2008	-	5	-
?/09/2008	-	-	130 familias
?/10/2008	-	1	385 familias 5,000 afectados
16/10/2008	-	-	3,000
26/06/2005	-	1	-
06/2008	-	-	300
/07/2004	-	-	3 personas lesionadas
/07/2006	-	-	91 familias
08/2008	-	1	657 personas, 4 familias

3.5.2 Eventos históricos importantes

A continuación se hace un breve recuento de algunos de los principales eventos históricos asociados a fenómenos de inundaciones. La información ha sido obtenida principalmente de las bases de datos del EM-DAT⁵ y de las bases de datos del Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET)⁶.

⁵ http://www.emdat.be/Database/DisasterList/emdat_display_list.php

⁶ <http://mapas.snet.gob.sv/hidrologia/select.php?dpt=06&okBtn=Ok>

Las siguientes son las inundaciones causadas por huracanes:

Huracán Francelia (1969)

El paso del Huracán Francelia por el territorio salvadoreño causó el desbordamiento del Río Grande de San Miguel, en el departamento de San Miguel en el año de 1969. No se conocen registros de personas fallecidas ni afectadas debido a este evento.

Huracán Fifi (1974)

El paso del huracán Fifi por territorio salvadoreño causó el desbordamiento del Río Grande de San Miguel, en el departamento de San Miguel en el año de 1974. No se conocen registros de personas fallecidas ni afectadas debido a este evento.

Huracán Gilbert (1988)

El huracán Gilbert fue uno de los ciclones tropicales más intensos, devastadores y mortíferos registrados en el océano Atlántico en el siglo XX. A su paso por El Salvador causó el desbordamiento del Río Grande de San Miguel. En territorio salvadoreño no se conocen registros de personas fallecidas ni afectadas debido a este evento.

Huracán Cesar (1996)

El paso del huracán Cesar por territorio salvadoreño causó el desbordamiento del Río Grande de San Miguel, en el departamento de San Miguel en el año de 1996. No se conocen registros de personas fallecidas debido a este evento. Se sabe de la afectación directa de 16 familias.

Huracán Mitch (1998)

El paso del huracán Mitch por El Salvador causó el desbordamiento del Río Grande de San Miguel y del Río Lempa. En total afectó un área de 1,000 km² y tuvo una duración de 14 días. El saldo total de afectados asciende a las 240 personas fallecidas y cerca de 59,000 afectadas. El sector productivo que sufrió en mayor medida fue el sector agrícola.

A continuación se hace un breve recuento de los principales eventos de inundación que han ocurrido en los últimos años, organizados por departamentos, en El Salvador.

Ahuachapán, Inundación de Septiembre de 2002

Debido a las fuertes lluvias que se presentaron en el Río Paz, este se desbordó anegando viviendas y cultivos de las zonas aledañas. Se registró una subida del nivel del agua de, por lo menos, un metro. No se conocen registros de personas fallecidas ni afectadas debido a este evento.

Inundación de Junio de 2005

Las fuertes lluvias que se presentaron en la zona urbana de Atiquizaya inundaron parte de la ciudad, dejando como saldo una persona fallecida cuando se movilizaba a las afueras de la ciudad.

Inundación de Junio de 2008

En el mes de Junio de 2008 se presentó el desborde de la quebrada Cuatro Pilas, crecida del río Cuilapa, desborde del Zanjón del Chino y del río Comalapa. El saldo de estos acontecimientos arrojó un total de 25 viviendas inundadas y 300 personas evacuadas. La lluvia registrada en la zona fue de 68.4 mm, información tomada por la estación meteorológica de San Miguel Tepezontes.

Santa Ana, Inundación de Septiembre de 2008

El desborde de los ríos Angue y Ostúa dejó un saldo de 130 familias del caserío La Barra afectadas y evacuadas. Otras 16 comunidades del cantón de Tecomapa fueron afectadas por las inundaciones. Los desbordamientos fueron causados por las fuertes lluvias que habían venido presentándose en el departamento de Ahuachapán en días anteriores.

Chalatenango, Inundación de Octubre de 2008

La inundación se presentó en varias zonas del país, dejando un saldo de 5,000 personas afectadas, un hombre fallecido, viviendas y caminos anegados, y 385 familias afectadas. En el departamento de Chalatenango, el caserío Los Aposentos fue el lugar que resultó mayormente afectado.

San Salvador, Inundaciones del año 2003

En el año 2003 se presentaron 6 eventos de inundación en el departamento de San Salvador, en los meses de Mayo, Agosto y Octubre. Dentro de las causas principales de inundación se encuentran: acumulación excesiva de basuras, fuertes tormentas e incapacidad de drenaje urbano.

El evento arrojó un saldo de 5,000 familias afectadas, aproximadamente. Lo anterior debido a constantes derrumbes ocasionados por las fuertes tormentas y a las inundaciones que se presentaron en las viviendas y plazas de mercado.

Inundaciones del año 2004

En el año 2004 se presentaron 7 eventos de inundación en el departamento de San Salvador, en los meses de Mayo, Junio, Julio, Agosto y Septiembre. Dentro de las principales causas que dieron origen a las inundaciones se encuentran: fuertes lluvias, desborde del Río Acelhuate, ondas tropicales y corrientadas de agua y lodo. El evento arrojó un saldo de 3 personas lesionadas y 88 viviendas inundadas y/o destruidas.

Inundaciones del año 2005

En el año 2005 se registró un total de 28 eventos de inundación en el departamento de San Salvador, en los meses de Mayo, Junio, Julio, Agosto, Septiembre y Octubre. Dentro de las principales causas que dieron origen a las inundaciones se encuentran: fuertes tormentas, tragantes obstruidos, creciente del río San Antonio, desbordamiento del río Acelhuate y depresiones tropicales.

En el año 2005 se estima que un total de 159 familias fueron afectadas y evacuadas de sus viviendas, 20 restaurantes fueron inundados y 11 personas resultaron fallecidas debido a un

deslizamiento de tierra después de la inundación provocada por las fuertes lluvias en el sector de San Marcos y San Salvador.

En su mayoría, las inundaciones fueron producidas por fuertes lluvias que causaron el anegamiento de ríos y de tragantes. Es importante resaltar que en muchos de los casos, los eventos de inundación se combinaron con eventos de deslizamiento, como en el caso de las personas que resultaron fallecidas en San Salvador.

Inundaciones del año 2006

En el año 2006 se registró un total de 14 eventos de inundación en el departamento de San Salvador, en los meses de Abril, Mayo, Junio, Julio, Agosto y Octubre. Dentro de las principales causas que dieron origen a las inundaciones se encuentran: fuertes lluvias, desbordamiento de quebradas urbanas y un incremento en el nivel de la quebrada del Arenal Montserrat.

Se estima que en el año 2006 un total de 91 familias fueron evacuadas de sus viviendas, 91 viviendas fueron anegadas, y no hubo registro de personas fallecidas y/o lesionadas.

Inundaciones del año 2007

En el año 2007 se registró un total de 2 eventos de inundación en el departamento de San Salvador, ambos en el mes de Septiembre. Los dos eventos tuvieron como causa común las fuertes lluvias que suelen presentarse durante ésta época del año.

El primero de ellos generó una acumulación de arena en el puente del río Guija y el segundo provocó el colapso del sistema de alcantarillado. No se registraron efectos directos sobre la población o sus viviendas.

Inundaciones del año 2008

En el año 2008 se registró un total de 11 eventos de inundaciones en el departamento de San Salvador, en los meses de Junio, Julio, Agosto, Septiembre y Octubre. Dentro de las principales causas que dieron origen a las inundaciones se encuentran: fuertes lluvias y el desbordamiento de los ríos Acelhuate y Arenal Montserrat.

Se estima que para este evento se evacuaron un total de 4 familias y alrededor de 657 personas. Una persona falleció y 27 más estaban desaparecidas.

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 departamento, así como número de eventos por año en función del tipo de 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 Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET). La base de datos contiene información general acerca de la ubicación temporal y espacial del evento (*tipo de amenaza, fecha, hora, latitud, longitud y descripción ubicación*) 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-T1.1B-6. La Tabla 3-13 describe en detalle cada uno de los campos de la base de datos para este tipo de eventos.

Tabla 3-13
Campos asociados al catálogo de Deslizamientos

CAMPO	TIPO DE DATO	OBSERVACIONES
Tipo de evento	Texto	Deslizamiento
Fecha	Fecha	Fecha de ocurrencia
Hora	Hora	Hora de ocurrencia
Ubicación X	Decimal	Longitud. No disponible actualmente
Ubicación Y	Decimal	Latitud. No disponible actualmente
Descripción ubicación	Texto	Lugar de ocurrencia del evento (población ciudad, etc.)
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
Descripción y efectos del evento	Texto	Descripción general de las características del evento
Pérdida Económica Directa	Moneda	No disponible actualmente
Pérdida Económica Indirecta	Moneda	No disponible actualmente
Pérdida Económica Consecuencial	Moneda	No disponible actualmente
Muertos	Entero	Disponible actualmente para algunos casos
Desaparecidos	Entero	Disponible actualmente para algunos casos
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 base de datos cuenta con 17 registros de deslizamientos distintos en el periodo comprendido entre 1774 y 2001, aunque la mayor cantidad de datos esta reportada desde 1982 hasta el presente. El valor promedio de número de deslizamientos por año es de 0.298 calculados para el periodo de 1982 a 2001. La Figura 3-38 muestra el número de deslizamientos clasificados por departamento.

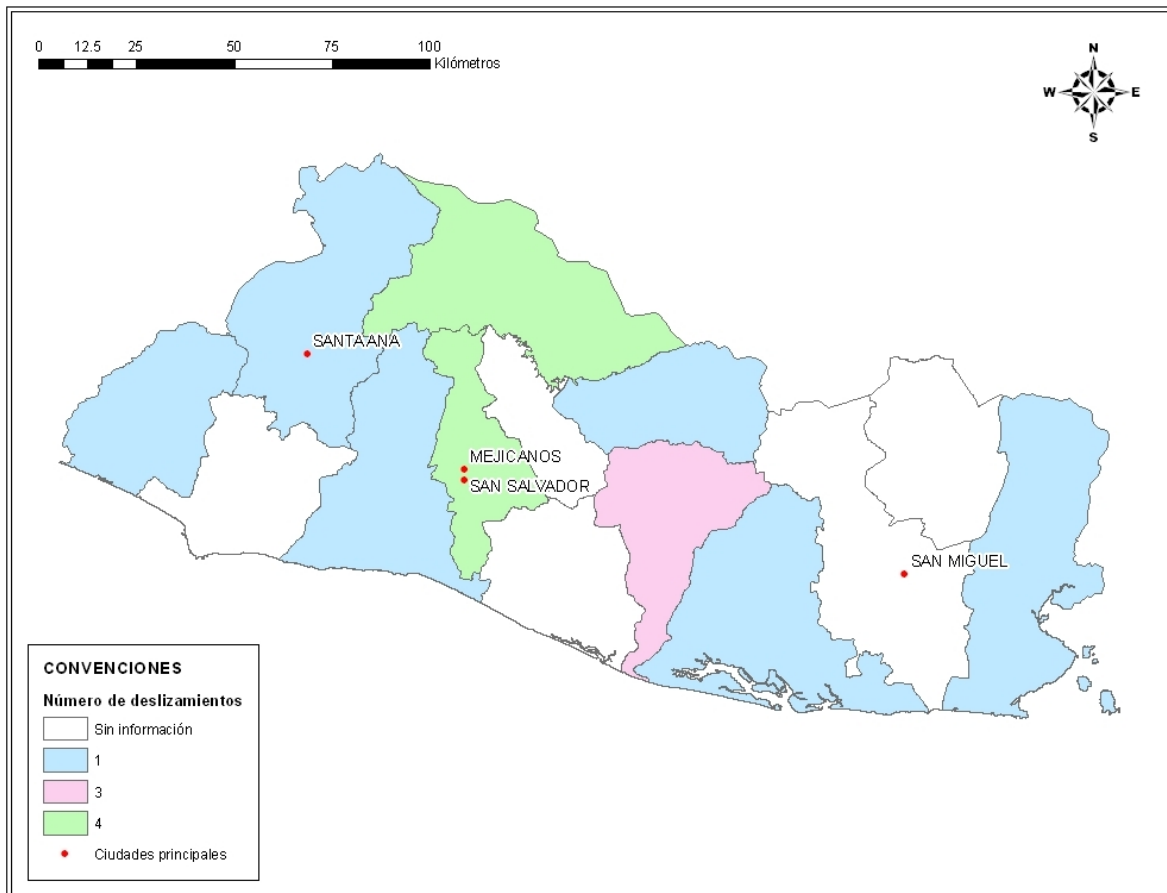


Figura 3-38
Deslizamientos por departamento para El Salvador

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 3-39 ilustra el número de eventos para cada año durante el periodo completo de análisis (1770 - 2001). Se observa que el mayor número de eventos fue reportado para el periodo de 1982 hasta 2001. La Figura 3-40 muestra el número de deslizamientos para cada año del periodo en mención.

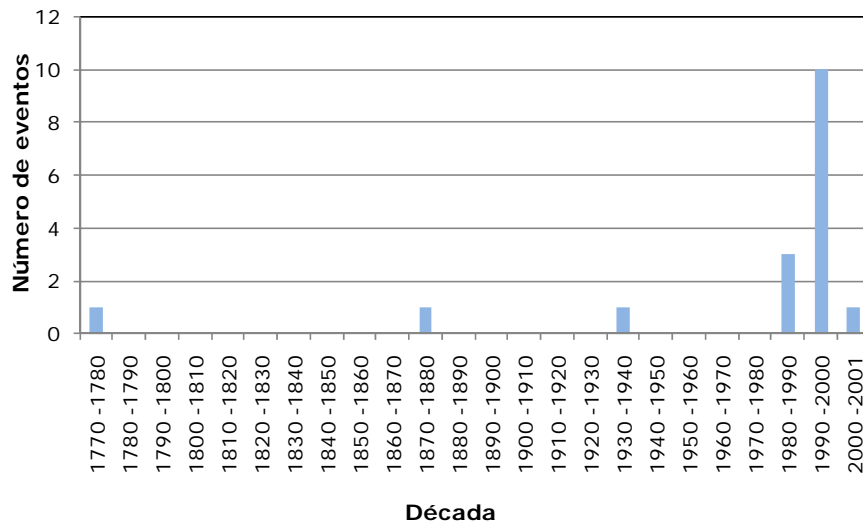


Figura 3-41

Número de deslizamientos por década registrados en El Salvador

La Figura 3-42 presenta el número de deslizamientos por departamento. Se observa que los departamentos más afectados corresponden a San Salvador, Chalatenango y San Vicente, con 4, 4 y 3 eventos, respectivamente.

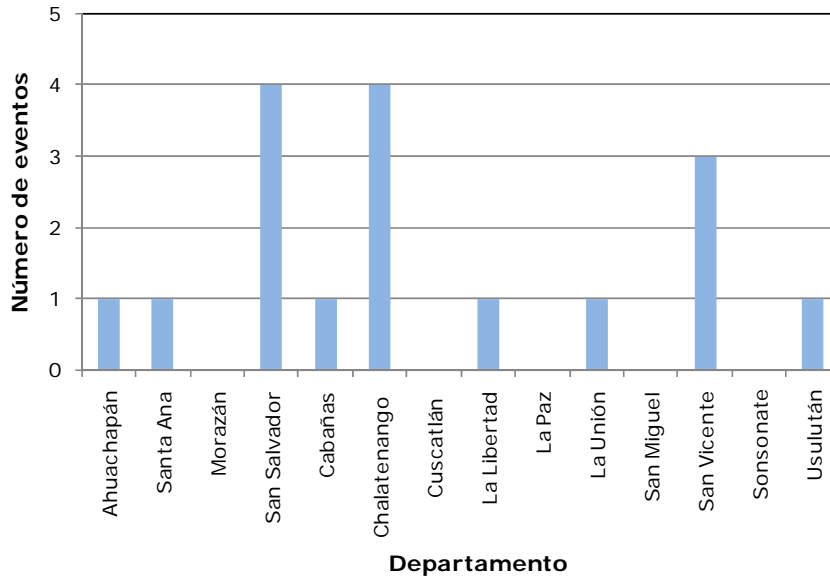
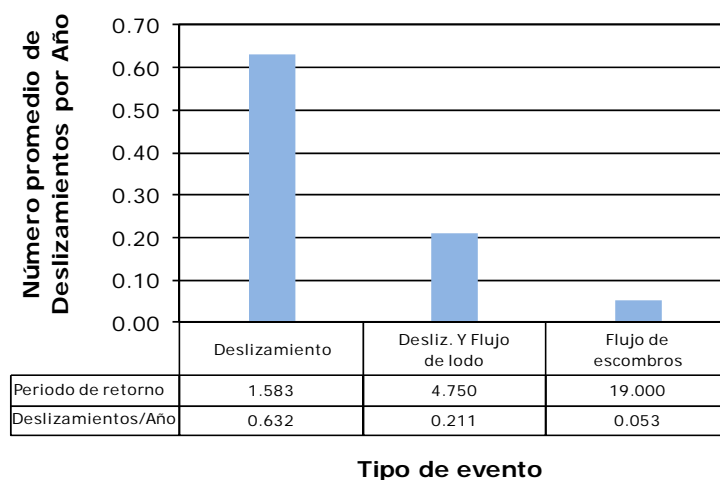


Figura 3-42

Número de deslizamientos por departamento en El Salvador

La Figura 3-43 presenta el número de deslizamientos por año en función del tipo de evento. El periodo de análisis de esta última curva es el comprendido entre 1982 y 2001, ya que en este lapso de tiempo hay mayor continuidad en los registros.



Periodo analizado: 1982 - 2001

Figura 3-43
Deslizamientos por año para cada tipo de evento - El Salvador

La Tabla 3-14 presenta un resumen de los datos disponibles referentes a las afectaciones directas en la población a causa de los eventos por deslizamiento. El siguiente numeral presenta una breve descripción de algunos eventos de gran impacto.

Tabla 3-14
Muertos, desaparecidos, heridos y afectados por los deslizamientos en El Salvador

Fecha	Descripción Ubicación	Muertos	Desaparecidos	Heridos	Afectados
1774	Volcan San Vicente	-	-	-	-
1878	Cerro el Tigre	14	-	-	-
1934	Volcan San Vicente	-	-	-	-
19/09/1982	Deslizamiento de Montebello (El Picacho) El Picacho, volcán de San Salvador	300	-	-	-
1988	Volcan Conchaguita	22	12	11	30 familias damnificadas
Sep/1994	Deslizamiento en la colonia El Marabú, Loma Larga, Planes de Renderos. Faldas Norte de la cordillera Loma Larga, a 850 y 1050 msnm en el Km 10½ autopista a Comalapa.	-	-	-	-
Oct-Nov/1994	Deslizamiento cerro de Artillería, Tempisque Las Chinamas, Faldas Oeste del cerro Artillería Tempisque carretera CA-8, paso fronterizo Las Chinamas	-	-	-	-
Nov/1994	Deslizamiento en colonia El Matazano III, Soyapango Colonia Valle Nuevo al final de los pasajes La Molienda y Las Amapolas.	-	-	-	-

Fecha	Descripción Ubicación	Muertos	Desaparecidos	Heridos	Afectados
Ago/1995	Deslizamiento en el Volcán de San Vicente Cantón El Coyolito, costado sur-este del volcán de San Vicente.	2	-	1	-
Mar/1996	Deslizamiento en el cantón El Pital Municipio de San Luis del Carmen, departamento de Chalatenango.	-	-	-	-
May/1996	Deslizamiento Loma La Cuaresma Costado Este de la carretera que de Santa Ana conduce a Metapan, entre los Km 103 y 105	-	-	-	-
Oct/1996	Deslizamiento en el Cerro La Burrera 17 Km al noreste de la ciudad de Sensuntepeque, cantón San Gregorio departamento de Cabañas	-	-	-	-
1996	Deslizamiento La Zompopera, cerro Miramundo Cerro Miramundo, 6 Km al Oriente de La Palma, Depto. de Chalatenango.	-	-	-	-
Jul/1998	Deslizamientos en los taludes ubicados entre los kilómetros 75 y 78 de la carretera CA-4 Km 75 y 78 de la carretera que conduce a la Ciudad de La Palma, departamento de Chalatenango.	-	-	-	-
Ene/2001	Deslizamiento en las laderas de Las Colinas; ubicadas al suroeste de la capital	536	-	-	-
15/10/1986	San Salvador	200	-	-	-
1998	Deslizamiento La Zompopera, cerro Miramundo, departamento de Chalatenango	-	-	-	-

3.6.2 Eventos históricos importantes

A continuación se hace un breve recuento de algunos de los principales eventos históricos asociados a fenómenos de deslizamientos. La información fue tomada de las bases de datos del Servicio Nacional de Estudios Territoriales- SNET⁷.

Deslizamiento de Montebello (1982)

El 19 de Septiembre de 1982 a las 6:15 am se registró un deslizamiento en la parte alta del Picacho, volcán de San Salvador.

⁷ <http://www.snet.gob.sv/Geologia/Deslizamientos/Info-basica/3-generalidades.htm>

En total se deslizaron 400,000 m³ de tierra y rocas que migraron hacia la parte baja de Montebello y otros lugares urbanos, enterrando viviendas y causando la muerte a cientos de personas.

Deslizamiento de 1986

El deslizamiento se produjo el día 15 de Octubre de 1986, dos días después de un terremoto registrado en San Salvador. El saldo del evento arrojó un resultado de 200 personas fallecidas debido a que un alud de tierra se volcó sobre ellas.

Deslizamiento en el Volcán San Vicente (1995)

El deslizamiento se produjo en Agosto de 1995 cuando un flujo de escombros conformado por rocas, árboles y lodo se deslizó dejando un saldo de 2 personas fallecidas y 1 herida.

Debido al choque de las rocas y los árboles con el puente del río Chuncuyo, se formó un embalse que, posteriormente, inundaría la carretera que comunica Zacatecoluca y San Vicente.

Deslizamiento de La Zompopera (1996)

El deslizamiento ocurrió en el departamento de Chalatenango, en el cerro Miramundo. Según información brindada por los pobladores, los deslizamientos de mayor magnitud han ocurrido en los años 1996 y 1998, éste último durante el huracán Mitch.

En el deslizamiento de 1996 se calcula que la tierra afectada tuvo dimensiones de 500 metros de ancho, 1,500 metros de largo y una pendiente que oscilaba entre los 70 y 80 grados.

Deslizamiento de Las Colinas (2001)

El deslizamiento ocurrió en la ciudad de Nueva San Salvador al desprenderse una porción de tierra de una ladera desde una altura de 400 metros, aproximadamente. La masa de tierra cayó sobre una zona residencial al sur de la ciudad, dejando un saldo de 536 personas fallecidas.

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 y del Servicio Nacional de Estudios Territoriales SNET. El catálogo de erupciones volcánicas incluye campos generales de localización y fecha del evento (*tipo de evento, nombre, fecha, latitud y longitud*), así como información sobre parámetros particulares para este tipo de fenómeno (*VEI, profundidad, extensión, volumen y características explosivas*). La base de

datos completa se presenta en el Anexo ERN-CAPRA-T1.1B-7. La Tabla 3-15 presenta el detalle de los campos con los que cuenta la base de datos.

Tabla 3-15
Campos asociados al catálogo de erupciones volcánicas

CAMPO	TIPO DE DATO	OBSERVACIONES
Tipo de evento	Texto	Erupción volcánica
Nombre	Texto	Nombre del volcán
Fecha	Fecha	Fecha 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.
Extensión	Decimal	Extensión 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. Disponible para algunos casos
Descripción y efectos del evento	Texto	Descripción general de las características del evento. Disponible para algunos casos
Pérdida Económica Directa	Moneda	No disponible actualmente
Pérdida Económica Indirecta	Moneda	No disponible actualmente
Pérdida Económica Consecuencial	Moneda	No disponible actualmente
Muertos	Entero	No disponible actualmente
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 cuenta con 493 eventos por erupciones volcánicas para El Salvador, en un periodo que va desde el año 430 D.C. hasta el año 2009 D.C. El valor promedio de número de eventos por año obtenido para el catálogo de erupciones es de 0.013. La Figura 3-44 presenta el mapa de las erupciones volcánicas en función del índice de explosividad volcánica.

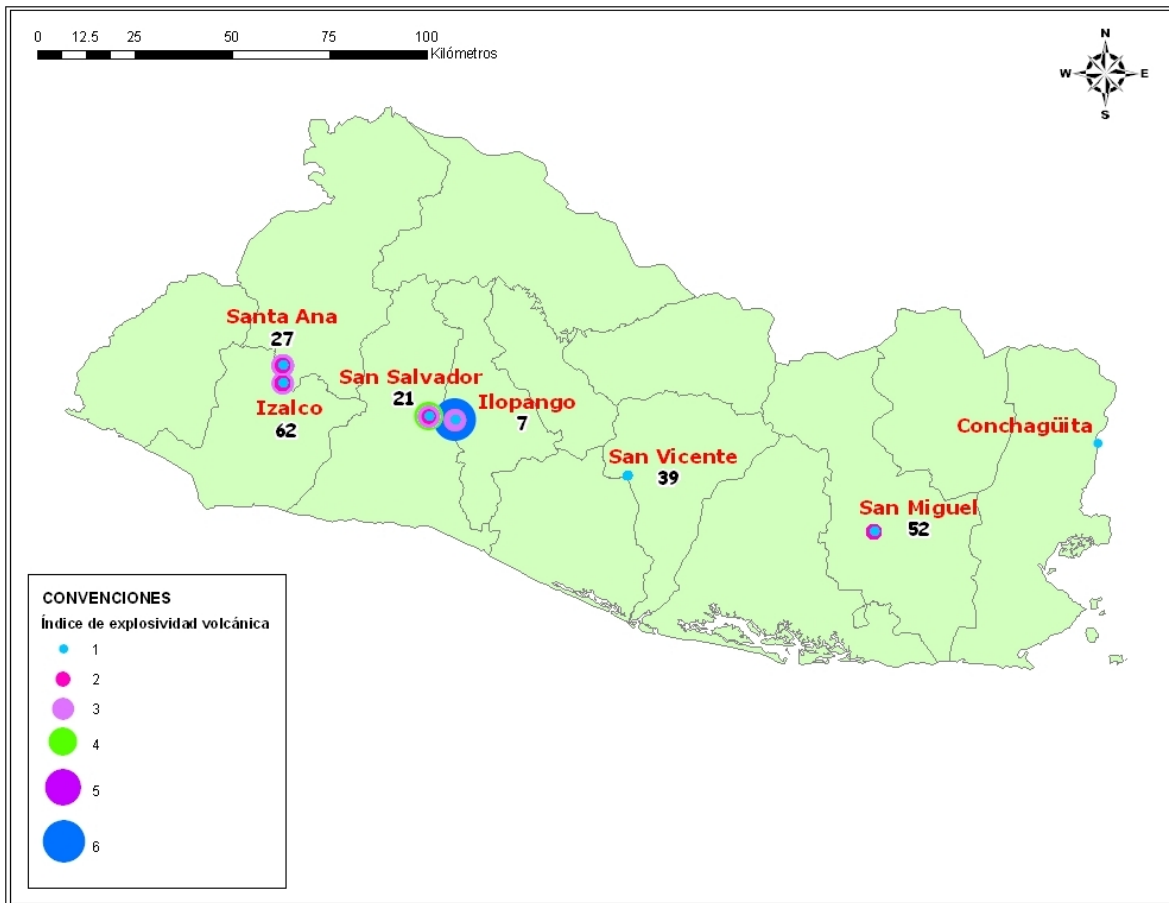


Figura 3-44

Erupciones volcánicas para El Salvador 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 3-45 presenta el número de erupciones en función del año para el periodo comprendido entre 430 y 1900; mientras que la Figura 3-46 presenta la misma información para el periodo comprendido entre 1900 y 2009.

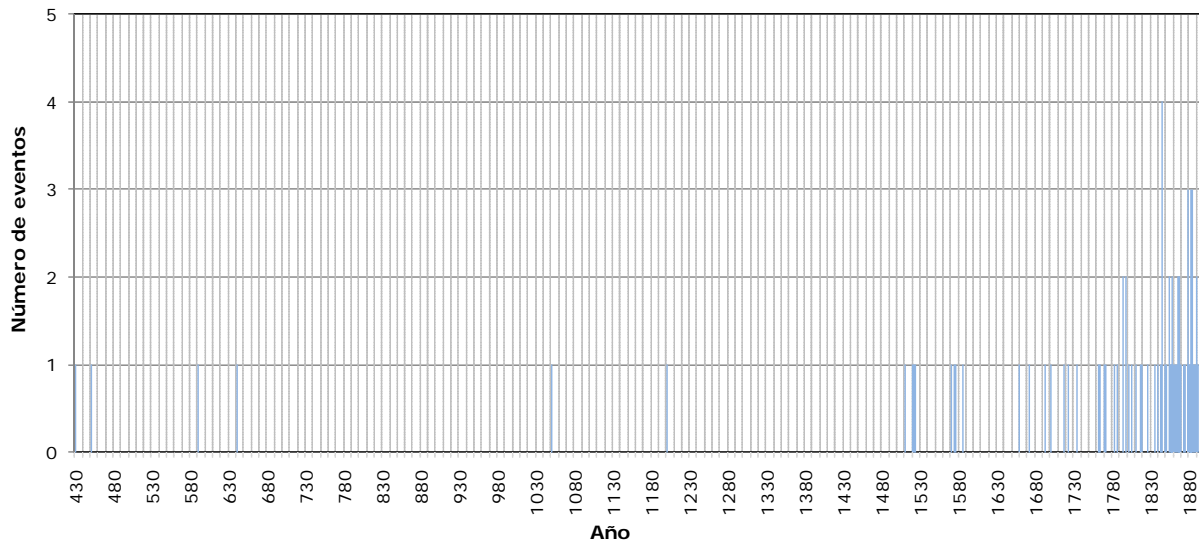


Figura 3-45
Número de erupciones volcánicas registradas en El Salvador (periodo 430-1900)

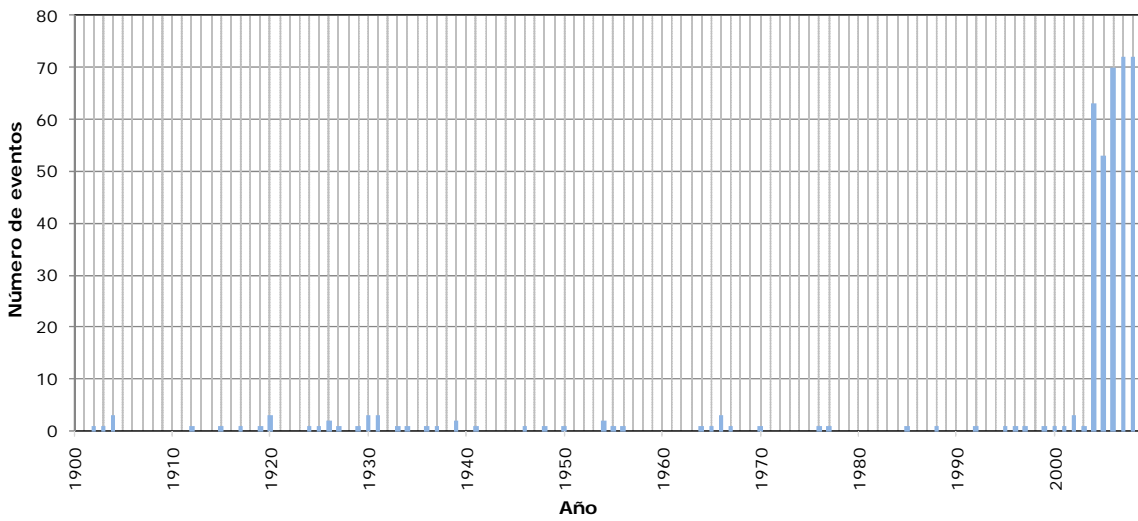


Figura 3-46
Número de erupciones volcánicas registradas en El Salvador (periodo 1900-2009)

La Figura 3-47 y la Figura 3-48 ilustran los eventos por década para el rango de tiempo total de análisis.

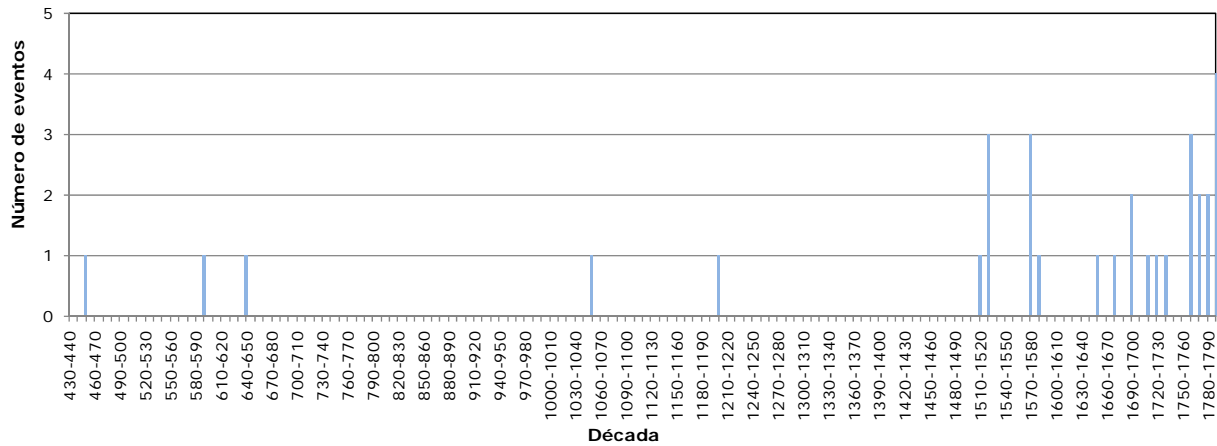


Figura 3-47
Número de erupciones volcánicas por década registradas en El Salvador (periodo 430 - 1800)

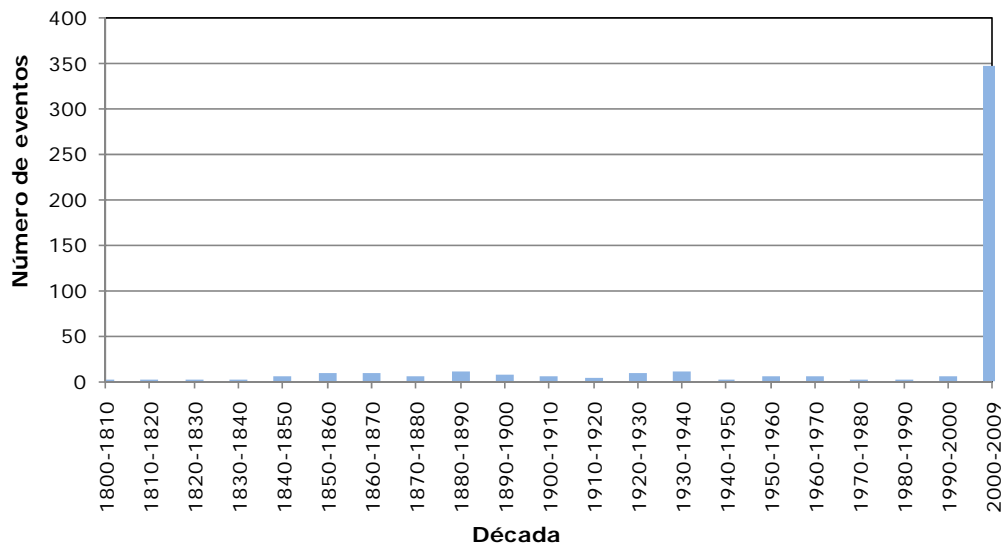


Figura 3-48
Número de erupciones volcánicas por década registradas en El Salvador (periodo 1800 - 2009)

Por su parte la Figura 3-49 presenta el número total de eventos por volcán, mientras que la Figura 3-50 clasifica los eventos por volcán y por Índice de Explosividad Volcánica (VEI). La mayor cantidad total de erupciones las presentan los volcanes Izalco y San Miguel.

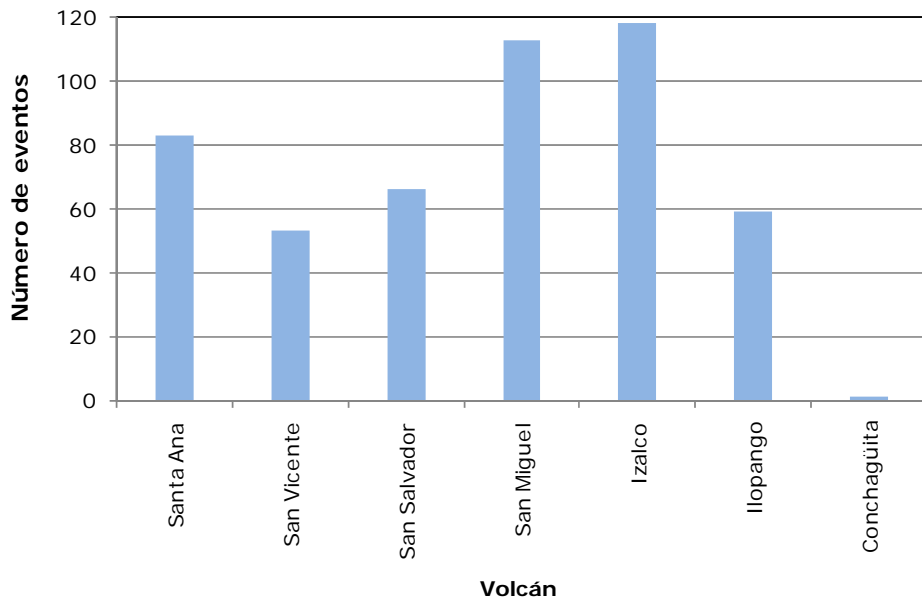


Figura 3-49
Número de erupciones por volcán para El Salvador (Periodo D.C.)

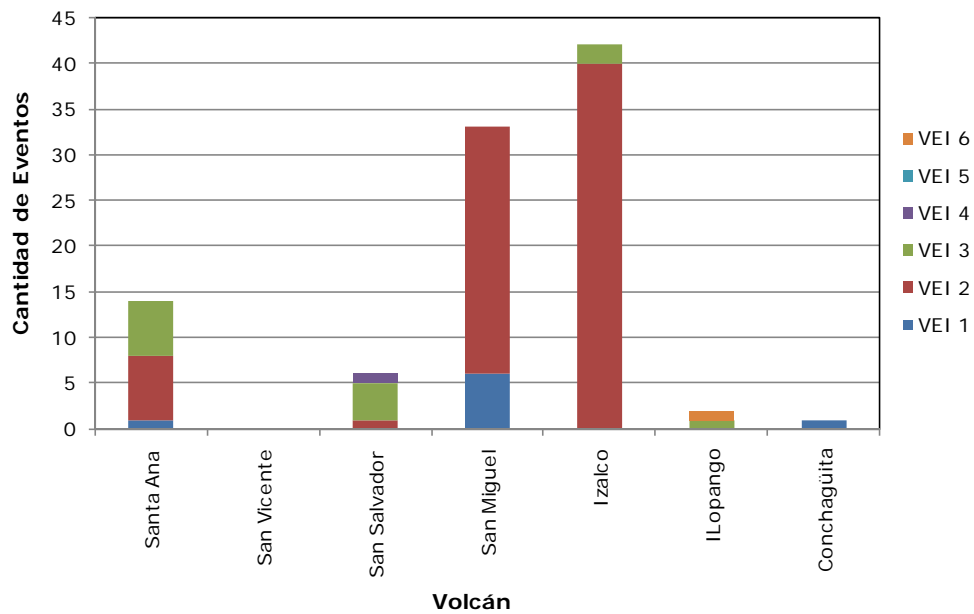
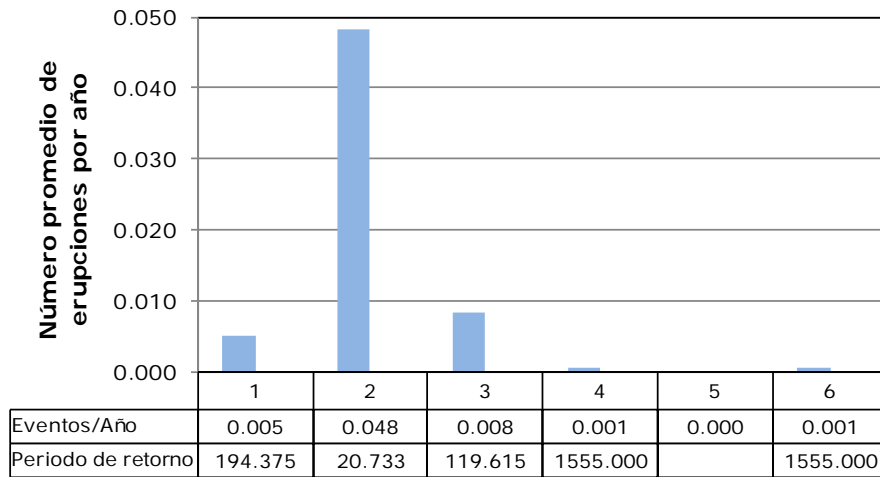


Figura 3-50
Número de erupciones por volcán para El Salvador en función del VEI

El número de eventos por año en función del Índice de Explosividad Volcánica (VEI) se presenta en la Figura 3-51. Esta curva muestra que las erupciones volcánicas más frecuentes son las de VEI de 2.



Índice de Explosividad Volcánica

Figura 3-51

Número de eventos por año en función del VEI. Periodo analizado: año 450 a 2005.

Finalmente, la Figura 3-52 presenta la curva de excedencia de las erupciones en función del Índice de Explosividad Volcánica.

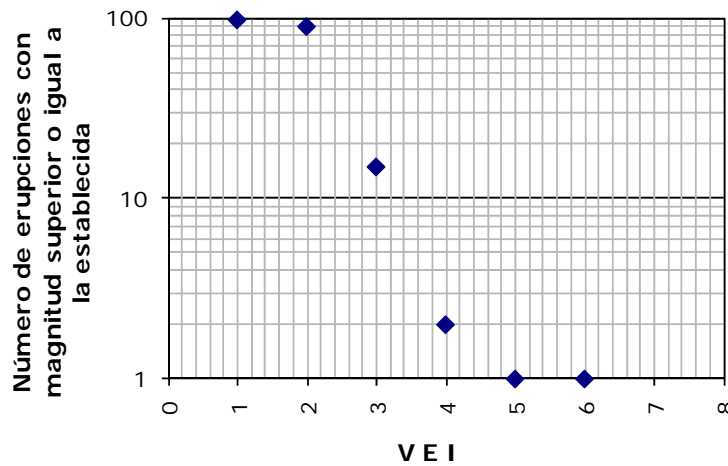


Figura 3-52

Número de eventos con magnitud de VEI superior o igual a la establecida

La Tabla 3-16 presenta un resumen de las erupciones contenidas en el catalogo que presentan mayor índice de explosividad volcánica. Hasta el momento no se tienen datos sobre perdidas, muertos o afectados. El siguiente numeral se hace una descripción de algunas erupciones volcánicas de impacto considerable en El Salvador.

Tabla 3-16
Erupciones volcánicas con el mayor VEI en El Salvador

Fecha	Volcán	VEI	Características Explosivas	Descripción y Efectos Evento
1200	San Salvador	4	Central vent eruption Explosive eruption Pyroclastic flow(s)	Erupción: Área de actividad: Boquerón (San Andrés Talpetate Tuff)
450+-30	Ilopango	6	Central vent eruption, Explosive eruption Pyroclastic flow(s), Fatalities Damage(land,property,etc), Caldera collapse Evacuation	Erupción: Área de actividad: ilopango

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 El Salvador. La información principal que se presenta fue tomada de la página del Servicio Nacional de Estudios Territoriales para El Salvador- SNET⁸ y de la página del Global Volcanism Program⁹.

Volcán Santa Ana (Iamatepec)

El volcán Santa Ana, también denominado Iamatepec, es un estratovolcán ubicado en el departamento de Santa Ana, específicamente en las coordenadas 13° 51.2 Norte y 89° 37.5 Oeste. Hace parte del complejo volcánico Izalco – Santa Ana – Coatepeque, que se ubica al oeste de la caldera Coatepeque, formada por el hundimiento circular de un grupo de volcanes que anteriormente ocupaban el lugar.

Dentro del complejo volcánico se encuentran los volcanes Mala Cara, Izalco, Cerro Verde y los conos adventicios de escorias tales como El Conejo, El Astillero, San Marcelino – Cerro Chino, Cerro El Retiro y algunos cráteres de explosión como el Plan del Hoyo. Cabe resaltar que el volcán Santa Ana es el volcán principal del complejo. El cráter principal del volcán Santa Ana se encuentra a 2.381 msnm y su diámetro es de 1.5 kilómetros, aproximadamente.

En los últimos 500 años se han presentado 5 erupciones moderadamente explosivas, freáticas y freatomagmáticas, con emisión de gases, cenizas y bombas volcánicas. En 1874 se presentó un evento de explosión volcánica, con Índice de Explosividad Volcánica (VEI) de 3. Se registraron daños en algunas tierras y propiedades.

En el año de 1880 se presentó un evento similar al de 1874 debido a una explosión volcánica de emisiones excéntricas que se presentó en el complejo volcánico Coatepeque.

⁸ <http://mapas.snet.gob.sv/geologia/vulcanologia/descripiconVSA.htm>

⁹ <http://www.volcano.si.edu/world/volcano.cfm?vnum=1403-2=&volpage=erupt>

El Índice de Explosividad Volcánica (VEI) registrado fue de 3. Se produjeron daños en la tierra, propiedades, etc.

Entre los eventos eruptivos recientes se encuentran los de: Junio de 1904, Noviembre de 1920 y Octubre de 2005. En cada uno de los tres eventos se presentó explosión eruptiva con un Índice de Explosividad Volcánica (VEI) que oscila entre 2 y 3. Pero en el año 2005, además de la explosión volcánica, se presentaron avalanchas de escombros, flujos de lahares, erupción del lago del cráter y daños en tierras y propiedades aledañas al volcán a distancias de entre 1 y 2.5 km.



Figura 3-53

Imagen del volcán Santa Ana

(Fuente: <http://www.snet.gob.sv/Geologia/Vulcanologia/paginas/volcanesactivos.htm>)



Figura 3-54

Panorámica del volcán Santa Ana

(Fuente: <http://www.snet.gob.sv/Geologia/Vulcanologia/paginas/volcanesactivos.htm>)

Volcán Izalco



Figura 3-55

Imagen Volcán Izalco

(Fuente: Roberto Monge. Google Earth. <http://www.panoramio.com/user/71012>)

El volcán Izalco es un estratovolcán ubicado en el departamento de Sonsonate que hace parte del complejo volcánico Izalco – Santa Ana – Coatepeque. Se localiza al sureste del volcán principal de dicho complejo (Santa Ana), más exactamente en las coordenadas 13°48'50.27" Norte y 89°37'58.10" Oeste. El cráter del volcán Izalco se encuentra a 1922 msnm y presenta un diámetro de 0.25 kilómetros, aproximadamente. El tipo de roca predominante es el basalto de olivino y la augita.

Se formó en el año de 1770 gracias al surgimiento de un orificio en las faldas del volcán Santa Ana. A partir de su formación en el año 1770 se han presentado cerca de 65 eventos, entre los cuales se encuentran: explosiones eruptivas, flujos de lava, actividad fumarólica y emisión de ceniza. Tal cantidad de eventos condujo a que se le denominara “El faro del pacífico”, ya que sus constantes erupciones y emisiones eran visibles desde el océano.

En 1770 el volcán Izalco inicia su evolución y formación con flujos de lava y actividad explosiva, con un Índice de Explosividad Volcánica (VEI) de 2. Desde 1770 hasta 1836 se presentaron flujos de lava con explosiones y lanzamiento de escoria, erupciones explosivas y erupciones de cenizas moderadas.

En 1838 se presentó la primera erupción de cenizas importante. Dicho evento se presentó de forma continua hasta 1840, con erupciones que se producían en intervalos de 10 minutos.

Entre 1842 y 1868 se presentaron erupciones de cenizas con intervalos de tiempo entre erupción que oscilaban entre los 10 y los 16 minutos. Se produjo el desarrollo del volcán en términos de altura y de emisiones, debido a que se presentaron las primeras emisiones con flujos de lava en el cráter central en 1864.

En 1869 se presentó una nueva erupción de lava en el cráter central y por las grietas laterales del flanco este. Dicho evento tuvo una duración de 7 días, lo que causó la formación de grietas laterales en el volcán. Debido a la extensión y potencia de la erupción, las cenizas llegaron hasta Acajutla, viajando cerca de 35 kilómetros.

En el año de 1912 se inicia un nuevo período de actividad, después de 8 años de inactividad. El cráter central no se encontraba en actividad, mientras que en las faldas del volcán se abrió un gran cráter que presentó emisión de gases, cenizas y bloques. La actividad se prolongó durante buena parte del año 1913.

En el año de 1966 se presentó un flujo de lava en el cráter central y en las grietas laterales acompañadas de erupciones de escorias, cenizas y rocas. A partir de éste año, el volcán Izalco no ha presentado actividad de consideración, ya que no se han producido variaciones significativas en los parámetros medidos en el volcán.

Volcán San Marcelino

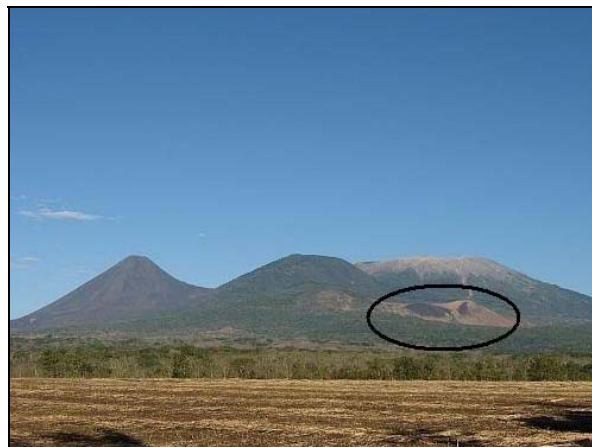


Figura 3-56
Imagen Volcán San Marcelino

(Fuente:

http://media.photobucket.com/image/volcan%20san%20marcelino/Vladalrc/Complejo__Los__Volcanesproper tyBild.jpg)

El volcán San Marcelino se clasifica como un cono de escorias y se encuentra ubicado en el departamento de Sonsonate, dentro del complejo volcánico Izalco – Santa Ana – Coatepeque, más exactamente en las coordenadas 13°48' Norte y 89°36' Oeste.

El cráter principal se encuentra a una altura de 1480 msnm. El tipo de roca predominante es el basalto de olivino y la augita. La última erupción conocida se presentó en 1722.

Volcán de San Salvador (Quezaltepeque)



Figura 3-57
Imagen Volcán San Salvador (Quezaltepeue)

(Fuente:

<http://www.alertatierra.com/imag/volcanes/volcanes%2520en%2520el%2520mundo/El%2520Salvador/san%2520salvador.jpg>)

El volcán San Salvador es un estratovolcán ubicado en el departamento de San Salvador. Su área abarca los municipios de Quezaltepeque, San Juan Opico, Colón, y Nueva San Salvador. Se localiza a once kilómetros de la ciudad de San Salvador, más exactamente en las coordenadas 13°44'13.9'' Norte y 89°17'7.15'' Oeste.

El cráter principal, denominado El Boquerón, se encuentra ubicado a 1867 msnm y con un diámetro aproximado de 1.7 kilómetros. Mientras que el segundo cráter, denominado Picacho, se encuentra a 1959 msnm. El tipo de roca predominante es el basalto y la andesita.

Desde su formación, cerca del año 1040 A.C. \pm 300 años, el volcán San Salvador ha tenido 9 eventos eruptivos, aproximadamente. Cerca del año 1050 D.C. se presentó una erupción explosiva freatomagmática del cráter denominado El Boquerón, que dio lugar al depósito conocido como Talpetate.¹⁰

Aproximadamente hacia 1200 se presentó una erupción en el cráter principal de El Boquerón. El índice de explosividad volcánica (VEI) para dicho evento fue de 4.

En el año de 1917 se presentó una erupción en el cráter principal de El Boquerón. El evento eruptivo provocó la desecación de la laguna que se alojaba al interior del cráter. El flujo de lava que fue emitido por el cráter alcanzó la ubicación de la actual población de Quezaltepeque. A partir de 1917 el volcán San Salvador no ha tenido actividad de gran relevancia.

¹⁰ Hart, 1983. Mirar hoja de eventos final Andrés para volcanes.

Volcán El Playón



Figura 3-58

Imagen Volcán El Playón

(Fuente: <http://www.panoramio.com/photos/original/2335963.jpg>)

El volcán El Playón es un cono de escorias y lava por boca lateral ubicado en el departamento de San Salvador. Se localiza 10 kilómetros al noroeste de el volcán de San Salvador, más exactamente en las coordenadas 13°48'52'' Norte y 89°19'54'' Oeste. El cráter principal se encuentra ubicado a 660 msnm y su diámetro es de 0.4 kilómetros, aproximadamente. El tipo de roca predominante es el basalto de olivino y la augita.

El registro de actividad del volcán El Playón se reduce a la actividad volcánica que dio origen a su cráter en 1658. El 3 de Noviembre de 1658 se produjeron sismos considerables en Quezaltepeque, más exactamente en el valle de Nixapán, en las grietas volcánicas que dieron origen a la pequeña elevación de El Playón, que entonces alcanzó los 140 msnm.

Volcán Ilopango (Islas Quemadas)



Figura 3-59

Imagen Lago Ilopango, caldera de volcán Ilopango.

(Fuente: <http://www.alertatierra.com/Volllopango.htm>)

En la imagen se observa la laguna Ilopango que cubre gran parte de la Caldera del volcán Ilopango.

Este es un volcán tipo caldera. En el centro de la laguna Ilopango se encuentran varias islas bajas que se denominan Islas Quemadas y conforman un domo de lava, en el cual la roca predominante es la dacita y la hornblenda.

La caldera del volcán Ilopango y el domo de lava Islas Quemadas se encuentran ubicados en el departamento de San Salvador, al este de la capital del país, más exactamente en las coordenadas 13°40'50'' Norte y 89°3'22' Oeste. La laguna de Ilopango se encuentra a 450 msnm y su extensión es de 88 km², aproximadamente.

Actualmente la caldera del volcán Ilopango no tiene mucha actividad. El último evento eruptivo importante ocurrió entre 1879 y 1880, el cual dió origen a los domos de lava de Islas Quemadas en el centro del lago.

Volcán San Miguel (Chaparrastique)



Figura 3-60
Imagen volcán San Miguel o Chaparrastique

(Fuente:

<http://media.photobucket.com/image/volcan%20san%20miguel/1984edwin/Donaciones/VOLCAN.jpg>)

El volcán San Miguel también llamado Chaparrastique (Tierra calurosa del Chaparro o Tierra del calor) es un estratovolcán que se encuentra ubicado en el departamento de San Miguel, más exactamente en las coordenadas 13°25'58'' Norte y 88°16'23'' Oeste.

El cráter del volcán San Miguel se encuentra a 2130 msnm y su diámetro es de 0.8 kilómetros aproximadamente. La roca predominante en el volcán es el basalto de olivino y la augita.

En el año 1510, aproximadamente, se registra la primera actividad volcánica con una erupción explosiva en el cráter principal y se presume que hubo flujo de piroclastos y lava.

Entre 1699 y 1967 se presentaron cerca de 28 eventos eruptivos, en los cuales se presentaron índices de explosividad volcánica (VEI) menores o iguales a 2.

Dentro de los eventos eruptivos más importantes en éste lapso se destacan los ocurridos en 1787, 1819, 1855 y 1867, debido a la emisión de flujos de lava, erupciones explosivas en el cráter principal y al daño causado a las tierras y propiedades aledañas.

A partir de 1967 se han presentado 6 eventos eruptivos con un índice de explosividad volcánica (VEI) igual a 1. Dentro de las características eruptivas de los eventos volcánicos se destaca la emisión de ceniza, lava y explosiones freáticas.

El 16 de Enero de 2002 se presentó el último evento de explosión eruptiva, en el que no se causaron daños a la población ni a tierras aledañas al volcán.

Volcán Conchagüita



Figura 3-61

Imagen volcán Conchagüita

(Fuente: <http://www.volcano.si.edu/world/volcano.cfm?vnum=1403-12=>)

El volcán Conchagüita es un estratovolcán ubicado en una pequeña isla del Golfo de Fonseca a través de un estrecho directo al volcán Conchagua, más exactamente en las coordenadas 13°13'43" Norte y 87°46'3" Oeste.

El cráter del volcán Conchagüita tiene 505 msnm de elevación y 100 metros de diámetro, aproximadamente. La roca predominante es el basalto.

El único evento eruptivo ocurrió en 1892. Se registró la erupción explosiva del cráter central con emisión de cenizas y un índice de explosividad volcánica (VEI) de 1.

Volcán de San Vicente

El volcán de San Vicente se localiza aproximadamente a 60 kilómetros al este de la ciudad capital San Salvador. Es el segundo volcán de más altura de este país. Consta de dos elevaciones: la más alta de 2.173 msnm con una depresión en medio, reminiscencia de lo que fue un cráter; la otra, de 2.083 msnm, que tiene forma de cono con un cráter abierto hacia el este. En la base del volcán, al lado sur, se ubican manantiales de aguas termales conocidos como “los infiernillos” que emanan fuertes vapores y humo sulfúrico.

No se tiene información de erupciones volcánicas importantes.



Figura 3-62

Imagen del volcán de San Vicente

(Fuente: <http://www.flickr.com/photos/15434282@N00/4386619966/>)

LISTADO DE ANEXOS

- Anexo ERN-CAPRA-T1.1B-1 Sismos El Salvador.xls – Archivo digital
- Anexo ERN-CAPRA-T1.1B-2 Tsunamis El Salvador.xls – Archivo digital
- Anexo ERN-CAPRA-T1.1B-3 Huracanes El Salvador.xls – Archivo digital
- Anexo ERN-CAPRA-T1.1B-4 Precipitaciones El Salvador.xls - Archivo digital
- Anexo ERN-CAPRA-T1.1B-5 Inundaciones El Salvador.xls - Archivo digital
- Anexo ERN-CAPRA-T1.1B-6 Deslizamientos El Salvador.xls - Archivo digital
- Anexo ERN-CAPRA-T1.1B-7 Volcanes El Salvador.xls - Archivo digital