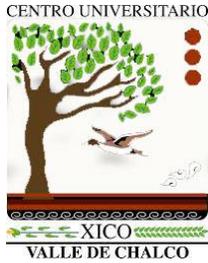




UAEM | Universidad Autónoma
del Estado de México

C.U. VALLE DE CHALCO



MODELO DE SOFTWARE PARA EL ANÁLISIS DE RIESGO DE INUNDACIÓN UTILIZANDO EL ENFOQUE SISTÉMICO, CASO: VALLE DE CHALCO SOLIDARIDAD

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
*MAESTRO EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN***

P R E S E N T A

HÉCTOR DELGADO HERNÁNDEZ

TUTOR ACADÉMICO

DR. SAMUEL OLMOS PEÑA

TUTOR ADJUNTO
DR. RENÉ GUADALUPE CRUZ FLORES
TUTORA ADJUNTA
DRA. CRISTINA JUÁREZ LANDÍN

VALLE DE CHALCO SOLIDARIDAD, MÉXICO OCTUBRE 2018.



Valle de Chalco Solidaridad, Edo de Méx. a martes, 19 de junio de 2018

**DR. EN C. JUVENAL RUEDA PAZ
COORDINADOR DE LA MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN
DEL CENTRO UNIVERSITARIO UAEM VALLE DE CHALCO.**

P R E S E N T E.

Por este medio le comunico a usted que la comisión revisora designada para realizar Tesis denominada: **“MODELO DE SOFTWARE PARA EL ANÁLISIS DE RIESGO DE INUNDACIÓN UTILIZANDO EL ENFOQUE SISTÉMICO, CASO: VALLE DE CHALCO SOLIDARIDAD.”**, como parte de los requisitos para obtener el grado académico de Maestría en **Ciencias de la Computación** presenta **HÉCTOR DELGADO HERNÁNDEZ**, con número de cuenta **1230662** para sustentar el acto de evaluación de grado, ha dictaminado que dicho trabajo reúne las características de contenido para proceder a la impresión del mismo

A T E N T A M E N T E

Tutor adjunto

**DR. RENÉ
GUADALUPE
CRUZ**

Tutor Académico

**DR. SAMUEL
OLMOS PEÑA**

Tutora Adjunta

**DRA. CRISTINA
JUÁREZ LANDÍN**





Ing. Héctor Delgado Hernández

Candidato al Grado de Maestría en Ciencias de la Computación

Centro Universitario UAEM Valle de Chalco

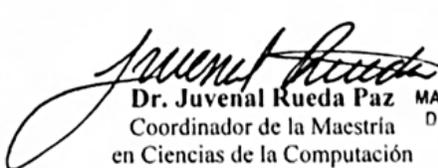
Presente

De acuerdo con el Reglamento de Estudios Avanzados de la Universidad Autónoma del Estado de México y habiendo cumplido con todas las indicaciones que la Comisión Revisora realizó con respecto a su trabajo de Tesis titulado **“Modelo de software para el análisis de riesgo de inundación utilizando el enfoque sistémico, caso: Valle de Chalco Solidaridad”**, la Coordinación de la Maestría en Ciencias de la Computación del Centro Universitario UAEM Valle de Chalco, concede la autorización para que proceda a la impresión de la misma.

Sin más por el momento, le reitero la seguridad de mi especial consideración y estima.

PATRIA, CIENCIA Y TRABAJO

“2018, Año del 190 Aniversario de la Universidad Autónoma del Estado de México”


Dr. Juvenal Rueda Paz
Coordinador de la Maestría
en Ciencias de la Computación
Centro Universitario UAEM Valle de Chalco


CENTRO UNIVERSITARIO
UAEM
VALLE DE CHALCO
MAestría EN CIENCIAS
DE LA COMPUTACIÓN



Dedicatorias

Para Amapola Carolina Pineda Uriostegui, mi amada esposa, madre abnegada, cómplice y partícipe de aventuras y desventuras durante los últimos 30 años.

A Karol Guadalupe Delgado Pineda, mi niña hermosa, que por andar buscando un pecesito ¡me encontré a este enorme tiburón!

¡Y lo que nos falta todavía!.

Agradecimientos

A La Divina Providencia: En ti creo, en ti espero y en ti confío.

Glorioso Apóstol, San Judas Tadeo, por amor a Jesús y a María, escucha mi oración y protege a mi familia, y a cuantos con fervor te invocan.

A mi Tutor Académico: Dr. Samuel Olmos Peña.

Hablar con la certeza que da la ignorancia solo te hace mas ignorante; o como mencionó alguna vez Barak Obama: "La ignorancia no es una virtud".

A los Profesores:

Muy especialmente al Dr. René Guadalupe Cruz Flores y la Dra. Cristina Juárez Landín por aceptar convertirse en mi tutor y tutora adjuntos. Y también para las y los: Dra. Magally Martínez Reyes, Dr. Manuel Avila Aoki, M. en C. Marco Alberto Mendoza Pérez, Dr. Juvenal Rueda Paz, Dr. José Luis Sánchez Ramírez y Dra. GuoHua Sun.

Al Centro Universitario UAEM Valle de Chalco.

Gracias a todo su apoyo en infraestructura y económico pude lograr mi objetivo de obtener el grado de Maestro en Ciencias de la Computación.

Al CONACYT.

Por otorgarme una Beca Nacional para Estudios de Posgrado.

Al COMECYT.

Por otorgarme la Beca Tesis de Posgrado.

A la Promoción 2012 de la Maestría en Ciencias de la Computación. Particular y encarecidamente a Raúl, muy cordialmente a Filio, Neto y Teban, sin olvidarme de Bucio, Grace, Ari, Joaquín, Ingrid, Lucy y Roberto por todas las vivencias compartidas.

Ni modo, promesa es promesa, también para F. M. T.

A mi Ángel Custodio y los Seres de Luz que siempre me acompañan y me ayudan.

**MODELO DE SOFTWARE PARA EL ANÁLISIS
DE RIESGO DE INUNDACIÓN UTILIZANDO EL
ENFOQUE SISTÉMICO, CASO: VALLE DE
CHALCO SOLIDARIDAD**

INDICE

1	INTRODUCCIÓN	17
1.1	Hipótesis de trabajo	17
1.2	Planteamiento del problema	17
1.3	Objetivo general.....	19
1.3.1	Objetivos específicos	19
1.4	Justificación	20
1.5	Metodología de la tesis.....	22
1.5.1	Etapa 1. Situación del "Mundo real"	23
1.5.2	Etapa 2. En el "mundo abstracto"	24
1.5.3	Etapa 3. Comparación y Evaluación.....	24
1.5.4	Etapa 4. Lecciones aprendidas.....	24
1.6	Alcance y limitaciones de la investigación.	25
1.7	Esquema general de contenido	25
2	CAPÍTULO 2: MARCO CONTEXTUAL Y ESTADO DEL ARTE	27
2.1	Desastres naturales y su contexto.....	27
2.1.1	Tipos de desastres	27
2.1.2	Tendencias de Desastres Naturales.....	28
2.2	Desastres, desarrollo sostenible y desarrollo sustentable	37
2.2.1	Contexto Socio-Cultural	38
2.2.2	Contexto Económico.....	39
2.2.3	Contexto Ambiental.....	39
2.3	Cambio climático	40
2.3.1	Algunos Efectos del Cambio Climático.....	40
2.3.2	Efectos en los Ecosistemas	41
2.3.3	Impacto por Inundaciones.....	41
2.4	Gestión de riesgos de desastres	42
2.4.1	Respuesta	42
2.4.2	Recuperación	43
2.4.3	Mitigación	43
2.4.4	Planeación.....	43
2.4.5	Preparación	44
2.5	Inundaciones.....	44

2.6	Tipos de inundaciones.....	46
2.6.1	Inundaciones Pluviales y Fluviales.....	47
2.6.2	Inundaciones Costeras	47
2.6.3	Inundaciones Lacustres.....	47
2.6.4	Inundaciones Repentinadas o Súbitas.....	48
2.6.5	Inundaciones Lentas (Pasivas).....	48
2.7	Análisis y diagnóstico de daños ocasionados por una inundación	49
2.7.1	Daños Directos.....	50
2.7.2	Daños Indirectos	50
2.7.3	Efectos Macroeconómicos.....	50
2.8	Vulnerabilidad	50
2.9	Análisis y diagnóstico de desastres	53
2.9.1	Análisis y Diagnóstico de Fallas en Sistemas Socio-Organizativos.....	53
2.10	Causa única vs. Multi-causas.....	54
2.10.1	Pensamiento Sistémico	54
2.10.2	Definiendo a los “sistemas sociales”	55
2.10.3	Causas únicas y multi-causas.....	55
2.11	Conclusiones de la revisión de la literatura.....	57
3	MARCO TEÓRICO.....	58
3.1	Arbol de Supervisión y Gestión de Riesgos, MORT (Management Oversight and Risk Tree).....	58
3.1.1	Conceptos básicos.....	58
3.1.2	Convenciones del diagrama de MORT.....	60
3.1.3	Estructura básica del MORT.....	63
3.1.4	Análisis de barreras.....	65
3.2	Procedimiento para el análisis de incidentes o accidentes	67
3.3	Proceso Unificado de desarrollo de software	68
3.3.1	Fases de RUP.....	69
3.4	Lenguaje Unificado de Modelado, UML (Unified Modeling Language)	70
4	DIAGNÓSTICO DE LAS INUNDACIONES CON MORT.	72
4.1	Diagnóstico de las inundaciones con MORT.....	72
4.1.1	Breve Descripción del Desastre.....	72
4.1.2	Consecuencias de la Inundación	74
4.2	ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE “LA INUNDACIÓN DE VALLE DE CHALCO SOLIDARIDAD DEL 5 DE FEBRERO DEL 2010”	75

4.2.1	Recopilación de la Información Relevante a la Inundación	76
4.2.2	Reconstrucción y Análisis de Barreras	78
4.2.2.1	Reconstrucción.....	78
4.2.2.2	Análisis de Barreras	81
4.2.3	Diagnóstico	83
4.2.3.1	Flujo de Energía 2: “Flujo de Agua Anegante”.....	83
4.2.3.2	Flujo de Energía 5: “Basura”	85
4.2.3.3	Algunos ejemplos del Proceso de Diagnóstico de “La Inundación de Valle de Chalco del 5 de febrero del 2010”	86
4.2.4	Recomendaciones	88
4.3	RESUMEN FINAL	92
5	DESARROLLO DE SADRI	94
5.1	FASE DE INICIO	96
5.1.1	Modelo del negocio	96
5.1.2	Contexto del sistema.....	97
5.1.3	Requerimientos	101
5.1.4	Caso de uso general del sistema	103
5.2	FASE DE ELABORACIÓN.....	104
5.2.1	Arquitectura orientada a objetos	105
5.2.2	Arquitectura de clases	106
5.2.3	Diseño del sistema	107
5.2.4	Diseño de la arquitectura	109
5.2.5	Diseño de la base de datos	112
5.3	FASE DE CONSTRUCCIÓN.....	115
5.3.1	Implantación	115
5.4	FASE TRANSICIÓN.....	119
5.4.1	Prueba	120
6	Conclusiones y futuro en clase.....	121
7	Apéndices y Anexos.....	122
7.1	Anexo A. Contexto de Valle de Chalco y su contexto geográfico.....	122
7.1.1	Localización del área de estudio.....	122
7.1.2	Valle de Chalco Solidaridad y su contexto en el Estado de México y la República Mexicana	122
7.1.2.1	Ubicación geográfica.....	124

7.1.2.2	Fisiografía	124
7.1.2.3	Clima	125
7.1.2.4	Geología	125
7.1.2.5	Hidrografía	125
7.1.2.6	Uso del suelo y vegetación	126
7.1.2.7	Zona urbana	126
7.2	Anexo B.....	127
7.3	Anexo C; Reconocimientos.	146
8	Referencias	156

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Comportamiento de la investigación en el área de desastres naturales, (Alvarado, 2010).....	21
Figura 1.2. Propuesta de investigación en el área de desastres naturales.....	22
Figura 1.3 Metodología de investigación del desarrollo de software para análisis de riesgo de inundación.	23
Figura 2.1 Gráfica de las tendencias en ocurrencia y número de víctimas, (Traducida y adaptada de ADSR; 2013).	29
Figura 2.2 Top 10 por número de eventos reportados en 2013, (Traducida y adaptada de ADSR, 2013).	30
Figura 2.3 Top 20 por número de muertes y por distribución de desastres, (Traducida y adaptada de ADSR, 2013).	31
Figura 2.4 Top 20 Por daños económicos y por distribución de desastres, (Traducida y adaptada de ADSR, 2013).	33
Figura 2.5 Impacto de desastres naturales por subgrupo. 2013 vs promedio anual 2003-2012, (Traducida y adaptada de ADSR, 2013).....	34
Figura 2.6 Principios de sustentabilidad, (Monday, 2002).	38
Figura 2.7 Etapas típicas del proceso de gestión de riesgos de desastres, (OPS; 2000).	42
Figura 2.8 Algunas causas e impactos de las inundaciones, (CAPRA; 2010).	46
Figura 2.9 Causa Única vs Causas Sistémicas (Alvarado Corona, 2010).	56
Figura 3.1 Ejemplo de lógica jerárquica	61
Figura 3.2 Extracto del gráfico MORT	62
Figura 3.3 Estructura Básica de MORT.....	64
Figura 4.1 Lluvias en los estados hasta el 4 de febrero de 2010.....	73
Figura 4.2 Etapa de Recopilación de Información, (Autoría propia; 2015).	76
Figura 4.3 Etapa de Reconstrucción y Análisis de Barreras, (Autoría propia; 2015).	78
Figura 4.4 Etapa de Diagnóstico, (Autoría propia; 2015).	83
Figura 4.5 Resultados del Diagnóstico para el Flujo Agua Anegante, (Autoría propia; 2015).....	84
Figura 4.6 Rama Información Técnica MAA, (Autoría propia; 2015).	85
Figura 4.7 Resultados del Diagnóstico para el Flujo Basura, (Autoría propia; 2015).	85
Figura 4.8 Rama Flujo de Energía o Condición Nociva, (Autoría propia, 2015)	86
Figura 4.9 Etapa de Recomendaciones, (Autoría propia; 2015).....	89
Figura 5.1 Flujo de procesos del sistema SADRI.	95
Figura 5.2 Diagrama de flujo Nivel cero.	98
Figura 5.3 Diagrama de procesos nivel uno.	98

Figura 5.4 Diagrama de procesos de nivel dos P1.1 análisis de barreras	99
Figura 5.5 Diagrama de procesos de nivel dos P2.1 y P2.2 gráfico MORT.....	99
Figura 5.6 Alcances funcionales del sistema.	102
Figura 5.7 Caso de uso general del sistema.....	104
Figura 5.8 Caso de uso de nuevo análisis de riesgo.	104
Figura 5.9 Arquitectura orientada a objetos.....	105
Figura 5.10 Diagrama de clases del sistema SADRI.....	107
Figura 5.11 Diagrama de la estructura funcional del sistema SADRI, (Autoría propia ,2014).....	109
Figura 5.12 Diagrama de secuencia general.	110
Figura 5.13 Diagrama detallado de análisis de barreras del sistema SADRI.	111
Figura 5.14 Diagrama detallado de gráfico SADRI del sistema SADRI.....	112
Figura 5.15 Diagrama de la base de datos del sistema SADRI.....	113
Figura 5.16 Menú principal del sistema SADRI, (Autoría propia ,2014).	116
Figura 5.17 Nombre y fecha del nuevo análisis del sistema SADRI.	117
Figura 5.18 Abrir un análisis del sistema SADRI.....	118
Figura 5.19 Análisis de barreras del sistema SADRI.....	118
Figura 5.20 Gráfico del sistema SADRI.	119
Figura 5.21 Codificación del Gráfico del sistema SADRI.....	119
Figura 5.22 Error en la base de datos del sistema SADRI.	120
Figura 7.1 Orografía de la República Mexicana, (sinaloamx.com; 2012).....	123
Figura 7.2 Hidrografía y Orografía del Estado de México. (edomex.gob.mx; 2015)	124
Figura 7.3 Ubicación Geográfica del Municipio de Valle de Chalco Solidaridad, (INEGI; 2010).....	145

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Desastres naturales, subgrupos, definición y clasificación, (Traducida y adaptada de ADSR; 2013).	28
Tabla 2.2 Clasificación de desastres naturales, (Traducida y adaptada de ADSR, 2013).	30
Tabla 2.3 Top 10 Desastres naturales por número de muertes, (Traducida y adaptada de ADSR, 2013).	31
Tabla 2.4 Top 10 Desastres naturales por número de víctimas, (Traducida y adaptada de ADSR, 2013).	32
Tabla 2.5 Top 10 Desastres naturales por daños económicos, (Traducida y adaptada de ADSR, 2013).	33
Tabla 2.6 Ocurrencia e impacto por número de desastres naturales, (Traducida y adaptada de ADSR, 2013).	34
Tabla 2.7 Ocurrencia e impacto por número de víctimas, (Traducida y adaptada de ADSR, 2013).	35
Tabla 2.8 Ocurrencia e impacto por daños económicos, (Traducida y adaptada de ADSR, 2013).	35
Tabla 2.9 Vulnerabilidad Global, (Wilches-Chaux; 1988).....	51
Tabla 3.1 Formato del análisis de barrera.	66
Tabla 3.2 Vista y diagramas UML	71
Tabla 4.1 Estimación de daños tangibles directos en zona habitacional ocasionados por la inundación de febrero de 2010 en Valle de Chalco Solidaridad, (DÍAZ-Delgado; 2012)	75
Tabla 4.2 Fuentes consultadas en el diagnóstico de La inundación de Valle de Chalco Solidaridad del 2010, (Autoría propia; 2015).	77
Tabla 4.3 Cronología de eventos de La Inundación de Valle de Chalco del 2010 .	78
Tabla 4.4 Análisis de barreras para el caso Valle de Chalco Solidaridad, (Autoría propia; 2015).....	82
Tabla 4.5 Lecciones aprendidas en el contexto de los focos de “Vulnerabilidad Global”, (Autoría propia; 2015).	89
Tabla 5.1 Proceso 1 del nivel uno.	100
Tabla 5.2 Proceso 2 del nivel uno (Autoría propia, 2014)	100
Tabla 5.3 Tabla nSADRI (Autoría propia ,2014).....	113
Tabla 5.4 Tabla análisis_b (Autoría propia ,2014).....	114
Tabla 5.5 Rama (Autoría propia ,2014).....	114
Tabla 5.6 Objeto (Autoría propia ,2014).....	115

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 2.1 Porcentaje continental compartido de ocurrencia reportada por subgrupo de desastre en 2013, (Traducida y adaptada de ADSR, 2013).	36
Mapa 2.2 Porcentaje continental compartido de víctimas reportadas por subgrupo de desastre en 2013, (Traducida y adaptada de ADSR, 2013).	36
Mapa 2.3 Porcentaje continental compartido de daños económicos reportados por subgrupo de desastre en 2013, (Traducida y adaptada de ADSR, 2013).....	37

Resumen

Para la realización del modelo fue necesario identificar las causas sistémicas de una inundación y todos los componentes principales que la conforman, además particularmente -y por ser motivo de esta tesis- la inundación del 5 de febrero de 2010 en Valle de Chalco Solidaridad.

Se caracterizaron las causas sistémicas de la inundación que ahí tuvo efecto y después se obtuvo propiamente el modelo de software para el análisis de riesgo de inundación, para posteriormente diseñar y validar los experimentos realizados.

Abstract

For the realization of the model, it was necessary to identify the systemic causes of a flood and all the main components that make it up, and in particular - and because of this thesis - the flood of February 5, 2010 in Valle de Chalco Solidaridad.

Were characterized systemic causes of the flooding that had an effect there and then the software model for the flood risk analysis was obtained, to later design and validate the experiments carried out.

1 INTRODUCCIÓN

El presente capítulo aborda la hipótesis de trabajo y de forma breve el planteamiento del problema, el objetivo general y específicos, así como la justificación que fundamenta la realización de ésta tesis. Al final se presentan las limitaciones de la misma y un esquema general de contenido.

1.1 Hipótesis de trabajo

Aplicando el enfoque de sistemas se pueden determinar los diferentes factores involucrados en una inundación, entonces se puede construir un software que diagnostique el riesgo de inundación de cualquier población.

1.2 Planteamiento del problema

A lo largo de la historia de la humanidad, los desastres naturales han causado muerte y sufrimiento y su ocurrencia se incrementado de una manera alarmante en todo el mundo. Durante las últimas décadas han causado la muerte de millones de personas, y afectado la vida de al menos mil millones de personas (United Nations Development Programme, 2004) (United Nations Development Programme, 2005) (UNDP, 2004, 2005).

El fenómeno del cambio climático que se manifiesta en un aumento en la temperatura promedio del planeta, directamente vinculada con el aumento en la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera, producto de actividades humanas relacionadas con la quema de combustibles fósiles (por ejemplo, petróleo, carbón) y el cambio de uso de suelo (deforestación) (Schipper & Pelling, 2006) (Van Aalst, National Center for Biotechnology Information, 2006) (Van Aalst, The impacts of climate change on the risk of natural disasters, 2006)(Aalst, 2006; IPCC, 1995, 2001; Schipper and Pelling, 2006; entre otros) provocan múltiples efectos.

Con este cambio en el incremento de la temperatura se tienen consecuencias en la intensidad de los fenómenos del clima en todo el mundo. En efecto, los recientes huracanes catastróficos que han ocurrido en las zonas costeras del Golfo de los Estados Unidos, como el Katrina en el 2005 e Ike en 2008, ilustran la amenaza de inundaciones y que afectan la seguridad, el bienestar económico, y los recursos naturales de las comunidades costeras.

Además, existe la preocupación de que el cambio climático podría influir en la probabilidad y/o los impactos de los huracanes futuros (O'Brien, O'keefe, Phil, Rose, Joanne, & Wisner, Ben, 2006) (Thomalla, Downing, Spanger-Siegfried, Han, & Rockström, 2006) (Thomalla, et al., 2006; O'Brien, et al., 2006; IPCC, 1995, 2001).

Por ejemplo, el aumento del nivel del mar debido al cambio climático podría causar inundaciones severas (IPCC, 1995, 2001). Además, de los aumentos en las zonas de inundación debidas a las tormentas tropicales, la situación se agrava por la continua tendencia de las poblaciones que migran a este tipo de zonas (IPCC, 1995, 2001). Por otro lado, los huracanes Katrina, Rita y Stan ocurridos en 2005 han demostrado la vulnerabilidad no solo de estados sino de países ante tales eventos. Por ejemplo, el huracán Katrina causó un estimado de \$35 a \$60 mil millones en daños y resultó en al menos 1000 muertes en los Estados Unidos (Graumann, y otros, 2005)(Graumann, et al., 2005).

Por otro lado, ya es bien aceptado que el desarrollo de un país y desastres tienen una relación fuerte y estrecha. Por ejemplo, Mileti (Mileti, 1999) Mileti et al. (1995) argumenta que *“las pérdidas que se deben a los desastres naturales tienen lugar porque el desarrollo no es sustentable”*. De igual manera, (McEntire & Fuller, 2002) McEntire (2002, 2004) argumenta que es imperativo que cualquier desarrollo futuro y el paradigma de desastre tiene que considerar la importancia de la vulnerabilidad. El autor argumenta que el concepto de vulnerabilidad ayuda a entender la relación compleja que hay entre el desarrollo de un país y desastres;

por ejemplo, es bien conocido que la pobreza y explotación frecuentemente resultan en aumento de vulnerabilidad (McEntire & Fuller, 2002) (Mileti, 1999) (Weichselgartner, 2001)(McEntire, 2002; Hewit, 1983; Mileti, 1999; MnEntire, 2003; Weichselgartner, 2001). Otros factores, como pueden ser las prácticas y actitudes culturales, debilitan la gestión de desastres y desarrollo de las instituciones, asimismo aumentan la vulnerabilidad (Burton, Kates, & White, 1993) (McEntire & Fuller, 2002) (Mileti, 1999) (McEntire, 2002; Mileti, 1999; McEntire, 2003; Burton, 1993).

Otros investigadores (Annan, 2005) (Granot, 1997) (Kouzmin, Jarman,, & Rosenthal) (Vroom & Yetton, 1973) (Wilson, 200) (Granot, 1997; Kouzmin, et al. 1995; Quarantelli, 1984; Levin, 1976; Wilson, 2000; Cosgrave, 1996; Vroom, et al. 1973; Fisher, 1998; Murai, 2006; Annan, 2005; Egeland, 2006) se han concentrado en los diferentes aspectos de la gestión de desastres; por ejemplo, aspectos organizacionales, de las de las tecnologías de información, sistemas de alerta temprana (EWSs, por sus siglas en inglés), impactos económicos, de emergencia, entre otros.

Y a pesar de numerosos estudios e investigaciones que se han llevado a cabo sobre desastres naturales; sin embargo, no hay evidencia de una investigación en el desarrollo de metodologías o modelos y software para el diagnóstico de los mismos.

1.3 Objetivo general

Desarrollar un software utilizando un enfoque sistémico para el diagnóstico de riesgo de inundación.

1.3.1 Objetivos específicos

a) Realizar un diagnóstico sistémico de las inundaciones en Valle de Chalco Solidaridad.

- b) Identificar las causas sistémicas de las inundaciones en Valle de Chalco Solidaridad.
- c) Determinar los requisitos del software de riesgo de inundación.
- d) Obtener el diseño del software para el análisis de riesgo de inundación.
- e) Construir y probar el funcionamiento del sistema.

1.4 Justificación

A la una y media de la madrugada del viernes 5 de febrero del 2010, un fuerte estruendo despertó a cientos de familias residentes en el municipio de Valle de Chalco Solidaridad, tras lo cual, una inmensa corriente de aguas negras anegó sus casas. A esa hora se fracturó uno de los muros de contención del canal “La Compañía” en una extensión aproximada de 70 metros y en cuestión de minutos el agua cubrió totalmente un tramo de la autopista México-Puebla. De inmediato se generó una inundación de aguas negras de hasta 2 metros de altura, cortando la circulación en la autopista mencionada y cubriendo las zonas habitacionales aledañas. Se estima que este desastre afectó a 11 mil familias y 1,600 viviendas. Esta es una tragedia que se repite, dijeron vecinos, quienes en su mayoría se resguardaron en las azoteas. En Valle de Chalco Solidaridad se vivió una catástrofe anunciada puesto que se tenía el antecedente del 2 de junio del año 2000, cuando también se reventó el canal La Compañía a la altura del Puente Rojo. En esa ocasión, aunque no afectó a la autopista, inundó varias colonias del municipio colindante de Ixtapaluca.

La mayoría de las investigaciones que se han llevado a cabo en esta área ante las inundaciones han sido enfocadas en proporcionar una respuesta inmediata al impacto de una contingencia, ejemplos existentes como: sistemas de alerta temprana, pronósticos, vulnerabilidad, resiliencia, desarrollo, etcétera, dan cuenta de esto; ver, por ejemplo, (Annan, 2005) (Burton, Kates, & White, 1993) (Granot, 1997) (Kouzmin, Jarman,, & Rosenthal) (McEntire & Fuller, 2002) (Mileti, 1999) (Vroom & Yetton, 1973) (Weichselgartner, 2001) (Wilson, 200) Egeland; (2006); Murai; (2006); Annan; (2005); McEntire; ket al. (2004, 2003, 2002); Weichselgartner;

(2001); Wilson; (2000); Mileti; et al. (1999, 1995); Fisher; (1998); Granot; (1997); Cosgrave; (1996); Kouzmin; et al. (1995); Burton; (1993); Quarantelli; (1984); Levin; (1976); Vroom; et al. (1973); entre otros.

Como ya se ha mencionado aun cuando existen numerosos estudios e investigaciones que se han llevado a cabo sobre desastres naturales, no hay mucha evidencia de una investigación en el desarrollo de metodologías o modelos para el diagnóstico de desastres naturales y mucho menos de apoyo de software para este tipo de desastres, con la excepción del modelo propuesto por (Reyes & Beard, "A Systemic approach to managing natural disasters" en "Advanced ICTs for Disaster management and Threat Detection-Collaborative and Distributed Frameworks" IGI Global research collection, 2010) Santos-Reyes and Beard (2010); esto a diferencia de los sistemas socio-técnicos, donde existe una gran variedad de modelos y metodologías para el diagnóstico de los mismos (Johnson, 1980; entre muchos otros). Lo anterior se puede resumir en el modelo mostrado en la Figura 1.1 la cual implica que la investigación en cuanto a desastres naturales sigue, en general, un "comportamiento lineal"; es decir, no ha habido un gran progreso en los procesos de retroalimentación de los desastres provocados por los peligros naturales.

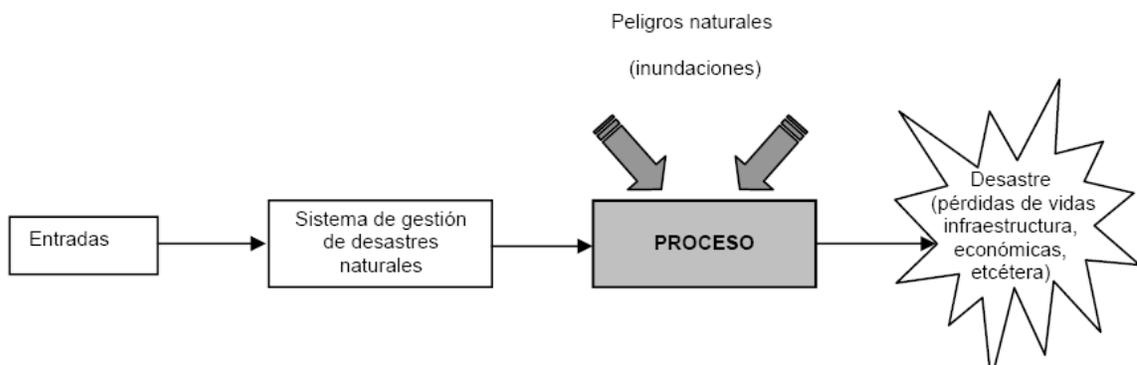


Figura 1.1 Comportamiento de la investigación en el área de desastres naturales, (Alvarado, 2010).

Dado lo anterior, este proyecto de investigación surge de la necesidad de mirar el pasado para aprender de los errores y así contribuir a la prevención y mitigación de los impactos de los desastres provocados por los fenómenos

naturales con especial atención a la zona de Valle de Chalco Solidaridad. La retroalimentación del modelo de control mostrado en la Figura 1.2 conjuntamente con la creación de un software de análisis de riesgos de inundación son los temas de investigación de este proyecto.

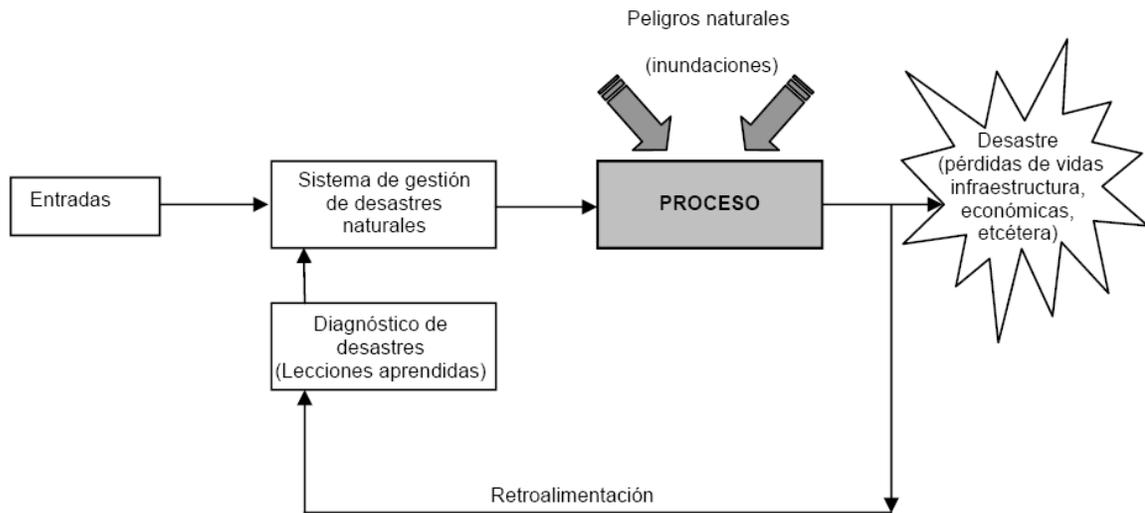


Figura 1.2. Propuesta de investigación en el área de desastres naturales

1.5 Metodología de la tesis.

La Figura 1.3 muestra la metodología que se empleará en este proyecto de investigación. Al igual que otras metodologías sistémicas, la metodología intenta examinar el "mundo real" con el fin de intervenir en el mediante las etapas de la abstracción y el modelado, la manipulación y la evaluación. En términos simples, la metodología la toma el investigador del "mundo real" al "mundo conceptual" donde el pensamiento sistémico, modelos cualitativos y comparación proporcionan los medios por los cuales el entendimiento se puede lograr. Este entendimiento es llevado de vuelta al "mundo real", donde emerge como un conjunto de lecciones y el modelo para el diseño del software para el análisis de riesgo de inundación (este proceso cíclico de análisis se ilustra en la Figura 1.3).

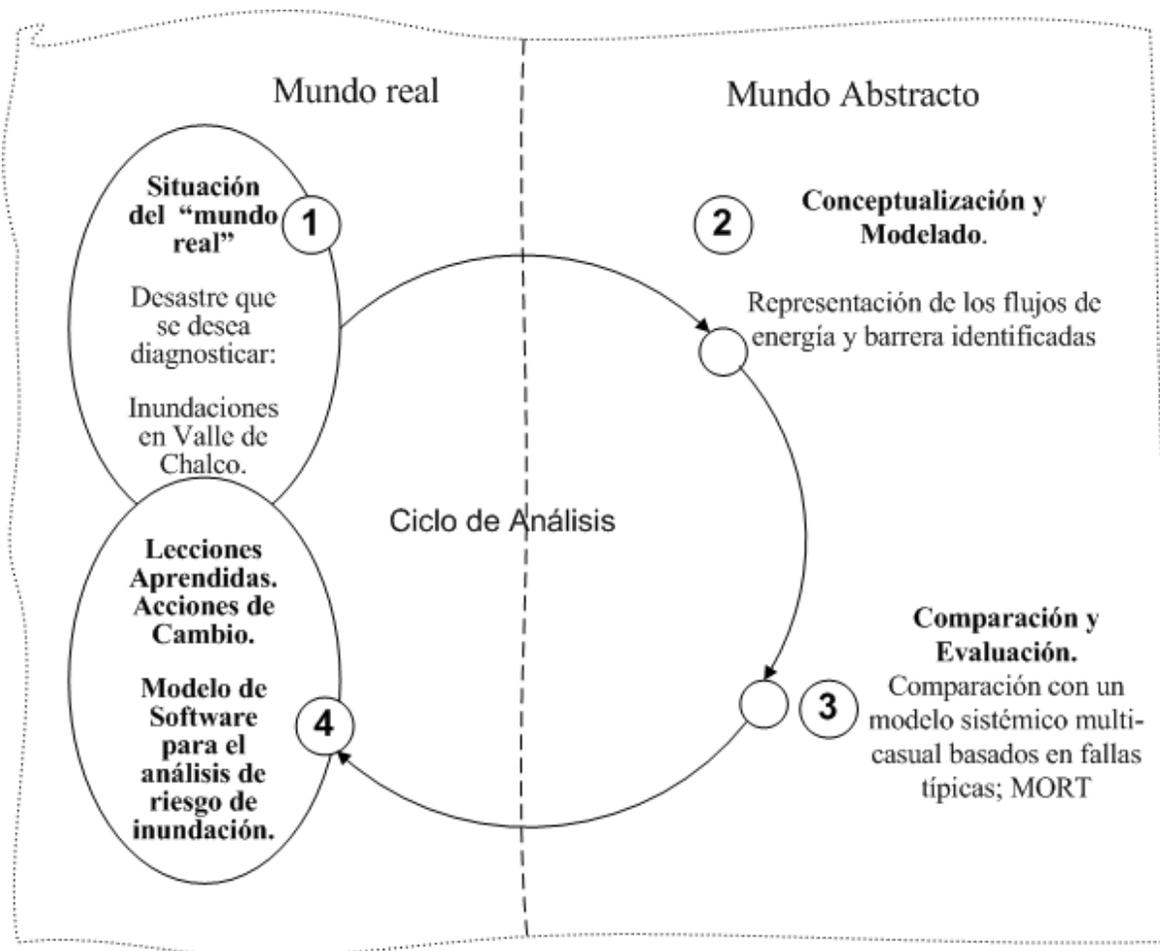


Figura 1.3 Metodología de investigación del desarrollo de software para análisis de riesgo de inundación.

1.5.1 Etapa 1. Situación del "Mundo real"

En esta etapa, el investigador considera la problemática del mundo real que se desea investigar. Aquí se lleva a cabo una revisión exhaustiva de la literatura en relación a las fallas de sistemas y análisis de accidentes y desastres naturales. Para el presente proyecto de investigación se seleccionó para el diagnóstico las inundaciones del municipio de Valle de Chalco Solidaridad.

1.5.2 Etapa 2. En el "mundo abstracto"

El investigador conceptualiza y modela lo que él considera relevante a la problemática. Por ejemplo, en el presente proyecto de investigación, en esta etapa se van a identificar los hechos mediante el empleo de modelos conceptuales tales como modelos a manera de línea de tiempo. De forma simultánea se realizará un análisis de barreras para la identificación de los "flujos de energía" relevantes.

1.5.3 Etapa 3. Comparación y Evaluación.

Una vez que se hayan determinado los hechos y todos los posibles flujos de energía, esta etapa consistirá en llevar a cabo una evaluación con el modelo MORT (Management Oversight and Risk Tree). Ya que dicho modelo exhibe propiedades sistémicas en el sentido que considera causas múltiples en la ocurrencia de un evento indeseable. Finalmente, el proceso de evaluación se obtendrá mediante el uso de árboles de las fallas más comunes con los hechos obtenidos en la etapa anterior. Como resultado de lo anterior, se determinan los diferentes factores que deben evaluarse en una inundación, se diseña y se construye el prototipo de software.

1.5.4 Etapa 4. Lecciones aprendidas.

En esta etapa, el entendimiento en relación a las deficiencias y/o omisiones por parte de los sistemas de gestión de desastres naturales, emergerá con una lista de deficiencias encontradas (o lecciones aprendidas) en dicho ciclo de investigación. Otro de los objetivos de este proyecto de investigación será la creación de un modelo de software exclusivo de análisis de riesgo de inundación y se evaluará con otros desastres ya suscitados. Aquí, la comprensión del "mundo real" se resume en un Software para el Análisis de Riesgo de Inundación.

1.6 Alcance y limitaciones de la investigación.

El proyecto de investigación consistió en el análisis y diagnóstico de una inundación registrada el 5 de febrero de 2010 en el municipio de Valle de Chalco Solidaridad. Otra consideración que se tomó en cuenta ha sido la adopción del método Management Oversight and Risk Tree (MORT) para el diagnóstico de riesgo de inundación, como resultado de que el modelo MORT ha sido usado y ampliamente probado en fallas de sistemas socio-técnicos. La selección de éste obedece al hecho de que exhibe propiedades sistémicas en la identificación de factores causales múltiples de fallas de sistemas. Finalmente, el modelo MORT se adecuó como base para la obtención de un Software para el Análisis y Diagnóstico de Riesgo por Inundación (SADRI)

El software se encuentra en fase de pruebas, ya que requiere de más investigación, así como otras aplicaciones para su mejora. Los resultados del análisis que se obtuvieron fueron basados en la información disponible; sin embargo, hace falta completar dicha evaluación debido a que hubo un porcentaje muy elevado de eventos que no fueron evaluados por la falta de información confiable.

Otro aspecto que es importante mencionar es que los "flujos de energía" considerados en el análisis de los casos de estudio han sido como resultado de la visión del alumno de maestría con apoyo del tutor. Otros "flujos de energía" podrían haber contribuido a más discusión y análisis. Finalmente, es importante mencionar que todas los Anexos, Figuras, Gráficas, Mapas y Tablas que no citen la fuente de origen, se considerarán como fuente de elaboración propia.

1.7 Esquema general de contenido

El contenido del proyecto de investigación está conformado por 5 capítulos y apoyado de anexos. Éstos se describen brevemente a continuación:

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN, expone en primer lugar la hipótesis de trabajo, el planteamiento del problema, los objetivos y la justificación para la realización de esta tesis; también se explica la metodología de la investigación y para concluir el alcance y las limitaciones de la investigación, además de dar una breve visión de los temas abarcados en cada capítulo.

CAPÍTULO 2. MARCO CONTEXTUAL, presenta los diferentes factores que contribuyen a la investigación, por ejemplo: se aborda de manera integral los diferentes ámbitos de los desastres naturales, especialmente las inundaciones, donde se presentan tópicos que van desde las causas hasta la reparación de daños.

CAPÍTULO 3. MARCO TEÓRICO, Los modelos y técnicas de investigación empleadas se abordan en este capítulo y se explica detalladamente como se aplica el modelo MORT, incluyendo el análisis de barreras, codificación del gráfico, y determinación de fallas. Por otra parte, se presenta un modelo para el desarrollo de software llamado Rational Unified Process (RUP), de forma detallada mostrando que técnicas y como se aplican en el desarrollo de software.

CAPÍTULO 4. DIAGNÓSTICO DE LAS INUNDACIONES CON MORT, La aplicación de forma detallada del modelo MORT que ayuda a determinar todos aquellos factores que debe evaluar un software para análisis de riesgo de inundación se muestra en este capítulo.

CAPÍTULO 5 DESARROLLO DE SADRI, Por último, en este capítulo se aplica de forma detallada RUP para la construcción del software, empleando técnicas y herramientas propias de la metodología.

Al final de este trabajo se presentan las conclusiones y trabajos futuros, se incluyen también recomendaciones, líneas de investigación abiertas, glosario de términos, siglas, acrónimos, anexos, así como la bibliografía y fuentes consultadas.

2 CAPÍTULO 2: MARCO CONTEXTUAL Y ESTADO DEL ARTE

Este capítulo contiene el marco teórico de referencia y la descripción de la revisión de la literatura concerniente a desastres naturales y su contexto dentro del pensamiento sistémico, así como la formulación de preguntas de investigación que se consideraron necesarias para el desarrollo de esta tesis.

2.1 Desastres naturales y su contexto

2.1.1 Tipos de desastres

Un desastre se puede definir como el evento concentrado en el tiempo y en el espacio, en el cual la sociedad o una parte de ella sufren un daño severo e incurrir en pérdidas para los individuos que la conforman; de tal manera que la estructura social se desajusta y se impide el cumplimiento de actividades esenciales, afectando el funcionamiento vital de la misma y que ocasiona la movilización de ayuda humanitaria para la rehabilitación de las áreas afectadas.

Los agentes perturbadores que dan lugar a desastres son básicamente fenómenos naturales o también pueden ser el resultado de acciones erróneas de origen humano, tales pueden ser los casos de incendios, explosiones, derrames y otros en todo tipo de organización productiva o de servicios, (conocidos también como riesgos socio-técnicos) ninguno de estos últimos son objeto de estudio de esta tesis. Existen varias clasificaciones de desastres naturales; sin embargo, por conveniencia se adopta la clasificación de la **CRED**, (**ADSR**; 2013). Ésta clasifica a los desastres naturales por su origen (ver Tabla 2.1)

Tabla 2.1 Desastres naturales, subgrupos, definición y clasificación, (Traducida y adaptada de ADSR; 2013).

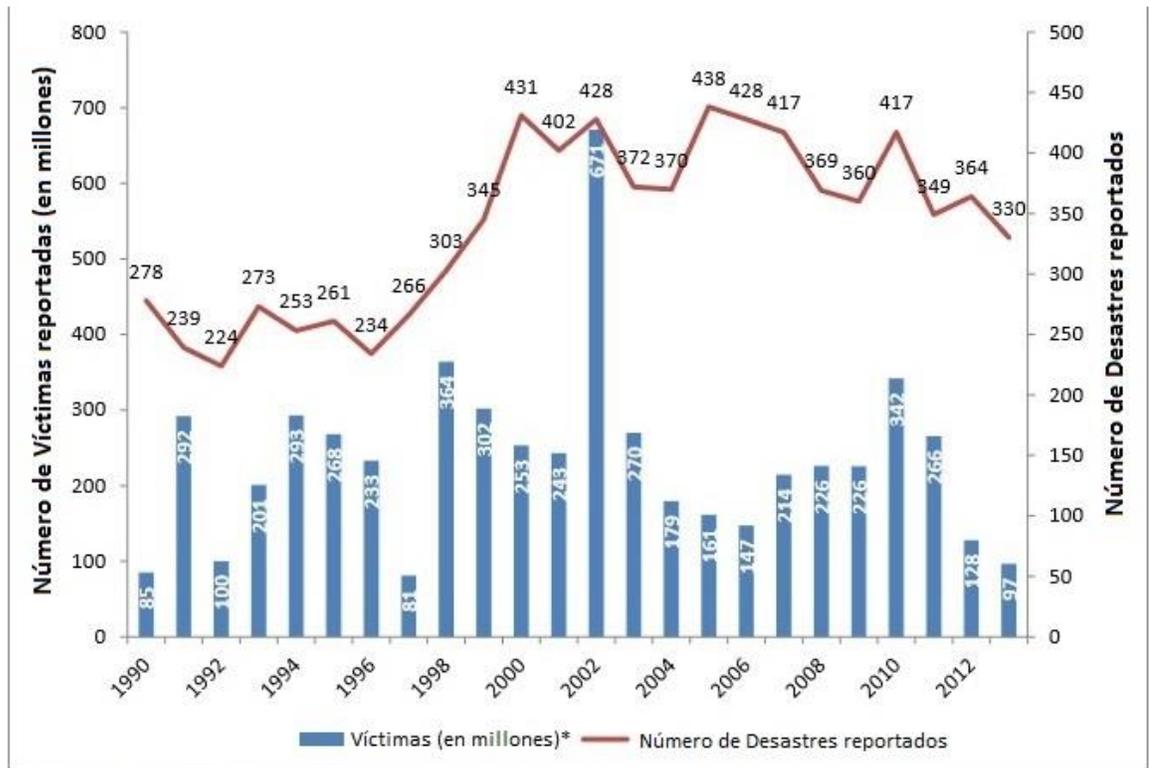
Desastres	Definición	Principales tipos
Geofísicos	Eventos originados desde la capa sólida de la tierra.	Temblores, erupciones volcánicas o deslizamientos de tierra (derrumbes).
Meteorológicos	Eventos causados por un proceso atmosférico con una escala medida en un periodo pequeño y corto de vida (en un espectro de minutos a días).	Tormentas
Hidrológicos	Eventos causados por desviaciones en el ciclo normal de lluvia y/o sobre flujo de cuerpos de agua causados por la intervención del viento.	Inundaciones y los deslizamientos de tierra (por humedad).
Climatológicos	Eventos causados por un largo periodo de tiempo para un proceso macro escalar (en el espectro entre una estación del año y otra, hasta la variabilidad de clima por muchas décadas)	Temperatura extrema, la sequía y los incendios forestales.
Biológicos *	Desastres causados por la exposición con organismos vivos como gérmenes y sustancias tóxicas.	Epidemias, infestación de insectos y estampidas.

*Los Desastres Biológicos no están incluidos en la última publicación del CREC

Los Desastres Biológicos, no están incluidos en la última, Reseña Estadística Anual de Desastres (ADSR; 2013), razón por la cual no aparecen en las gráficas, tablas y mapas usadas a continuación.

2.1.2 Tendencias de Desastres Naturales

Sin pretender menospreciar la información que con respecto a desastres naturales se tiene desde la época prehistórica hasta nuestros días, en el contexto de este documento solo se hace mención de una síntesis mediante **infografía** de los diferentes desastres naturales a nivel global a partir de 1990 y hasta el 2013; posteriormente se hace un recuento del año 2013.



* Víctimas : Suma de muertes y total afectado

Figura 2.1 Gráfica de las tendencias en ocurrencia y número de víctimas, (Traducida y adaptada de ADSR; 2013).

En el eje de las abscisas de la Gráfica 2.1 se ilustran los años a partir de 1990. Y en el eje de las ordenadas se hace referencia al número de víctimas reportado en millones y el número de desastres reportados.

La gráfica de barras en color azul da el número exacto de víctimas reportadas por año (que es igual a la suma de los muertos y los damnificados) y la **poligonal** abierta de color marrón el número de desastres reportados por cada año desde 1990 y hasta el 2013.

De la gráfica 2.1 se puede determinar que existe una tendencia a la baja a partir del 2005 en la ocurrencia de desastres naturales y el número de víctimas. A partir de la tabla 2.2 y hasta el mapa 2.3 se hace un recuento por clasificación de desastres solamente del año 2013.

Tabla 2.2 Clasificación de desastres naturales, (Traducida y adaptada de ADSR, 2013).

Desastres Naturales			
Biológicos	Geofísicos	Hidrológicos	Meteorológicos
Epidémicos * Infecciones virales * Infecciones bacterianas * Infecciones por parásitos * Infecciones por hongos * Infecciones priónicas Plagas Estampidas	Terremotos Erupciones Volcanicas Movimientos de tierras (secos) * Derrumbes * Deslizamientos * Avalanchas * Hundimientos	Inundación * Inundación general * Inundación súbita * Inundación por tormenta Movimientos de tierras (húmedos) * Derrumbes * Deslizamientos * Avalanchas * Hundimientos	Tormentas * Ciclone tropical * Ciclone extra-tropical * Tormenta local
	Desastres usados en la: Reseña Estadística Anual de Desastres, (ADSR; 2013)	HIDROMETEOROLÓGICOS	Climatológicos Temperatura extrema * Ola de calor * Onda gélida * Invierno extremo Sequia Incendios * Forestales * Pastizales

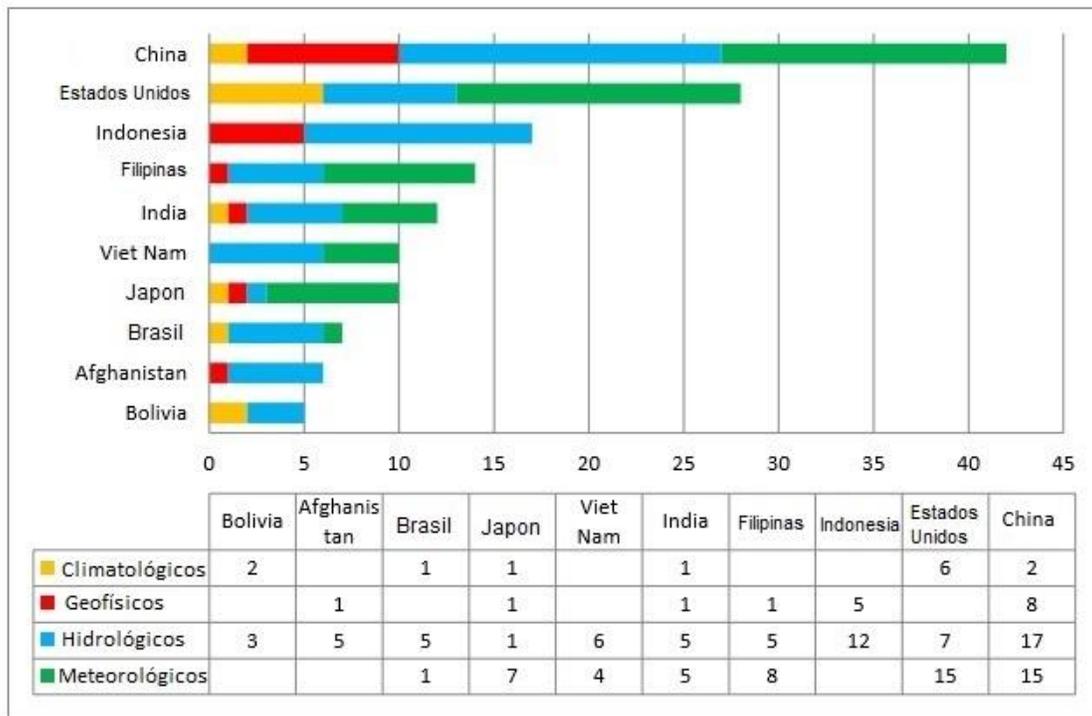


Figura 2.2 Top 10 por número de eventos reportados en 2013, (Traducida y adaptada de ADSR, 2013).

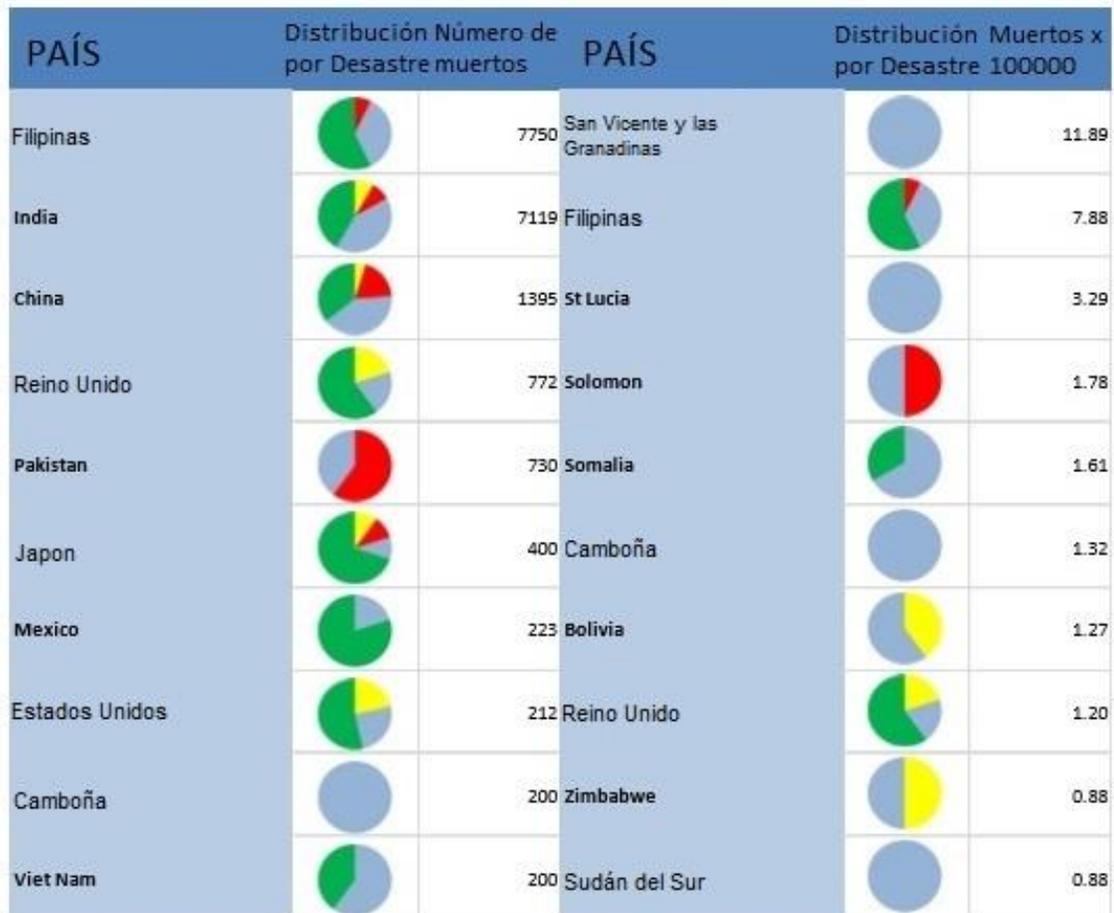


Figura 2.3 Top 20 por número de muertes y por distribución de desastres, (Traducida y adaptada de ADSR, 2013).

Tabla 2.3 Top 10 Desastres naturales por número de muertes, (Traducida y adaptada de ADSR, 2013).

Evento	País	No. de Muertos
Ciclón tropical, noviembre	Filipinas	7354
Inundación, junio	India	6054
Ola de calor, julio	Reino Unido	760
Ola de calor, abril - junio	India	557
Terremoto, septiembre	Pakistan	399
Ola de calor, mayo - septiembre	Japon	338
Inundación, agosto	Pakistan	234
Inundación, julio	China	233
Terremoto, octubre	Filipinas	230
Inundación, septiembre - octubre	Camboya	200
Total		16359



Gráfica 2.1 Top 20 Por número de víctimas y por distribución de desastres, (Traducida y adaptada de ADSR, 2013).

Tabla 2.4 Top 10 Desastres naturales por número de víctimas, (Traducida y adaptada de ADSR, 2013).

Evento	País	Víctimas (en millones)
Ciclón tropical, noviembre	Filipinas	16.1
Ciclón tropical, octubre	India	13.2
Ciclón tropical, agosto	China	8.0
Sequía, enero - julio	China	5.0
Inundación, julio	China	3.5
Inundación, septiembre - octubre	Tailandia	3.5
Terremoto	Filipinas	3.2
Inundación, julio	Filipinas	3.1
Sequía, diciembre	Zimbawe	2.2
Terremoto, abril	China	2.2
Total		60.01

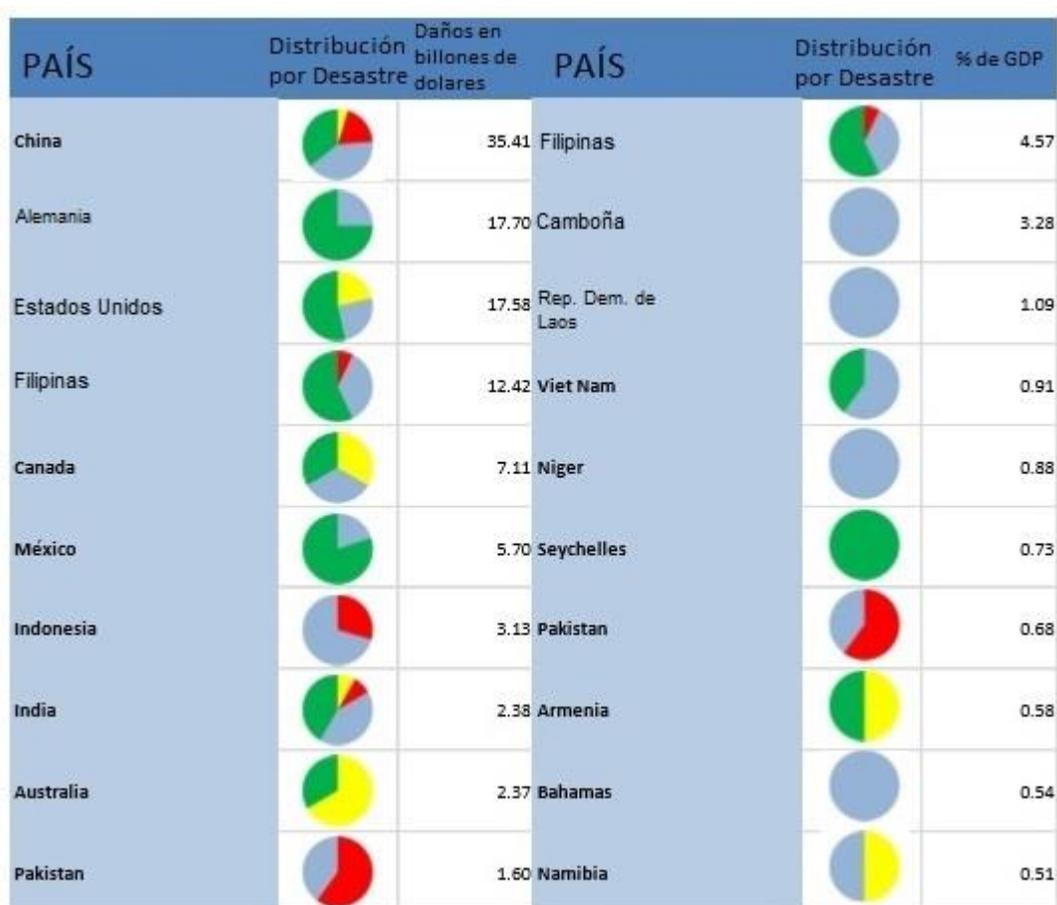


Figura 2.4 Top 20 Por daños económicos y por distribución de desastres, (Traducida y adaptada de ADSR, 2013).

Tabla 2.5 Top 10 Desastres naturales por daños económicos, (Traducida y adaptada de ADSR, 2013).

Evento	País	Daños en 2013 (Billones de Dólares)
Inundación, mayo - junio	Alemania	12.9
Ciclón tropical, noviembre	Filipinas	10.0
Terremoto, abril	China	6.8
Ciclón tropical, octubre	China	6.7
Inundación, junio	Canada	5.7
Inundación, agosto - septiembre	China	5.0
Tormenta, julio	Alemania	4.8
Inundación, julio	China	4.6
Huracán (Manuel) , septiembre	México	4.2
Tormenta, mayo	Estados Unidos	3.1
Total		63.8

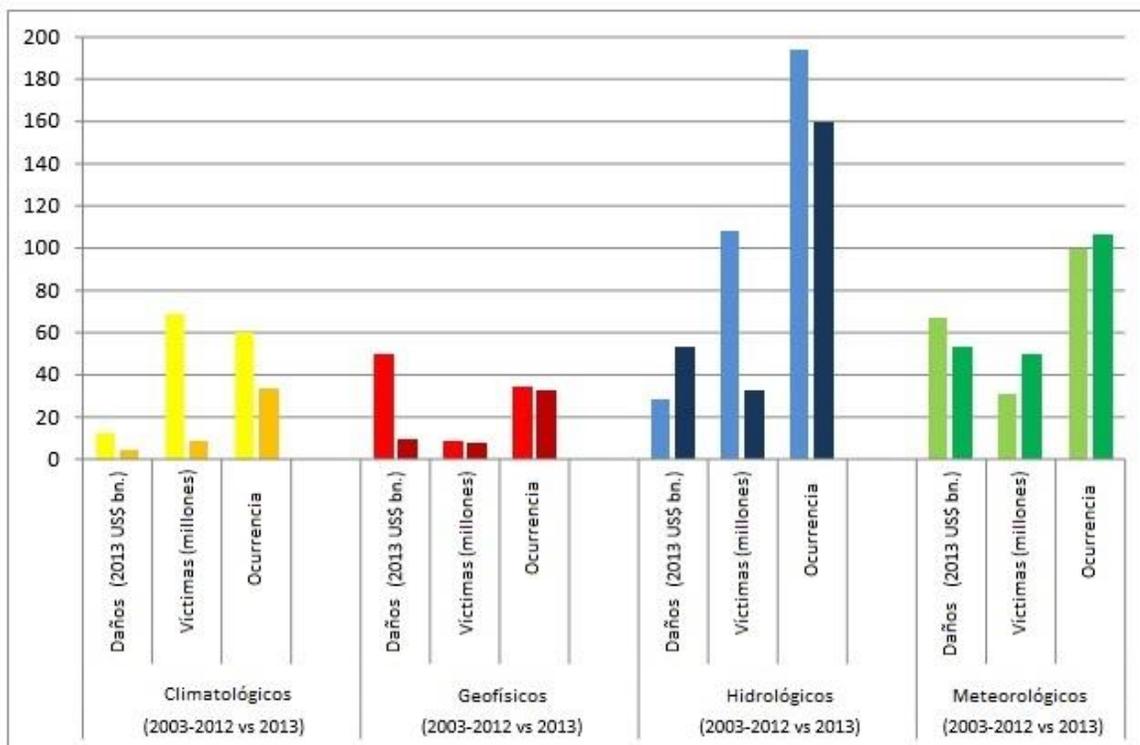


Figura 2.5 Impacto de desastres naturales por subgrupo. 2013 vs promedio anual 2003-2012, (Traducida y adaptada de ADSR, 2013).

Tabla 2.6 Ocurrencia e impacto por número de desastres naturales, (Traducida y adaptada de ADSR, 2013).

Número de desastres naturales	Africa	América	Asia	Europa	Oceania	Global
Climatológicos 2013	4	15	6	4	4	33
Promedio 2003 - 2012	14	13	12	21	1	60
Geofísicos 2013	0	4	25	1	2	32
Promedio 2003 - 2012	3	7	21	2	2	34
Hidrológicos 2013	34	32	75	16	2	159
Promedio 2003 - 2012	46	39	83	20	6	194
Meteorológicos 2013	6	23	50	24	3	106
Promedio 2003 - 2012	9	34	39	12	6	100
Total 2013	44	74	156	45	11	330
Promedio 2003 - 2012	72	92	155	55	15	388

Algunos totales en la tabla pueden no corresponder a la suma debido al redondeo.

* Porcentajes menores o iguales a 0.05 tienden a cero.

Tabla 2.7 Ocurrencia e impacto por número de víctimas, (Traducida y adaptada de ADSR, 2013).

Número de víctimas en millones	Africa	America	Asia	Europa	Oceania	Global
Climatológicos 2013	2.54	0.53	5.07	0.01	0.01	8.16
Promedio 2003 - 2012	26.72	1.54	40.18	0.31	0.00	68.75
Geofísicos 2013	0.00	0.07	7.04	0.00	0.02	7.13
Promedio 2003 - 2012	0.07	0.95	7.19	0.02	0.07	8.3
Hidrológicos 2013	2.18	1.76	26.65	1.41	0.05	32.05
Promedio 2003 - 2012	2.95	4.34	100.17	0.18	0.08	107.72
Meteorológicos 2013	0.2	0.41	48.22	0.32	0.01	49.16
Promedio 2003 - 2012	0.35	2.17	28.07	0.09	0.04	30.72
Total 2013	4.92	2.77	86.98	1.74	0.08	96.5
Promedio 2003 - 2012	30.09	9.00	175.61	0.6	0.19	215.49

Algunos totales en la tabla pueden no corresponder a la suma debido al redondeo.

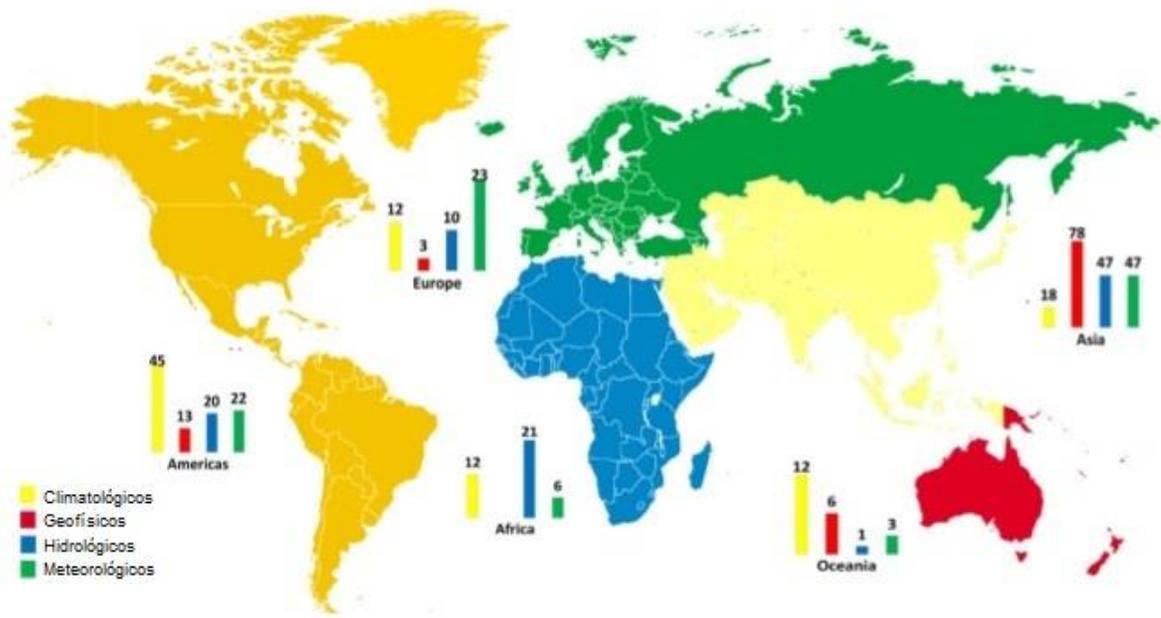
* Porcentajes menores o iguales a 0.05 tienden a cero.

Tabla 2.8 Ocurrencia e impacto por daños económicos, (Traducida y adaptada de ADSR, 2013).

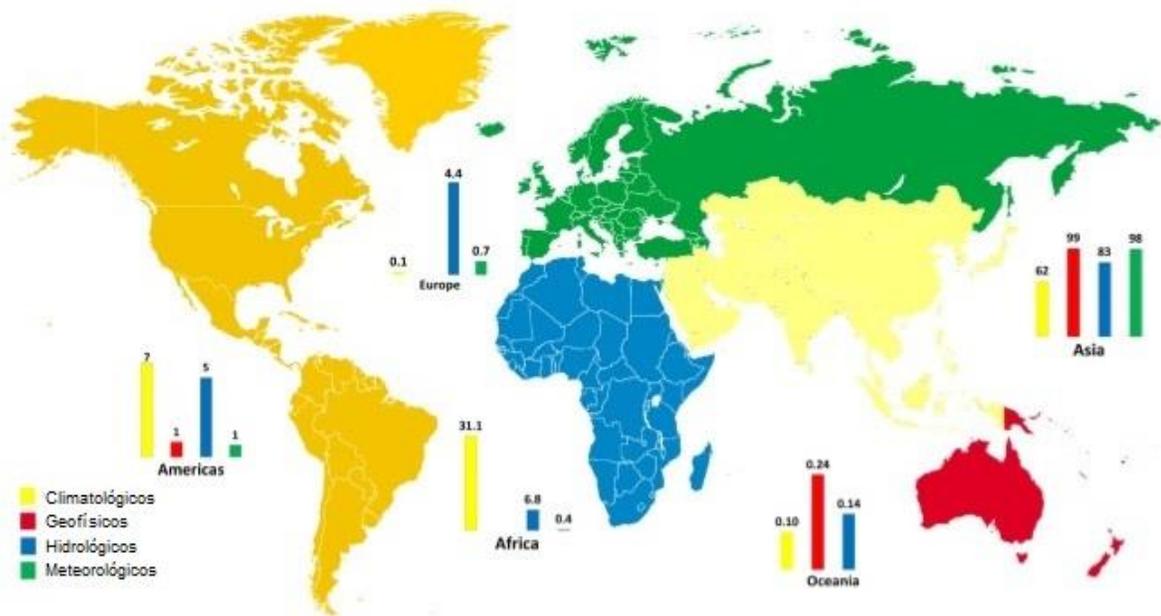
Daños en billones de dolares	Africa	America	Asia	Europa	Oceania	Global
Climatológicos 2013	0.06	2.64	0.00	0.00	1.19	3.89
Promedio 2003 - 2012	0.05	4.87	3.59	3.76	0.2	12.47
Geofísicos 2013	0.00	0.00	9.03	0.00	0.05	9.08
Promedio 2003 - 2012	0.71	4.44	39.67	2.04	2.58	49.45
Hidrológicos 2013	0.14	9.86	25.97	17.2	0.00	53.17
Promedio 2003 - 2012	0.4	4.2	18.45	3.56	1.31	27.93
Meteorológicos 2013	0.03	21.83	23.45	5.09	2.02	52.42
Promedio 2003 - 2012	0.08	52.65	9.55	3.75	0.83	66.86
Total 2013	0.23	34.33	58.45	22.29	3.26	118.57
Promedio 2003 - 2012	1.24	66.16	71.26	13.11	4.92	156.71

Algunos totales en la tabla pueden no corresponder a la suma debido al redondeo.

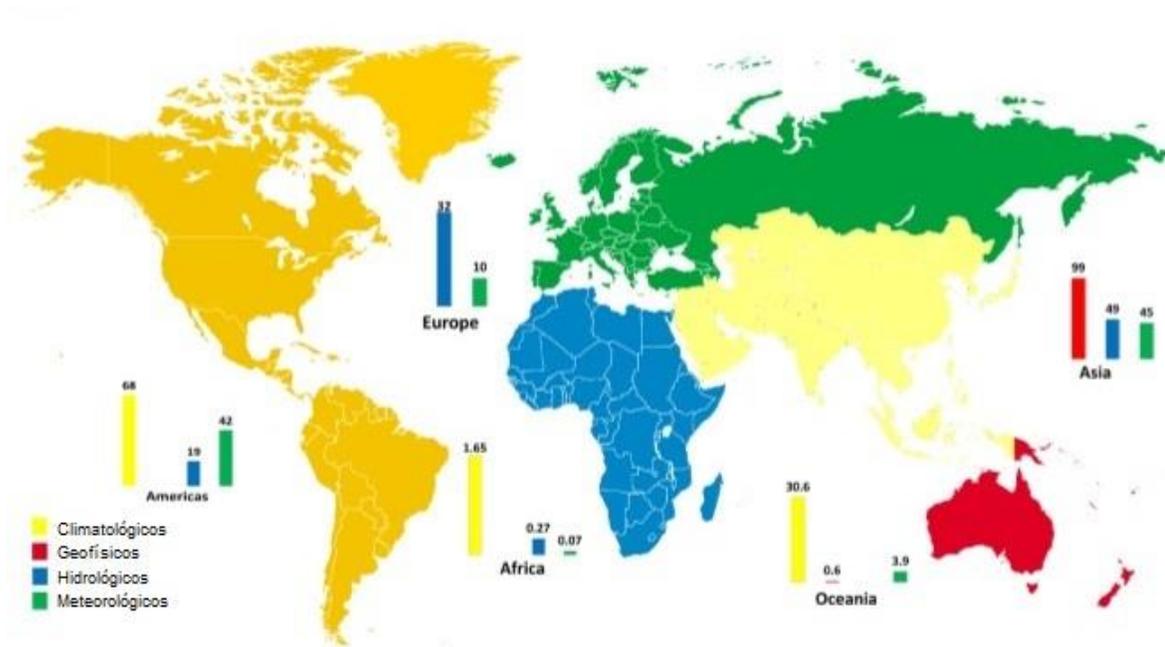
* Porcentajes menores o iguales a 0.05 tienden a cero.



Mapa 2.1 Porcentaje continental compartido de ocurrencia reportada por subgrupo de desastre en 2013, (Traducida y adaptada de ADSR, 2013).



Mapa 2.2 Porcentaje continental compartido de víctimas reportadas por subgrupo de desastre en 2013, (Traducida y adaptada de ADSR, 2013).



Mapa 2.3 Porcentaje continental compartido de daños económicos reportados por subgrupo de desastre en 2013, (Traducida y adaptada de ADSR, 2013).

2.2 Desastres, desarrollo sostenible y desarrollo sustentable

La reducción de desastres se ha convertido en un requisito esencial para el desarrollo sustentable (Monday., 2002) Monday, (2002); Figura 2.1. De manera similar, la Asamblea General de Naciones Unidas incluye la reducción de desastres en el tratamiento de los temas de desarrollo sostenible en sus deliberaciones anuales. Además, en 2002 la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible (CMDS) aprobó el Plan de Aplicación de Johannesburgo con la reducción de riesgo y vulnerabilidad (el concepto de **VULNERABILIDAD** se define ampliamente en el tema **2.8 de esta tesis**) como principales objetivos para el año 2015, (Berke, Kartez, & Wenger, 1993) UN/ISDR, (2002); Berke; et al., (1993).



Figura 2.6 Principios de sustentabilidad, (Monday, 2002).

El desarrollo sostenible está definido en base a sus tres contextos los cuales son: Contexto Socio-Cultural; Contexto Económico y el Contexto Ambiental, (United Nations Development Programme, 2004) UNDP, (2004) los cuales se definen a continuación.

2.2.1 Contexto Socio-Cultural

El contexto socio-cultural, se considera como uno de los pilares del desarrollo sostenible, los vínculos entre los desastres y el sistema socio-cultural son componentes importantes en la reducción del riesgo de desastres. Por ejemplo, existen diferencias entre los grupos de personas y estas diferencias reflejan una variedad de factores incluyendo el lenguaje, los sistemas socioeconómicos y políticos, religión y etnia, así como la experiencia histórica y las relaciones con la naturaleza. Todos estos factores son de gran relevancia en el contexto de los desastres naturales. Varias investigaciones, argumentan que los desastres más y más se entienden en términos de sus componentes culturales y sociales. (Andersen, 2002) Vordzorgbe; (2003); Andersen & Torben; (2002); Vermeiren; (1993).

2.2.2 Contexto Económico

El contexto económico, es considerado como otro de los pilares del desarrollo sostenible, es decir el vínculo entre los desastres y el sistema económico, (Udry, A Symposium Issue on Imperfect Information and Rural Credit Markets, 1990) (Udry, Risk and Insurance in a Rural Credit Market: An Empirical Investigation in Northern Nigeria, 1994) UN/ISDR; (2002); UN-RSG; (2002); DFID; (2001); UNDHA-SPPO; (1997); Udry; (1994, 1990). En este rubro se argumenta que dada la frecuencia de ocurrencia de los desastres y la severidad de los mismos; esto debe de incentivar a los bancos de desarrollo e instituciones internacionales de asistencia para integrar la reducción del riesgo en sus estrategias de desarrollo y para desarrollar formas innovadoras de inversión financiera. Por otro lado, una mejor comprensión de los costos reales de los desastres naturales es difícil de cuantificar. Los principales obstáculos son la falta de datos fiables, o definiciones claras y coherentes de lo que se está midiendo. Metodologías empleadas no suelen ser tan fácilmente comparables, y los enfoques para estimar los costos o la determinación del alcance de la cobertura pueden ser incompatibles de un lugar a otro.

2.2.3 Contexto Ambiental

El tercer sistema con el que está estrechamente vinculada la reducción de desastres es el sistema ambiental (otro de los pilares del desarrollo sostenible). El argumento aquí es que los desastres no sólo afectan al entorno construido, sino también el entorno natural. La degradación ambiental aumenta la intensidad de los peligros naturales y a menudo es el factor que transforma el riesgo en un desastre. Por ejemplo, las inundaciones provocadas por desbordamiento de ríos y lagos se ven agravadas o incluso causadas por la deforestación, que a su vez causa la erosión de los ríos. De igual manera, el Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) IPCC; (2001, 1995); argumentan que aspectos sociales y económicos ya están afectadas por el reciente aumento de la frecuencia de las inundaciones y la sequía. La pobreza y la vulnerabilidad están relacionados con esta situación. Los pobres se ven obligados a explotar los recursos

del medio ambiente para sobrevivir, por lo consiguiente el riesgo como la exposición a los desastres aumenta, en particular los provocados por inundaciones, sequías y deslizamientos de tierra. Finalmente, varios reportes plantean que la necesidad de la reducción de desastres y la gestión ambiental debe ser conjunta a las prioridades nacionales de cualquier país; ver por ejemplo, IPCC; (2001,1995).

2.3 Cambio climático

En 1988 se creó el Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), con el objetivo de canalizar todos los trabajos científicos relacionados con el tema del Calentamiento Global. A partir de entonces, varios reportes han sido emitidos por dicho panel, así como una gran cantidad de artículos de investigación científica sobre el tema, por ejemplo: (Helmer & Hilhorst, 2006) (Van Aalst, National Center for Biotechnology Information, 2006) (Van Aalst, The impacts of climate change on the risk of natural disasters, 2006) (O'Brien, O'keefe, Phil, Rose, Joanne, & Wisner, Ben, 2006) (Schipper & Pelling, 2006) (Thomalla, Downing, Spanger-Siegfried, Han, & Rockström, 2006) Aalst; (2006); Helmer; (2006); O'Brien, et al., (2006); Schipper & Pelling; (2006); Thomalla, et al., (2006); IPCC; (2001, 1995); Por ejemplo, en su primer reporte del IPCC (IPCC; 1990), en general, se tenía poca certeza de la influencia **antropogénica** en el clima; en el segundo reporte del mismo organismo (IPCC; 1995), se concluye que las evidencias muestran una perceptible influencia humana en el clima global. Finalmente, en el reporte más reciente, los científicos del IPCC han clarificado varios asuntos no incluidos previamente, al tiempo que han sido más contundentes al afirmar que el calentamiento del sistema climático es inequívoco y que hay una muy alta certidumbre de que el aporte global de las actividades humanas ha sido determinante para ese calentamiento.

2.3.1 Algunos Efectos del Cambio Climático

Varios estudios científicos, así como los reportes del IPCC pronostican, por ejemplo, que la intensidad y frecuencia de los huracanes pueden incrementarse; esto

provocaría mayores desastres propiciados por lluvias torrenciales tanto en otras partes del mundo como en México. Por ejemplo, los huracanes que ocurrieron en el país en los últimos diez años, todos ellos produjeron consecuencias devastadoras a la sociedad. En general, se pronostica que el cambio climático podría impactar en los siguientes casos: ecosistemas, inundaciones, entre otros.

2.3.2 Efectos en los Ecosistemas

Según investigaciones, se cree que el calentamiento global podría afectar algunos ecosistemas, tales como: tropicales, polares, alpinos, coralíferos y manglares y que estos cambios son irreversibles, (McCarthy, Canziani, Leary, Dokken, & White, 2001) Linder, et al., (2010); McCarthy, et al., (2001); IPCC; (2001); Bergkamp and Brett; (1999). El calentamiento está derritiendo los glaciares y en las zonas tropicales, el incremento de las temperaturas acelerará la erosión de las costas, reducirá los humedales e incrementará la salinidad de los cuerpos de agua costeros y subterráneos. Como consecuencias, la gente sentiría el peligro de vivir en áreas costeras provocando así un aumento en la densidad urbana en muchas ciudades que se encuentran ya sobrepobladas.

2.3.3 Impacto por Inundaciones

Es relevante señalar y enfatizar que los impactos más evidentes que está produciendo el cambio climático parecen ser en la modalidad de inundaciones, deslizamientos de tierra y avalanchas inducidas por el incremento de lluvias en algunas regiones, así como por el aumento del nivel de los mares (Aerts & Droogers, 2004) (Graumann, y otros, 2005) (Rodolfo & Siringan, 2006) (Trenberth, 2005) (Webster, Holland, Curry, & Chang, 2005) Rodolfo, et al., (2006); Emanuel, et al., (2005); Graumann, et al., (2005); Trenberth; (2005); Webster; (2005); Aerts, et al., (2004). Ver por ejemplo, las últimas inundaciones que ocurrieron en el Reino Unido, la República Checa y Alemania, entre otros. Éstos países no estaban acostumbrados a este tipo de eventos hasta recientemente y esto confirma una vez

más la posibilidad de que son efectos del fenómeno del cambio climático. (Marsh, 2001) Rojas; (2004); Marsh; (2001).

2.4 Gestión de riesgos de desastres

De acuerdo a la revisión de la literatura, no hay una norma estándar bien establecida que defina un sistema de gestión de riesgos de desastres; sin embargo, la Figura 2.2 muestra un arreglo típico que se usa en la gestión de desastres o emergencias. OPS; (2000).



Figura 2.7 Etapas típicas del proceso de gestión de riesgos de desastres, (OPS; 2000).

A continuación se describe brevemente cada una de ellas.

2.4.1 Respuesta

Actividades después de una emergencia o desastre. Estas actividades deben de estar diseñadas para proporcionar asistencia de emergencia a las víctimas (por ejemplo, búsqueda y rescate, refugio de emergencia, atención médica y alimentación en masa). También tratan de estabilizar la situación y reducir la

probabilidad de daños secundarios; por ejemplo, cerrar las fuentes de abastecimiento de aguas contaminadas y darles mantenimiento, así como patrullar las zonas propensas a los saqueos para acelerar las operaciones de recuperación.

2.4.2 Recuperación

Actividades necesarias para devolver todos los sistemas a la normalidad. Se incluyen dos conjuntos de actividades:

- 1) Actividades a corto plazo; las actividades de recuperación al retorno vital de los sistemas de apoyo a las normas mínimas de funcionamiento; por ejemplo, el acceso a los alimentos y el agua.
- 2) Las actividades de recuperación a largo plazo puede continuar por varios años después de un desastre. Su objetivo es devolver la vida a niveles normales o mejorarlas.

2.4.3 Mitigación

Actividades concernientes a eliminar o reducir la probabilidad de un desastre, por ejemplo, una legislación que requiere estrictos códigos de construcción en áreas propensas a terremotos. También incluye actividades a largo plazo diseñadas para reducir los efectos de un desastre inevitable, por ejemplo, la gestión de uso de la tierra, el establecimiento de programas integrales de manejo de emergencias, tales como las restricciones de construcción en zonas de inundación potencial.

2.4.4 Planeación

Actividades necesarias para analizar y documentar la posibilidad de una emergencia o desastre y las posibles consecuencias o impactos sobre la vida, la propiedad y el medio ambiente. Esto incluye la evaluación de los peligros, riesgos, mitigación, preparación, respuesta y las necesidades de recuperación.

2.4.5 Preparación

Actividades necesarias, cuando las medidas de mitigación no tienen, o no pueden, prevenir los desastres. En la fase de preparación, los gobiernos, las organizaciones y los individuos tienen que desarrollar planes para salvar vidas y minimizar los daños de desastres. Por ejemplo, los ejercicios de entrenamiento de evacuación, la instalación de sistemas de alerta temprana y la preparación de las fuerzas de respuesta de emergencia, entre otros. Las medidas de preparación también buscan mejorar las operaciones de respuesta a desastres; por ejemplo, el almacenamiento de alimentos esenciales y suministros médicos, etcétera.

2.5 Inundaciones

La Iniciativa para la Evaluación Probabilística de Riesgos para América Central (**CAPRA**) (CAPRA; 2010), considera inundación, al flujo o invasión de agua, por exceso (desbordamiento) de escurrimientos superficiales o por su acumulación en terrenos planos, ocasionada por la falta o insuficiencia de drenaje tanto natural como artificial. Una inundación se produce cuando el caudal de las avenidas generadas en una cuenca, supera la capacidad del cauce (desbordamiento). En general, la magnitud de una inundación provocada por procesos de origen hidrometeorológico, depende de la intensidad de las lluvias, de su distribución en el espacio y tiempo, del tamaño de las cuencas hidrológicas afectadas, de las características del suelo y del drenaje natural o artificial de las cuencas (CAPRA; 2010). El Anexo A describe las escalas de medición de inundaciones.

La Estrategia Internacional para Reducción de Desastres (EIRD), define el término inundación como proveniente del latín “inundare”, que significa “cubrir las tierras con agua” y como la presencia de grandes cantidades de agua que el suelo no puede absorber (ISDR; 2010). Los desbordamientos son un evento natural y recurrente para un río. Como resultado de las fuertes lluvias o las precipitaciones continuas que sobrepasan la capacidad de absorción del suelo y la capacidad de carga de los ríos y riachuelos. Esto hace que un determinado curso de aguas rebase su cauce e inunde tierras adyacentes. Las llanuras de inundación son, en general,

aquellos terrenos sujetos a inundaciones recurrentes con mayor frecuencia, y ubicados en zonas adyacentes a los ríos y cuerpos de agua. Por tanto, las llanuras de inundación están propensas a inundarse y representan así elementos de riesgo de inundación para los asentamientos humanos y actividades de desarrollo.

La complejidad y magnitud de una inundación puede verse directamente afectada por la acción de la intervención humana sobre la cuenca y/o el cauce del río. El daño generado por la inundación es usualmente la consecuencia de las actividades del hombre en áreas propensas a las inundaciones y pueden presentarse como resultado de cambios en el uso de la tierra como por ejemplo al utilizar un terreno aledaño al cauce de un río como zona de cultivos, y la transformación de la cobertura natural del suelo durante el proceso de urbanización. También existe el término de llanuras de inundación cuyo concepto depende de la perspectiva con que se analice. Como categoría **topográfica**, se trata de una zona muy plana al lado de un río; **geomorfológicamente**, es una forma de terreno compuesto primariamente de material depositado no consolidado, derivado de sedimentos transportados por el río en cuestión; hidrológicamente, está mejor definida como una forma de terreno sujeta a inundaciones periódicas por un río padre.

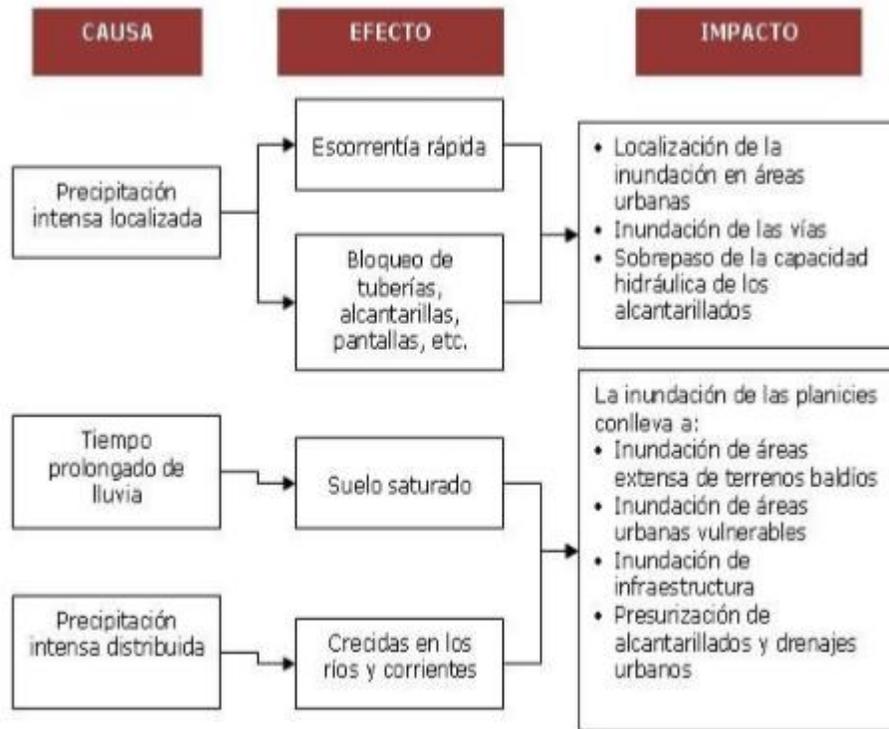


Figura 2.8 Algunas causas e impactos de las inundaciones, (CAPRA; 2010).

Una combinación de estas características posiblemente cubre los criterios esenciales para definir una llanura de inundaciones. Más sencillamente, una llanura de inundación se define como una franja de tierra relativamente plana, junto a un río y que se desborda de las aguas durante las crecidas. La Figura 2.3 resume las causas y el impacto de las inundaciones.

2.6 Tipos de inundaciones

Como se describió anteriormente, las inundaciones se producen cuando lluvias intensas o continuas sobrepasan la capacidad de retención e infiltración del suelo, la capacidad máxima de transporte del río o arroyo es superada y el cauce principal se desborda e inunda los terrenos cercanos a los cursos de agua. Las inundaciones son un evento natural y recurrente para un río. Las inundaciones pueden clasificarse según su origen y según su tiempo de aparición. De acuerdo con su origen las inundaciones se clasifican en pluviales, fluviales, costeras y lacustres. Por otro lado

y de acuerdo con la velocidad con la que se presenta la inundación estas pueden clasificarse en repentinas o súbitas y lentas (CAPRA; 2010).

2.6.1 Inundaciones Pluviales y Fluviales

Las inundaciones pluviales, causadas directamente por la lluvia, y las fluviales, causadas por el desbordamiento de los ríos, son consecuencia de las precipitaciones que se producen cuando la humedad contenida en los mares, océanos y otros grandes cuerpos de agua es transportada hacia tierra por el viento; al ascender el vapor de agua y disminuir su temperatura, la humedad se precipita en forma de lluvia, nieve o granizo. El proceso puede originarse debido a ciclones tropicales, vientos normales, frentes polares y procesos convectivos.

2.6.2 Inundaciones Costeras

Además de las inundaciones pluviales y fluviales, las zonas costeras pueden ser afectadas por las marejadas, donde la sobreelevación del nivel medio del mar hace que éste penetre tierra adentro afectando en algunas ocasiones áreas muy amplias.

A este proceso se suma el del oleaje y juntos causan daños importantes, como la **socavación** de los cimientos en edificios costeros, el naufragio de embarcaciones, la destrucción de instalaciones portuarias, la rotura de las obras de protección costera y la erosión de las playas y riscos. El efecto del agua no sólo es destructivo al avanzar tierra adentro, sino también en su retirada hacia el mar. Un ejemplo de este tipo de procesos y los daños correspondientes, ocurrió en 1988 en las playas de Cancún, Quintana Roo, debido al paso del huracán Gilberto.

2.6.3 Inundaciones Lacustres

Se originan en los lagos o lagunas por el incremento de sus niveles y son peligrosas para los asentamientos cercanos a las áreas de embalse.

2.6.4 Inundaciones Repentinas o Súbitas

No todas las inundaciones se dan a través de un crecimiento paulatino del nivel del agua en el cauce y un desbordamiento relativamente pacífico. En zonas desérticas o en las cuencas pequeñas, con altas pendientes, sobre todo si se encuentran deforestadas, se producen tiempos de concentración muy cortos y la inundación puede ser repentina, con solo unos minutos para reaccionar. Las crecientes repentinas se caracterizan porque las aguas desarrollan grandes velocidades y un gran caudal, lo que genera fuerza y turbulencia en sus aguas. Por lo general se arrastra gran cantidad de maleza, piedras, troncos, escombros y otros materiales.

Los efectos de una inundación son difíciles de evaluar sin el auxilio de datos geográficos específicos. Como ejemplo se tiene el caso del huracán Paulina, sobre la zona urbana de Acapulco en la costa Pacífico Sur de México. Al afectar dicho puerto turístico el huracán Paulina ya se encontraba en franco estado de disipación, transitando a lo largo de la costa con su centro de giro muy cerca del litoral. El observatorio meteorológico más cercano, a unos 20 Km de la zona, midió más de 400 mm de lluvia acumulada en un lapso de 8 horas.

2.6.5 Inundaciones Lentas (Pasivas)

Se presentan cuando el agua proviene de lluvias o del desbordamiento de una corriente de agua que cubre poco a poco las zonas cercanas a su cauce, llenando de agua las planicies y valles que rodean el río, así como las viviendas, construcciones, cultivos, etc. Son típicas de llanuras bajas, litorales y áreas **deltaicas**. Con los aguaceros fuertes y prolongados que caen sobre llanuras y planicies, el agua puede ser absorbida por el suelo a manera de una esponja. Al continuar la lluvia, esta especie de esponja natural se satura de agua, facilitando el encharcamiento y luego la inundación.

En otros casos, si los aguaceros son fuertes y prolongados en las partes altas de la cuenca, los niveles del río irán aumentando lentamente hasta superar la

capacidad del cauce y producir así la inundación por desbordamiento. Así mismo, la actividad humana juega un papel esencial al producir erosión de los suelos, cuyos sedimentos al ser arrastrados por las aguas son depositados posteriormente en las partes bajas. Estas acumulaciones hacen que se disminuya la capacidad del cauce y se produzcan nuevas inundaciones y cambios en el curso.

2.7 Análisis y diagnóstico de daños ocasionados por una inundación

Normalmente cuando ocurre una inundación, se lleva a cabo un análisis y diagnóstico de los daños ocasionados por el desastre. Dichas evaluaciones generalmente han sido tomadas en cuenta por los gobiernos nacionales o locales que tienen por finalidad delinear planes de reconstrucción y para estimar las necesidades y tipo de colaboración externa necesarios para llevarlos a cabo. En este rubro, existen una gran cantidad de artículos publicados en la literatura que proponen nuevas metodologías y modelos para llevar a cabo estas evaluaciones. Por ejemplo: (Huang, Zhou, Song, Lu, & Zhang, 2010) (Jonkman & Kelman) (Kreimer & Arnold, 2000) (Steenge & Bočkarjova, 2007) (Van der Veen, Steenge, Bockarjova, & Logtmeijer, 2003) Huang, et al., (2010, 2009); Steenge & Bockarjova; (2007); Jonkman & Kelman; (2005); Stuyt, et al., (2003), van der Veen, et al., (2003); Kreimer & Arnold; (2000); entre otros.

Por otro lado, desde hace más de 25 años la Organización de las Naciones Unidas, a través de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe ha desarrollado y aplicado una metodología para la medición de los efectos socioeconómicos de los desastres naturales en América Latina y el Caribe. En general, la metodología agrupa los efectos de un desastre en tres categorías: daños directos, daños indirectos y los efectos macroeconómicos, (CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe), 2003) (Oficina del Coordinador para el Socorro en Casos de Desastre (UNDRO)., 1979) CEPAL; (1991); UNDRO; (1979). A continuación, se describe brevemente cada uno de ellos.

2.7.1 Daños Directos

Los daños directos, son aquellos causados por un desastre en los acervos de capital, y en general en el patrimonio de las personas, empresas o instituciones, incluyendo las existencias de bienes terminados, en proceso y de materias primas. Se agregan a este tipo de daños las cosechas agrícolas que al ocurrir el desastre estaban a punto de ser levantadas.

2.7.2 Daños Indirectos

Los daños indirectos, por otro lado, se refieren básicamente a los flujos de bienes y servicios que se dejan de producir durante el período en que se lleva a cabo la reconstrucción de la infraestructura física. Se incluyen también los gastos mayores para las sociedades motivadas por el desastre y que tienen por objeto proveer en forma provisoria los servicios hasta que se restituya la capacidad operativa original de los **acervos** destruidos. También se incluyen en esta categoría el costo que significó la atención de la emergencia.

2.7.3 Efectos Macroeconómicos

Finalmente, los efectos macroeconómicos (según la metodología no deben agregarse a los anteriores ya que constituyen un prisma diferente para apreciarlos), miden el impacto del desastre sobre los grandes agregados macroeconómicos como son: crecimiento económico, desequilibrios en la balanza de pagos, incremento del gasto público, la inflación, disminución de las reservas internacionales, agravación de las desigualdades del ingreso en las familias, y los costos derivados del aislamiento de determinadas regiones agrícolas, entre otros.

2.8 Vulnerabilidad

Uno de los conceptos importantes en el área de gestión de riesgos de desastres es el concepto de vulnerabilidad. En la literatura existen varias definiciones como, por

ejemplo, la propuesta por (Cuny & America, 1983) Cuny & Frederick; (1985): *"Condición en la cual los asentamientos humanos o las edificaciones se encuentran en peligro en virtud de su proximidad a una amenaza, la calidad de la construcción o ambos factores."*

O bien, la propuesta por Yasemin & Olivier; (1987): *"El grado de exposición a un riesgo, o más específicamente, la condición en la cual los asentamientos humanos o las edificaciones se hallan en peligro debido a su proximidad a una amenaza, ya sea debido a su localización o a la calidad de su construcción."*

Finalmente, la (United Nations Development Programme, 2004) UNDP; (2004), ha definido vulnerabilidad como: *"Las condiciones determinadas por factores físicos, sociales, económicos y ambientales o procesos, que aumentan la susceptibilidad de una comunidad al impacto de las amenazas o peligros"*.

Sin embargo, para el propósito de esta tesis de investigación, resulta interesante la idea sobre los desastres expresada por Wyjkman & Timberlake; (1988) en el sentido que estos constituyen "problemas irresueltos del desarrollo". Los factores o componentes que contribuyen a tales problemas pueden ser convenientemente analizados bajo la perspectiva discutida por Wilches-Chaux referente a la "vulnerabilidad global" de la sociedad Wilches-Chaux; (1988). En su ensayo conceptual, Wilches-Chaux discute y clasifica atinadamente las distintas formas o niveles de vulnerabilidad que una sociedad puede enfrentar y que influyen en la concreción de condiciones de desastre. Desde su perspectiva existen diez componentes de la vulnerabilidad que se resumen en la Tabla 2.9 la suma de todos estos componentes y que sin duda operan de forma interactuante pueden ayudar a comprender los niveles de vulnerabilidad global de una sociedad y deben estar presentes en todas las medidas adecuadas de prevención, mitigación y atención de desastres. Wilches-Chaux; (1988).

Tabla 2.9 Vulnerabilidad Global, (Wilches-Chaux; 1988).

Tipos de Vulnerabilidad	Descripción
Física	Se refiere a la localización de grandes contingentes de la población en zonas de riesgo físico; condición suscitada en parte por la pobreza y la falta de opciones para una ubicación menos riesgosa, y por otra, debido a la alta productividad (particularmente agrícola) de un gran número de estas zonas (faldas de volcanes, zona de inundación de ríos, etcétera).
Económica	Más allá del problema de ingresos, la vulnerabilidad económica se refiere, de forma a veces correlacionada, al problema de la dependencia económica nacional, la ausencia de adecuados presupuestos públicos nacionales, regionales y locales, la falta de diversificación de la base económica, etcétera.
Social	Referente al bajo grado de organización y cohesión interna de comunidades bajo riesgo que impide su capacidad de prevenir, mitigar o responder a situaciones de desastre.
Política	En el sentido del alto grado de centralización en la toma de decisiones y en la organización gubernamental; y, la debilidad en los niveles de autonomía de decisión en los niveles regionales, locales y comunitarios lo cual impide una mayor adecuación de acciones a los problemas sentidos en estos niveles territoriales.
Técnica	Referente a las inadecuadas técnicas de construcción de edificios e infraestructura básica utilizadas en zonas de riesgo.
Ideológica	Referente a la forma en que las personas conciben el mundo y el medio ambiente que habitan y con el cual interactúan. La pasividad, el fatalismo, la prevalencia de mitos, etc., todos aumentan la vulnerabilidad de poblaciones, limitando su capacidad de actuar adecuadamente frente a los riesgos que presenta la naturaleza.
Cultural	Expresada en la forma en que los individuos se ven a ellos mismos en la sociedad y como un conjunto nacional. Además, el papel que juegan los medios de comunicación en la consolidación de imágenes estereotipadas o en la transmisión de información no confiable sobre el medioambiente y los desastres (potenciales o reales).
Educativa	En el sentido de la ausencia en los programas de educación de elementos que adecuadamente instruyen sobre el medio ambiente, o el entorno que habitan los pobladores, su equilibrio o desequilibrio, etc. Además, se refiere al grado de preparación que recibe la población sobre formas adecuadas de comportamiento a nivel individual, familiar y comunitario en caso de amenaza u ocurrencia de situaciones de desastre.
Ecológica	Relacionada con la forma en que los modelos de desarrollo no se fundamentan en "la convivencia, sino en la dominación por destrucción de las reservas del ambiente (que necesariamente conduce) a unos ecosistemas por una parte altamente vulnerables, incapaces de auto-ajustarse internamente para compensar los efectos directos o indirectos de la acción humana, y por otra, altamente riesgosos para las comunidades que los explotan o habitan". (Wilches-Chaux, 1988).
Institucional	Reflejada en la obsolescencia y rigidez de las instituciones, especialmente las jurídicas, donde la burocracia, la prevalencia de la decisión política, el dominio de criterios personalistas, etc. impiden respuestas adecuadas y ágiles a la realidad existente.

2.9 Análisis y diagnóstico de desastres

2.9.1 Análisis y Diagnóstico de Fallas en Sistemas Socio-Organizativos

Un buen número de desastres han ocurrido en México y en todo el mundo en sistemas socio-organizativos. Dichos eventos han tenido como consecuencias las pérdidas de vidas humanas, lesiones graves, pérdidas de instalaciones, pérdidas económicas e impactos negativos al medio ambiente. (Rogers, 1986) Muñoz; (2008); Rogers; (1986). Tradicionalmente los enfoques al diagnóstico de sistemas de ingeniería se concentran en las causas inmediatas después de la ocurrencia de un accidente. Este tipo de fallas se conocen como fallas activas y pueden ser consideradas como errores humanos o violaciones que tienen el impacto inmediato en la integridad del sistema; (Perrow, 2011) Perrow; (1984); Grabowski; et al., (1996). Los investigadores han encontrado que el factor humano es uno de los que contribuyen en la ocurrencia de los desastres y accidentes mayores. Sin embargo, en los últimos años la comprensión de la naturaleza e importancia de los errores organizacionales causa que estos últimos también se consideraran en el intento de reducción de la frecuencia de los accidentes y desastres mayores, Los errores organizacionales son conocidos como fallas latentes. Estas fallas frecuentemente son las cometidas en el diseño, la administración y la comunicación y también pueden ser las deficiencias en la estructura de la organización. Grabowski; et al., (1996). Resulta claro que estudiar y tratar las fallas organizacionales es tan importante como enfocarse a las causas humanas o técnicas de los accidentes.

Varios métodos y modelos han sido desarrollados a través de los años con el objetivo de investigar accidentes y aprender de ellos. Por ejemplo, durante los años 70^{’s} y 80^{’s} el Departamento de Energía de los Estados Unidos de América desarrolló técnicas para la “reconstrucción de incidentes”, así como técnicas de “argumentación”; tales como, el método de “Análisis de cambios” DOE; (1994), entre otros. Cabe mencionar que estos métodos tienen limitaciones debido a que se concentran en encontrar las causas inmediatas de los accidentes (ver siguiente capítulo). Por otro lado, el método de Gestión de la Supervisión y Árbol de Riesgo

(MORT) no busca encontrar la causa única o inmediata de un evento indeseable, sino todos aquellos factores causales debidos a deficiencias en aspectos organizacionales, de comunicación, humanos, entre otros Johnson; (1980).

MORT surgió de un proyecto realizado en la década de los 80^{ʳs}. El trabajo tuvo como objetivo dar a la industria nuclear de los Estados Unidos de América un programa de gestión de riesgos adecuado para lograr altos estándares de salud y seguridad. El proceso del método MORT es como si fuera un dialogo entre las preguntas genéricas de MORT y la situación que se está investigando. El analista actúa como el intérprete entre MORT y la situación, DOE; (1994); Johnson; (1980). Es importante destacar que el método MORT se describe en forma detallada más adelante.

2.10 Causa única vs. Multi-causas

2.10.1 Pensamiento Sistémico

El pensamiento sistémico ofrece una nueva y poderosa perspectiva para entender los problemas del mundo real. El pensamiento sistémico es una manera de comprender la realidad que enfatiza en las relaciones que forman parte de un "sistema", más que en las partes en sí mismas. La palabra "sistema" es empleada comúnmente, se habla sobre sistemas sociales, ecosistemas, sistemas de control, sistemas informáticos, sistema solar, sistemas filosóficos, sistemas biológicos, entre otros. El hecho de que la palabra se usa en muy diferentes contextos indica la complejidad del concepto mismo. Pero sin involucrarse en **lingüística** o **semántica** se puede afirmar que un sistema es cualquier entidad abstracta o física que consiste de las partes interdependientes con un fin común y que **enfoque sistémico** significa ver las cosas como un "todo", de manera **holística** o integral. (Bertalanffy, 1981) (Checkland & Scholes, Soft Systems Methodology in Action, 1990) (Emery, 1981) Checkland & Scholes; (1990); Bertalanffy; (1981); Checkland; (1981); Emery; (1981); Forrester; (1961).

Los tipos de sistemas que ha sido propuestos por (Checkland, Systems thinking, systems practice - Soft systems methodology, 1999) Checkland; (1995) son: "sistemas naturales", "sistemas sociales", "sistemas físicos diseñados", "sistemas abstractos diseñados", y "sistemas de actividad humana". Y que serán conceptos de utilidad más adelante en esta tesis.

Dados los conceptos básicos definidos anteriormente, y en base a la siguiente definición se puede identificar la clase de sistema que corresponde el caso de los desastres naturales y que enmarca el caso de "La inundación de Valle de Chalco Solidaridad del 5 de febrero del 2010".

2.10.2 Definiendo a los "sistemas sociales"

¿Qué es entonces un sistema social? La respuesta es que cualquier "sistema social" verdadero observado en el mundo, será una mezcla de ensamblado racional de actividades unidas (un Sistema de Actividad Humana) y un grupo de relaciones con las que se establecen en una comunidad (por ejemplo, un Sistema Natural) (Checkland, Systems thinking, systems practice - Soft systems methodology, 1999)(Checkland; 1995: p. 141). Un enfoque puramente de comportamiento, con base en la idea de un hombre como un animal **gregario**, negará el poder e influencia del diseño racional; pero un enfoque que asuma que los seres humanos son autómatas conscientes e ignore su dimensión cultural, tampoco prestará atención a los problemas. (Checkland, Systems thinking, systems practice - Soft systems methodology, 1999) (Checkland, 1995; p. 141). Si se toma en cuenta la definición anterior de un sistema social, entonces se puede argumentar que el caso de "La Inundación de Valle de Chalco Solidaridad del 5 de febrero del 2010" como ha sido llamada en el desarrollo de esta tesis; es efectivamente, un sistema social.

2.10.3 Causas únicas y multi-causas

Esta tesis de investigación argumenta que los efectos de los desastres son debidos no solamente al peligro natural (inundación) sino también a otros factores causales debidos a la vulnerabilidad de la sociedad ante tales eventos. Lo anterior es

fundamental en el pensamiento sistémico (Reyes & Beard, A Systemic Analysis of the Paddington Railway Accident, 2006) (Reyes & Beard, A systemic analysis of the Edge Hill railway accident, 2009) Santos-Reyes & Beard; (2009, 2006). Esto significa que cada evento es el resultado de un conjunto de factores causales; cada evento tiene causas múltiples. El evento indeseable (una lesión, fatalidad, entre otros) no es una relación causa-efecto única. En el pensamiento tradicional, como el mostrado en la Figura 2.4 los factores causales A, B, D y E deben mantenerse constantes para poder encontrar el efecto del factor C;

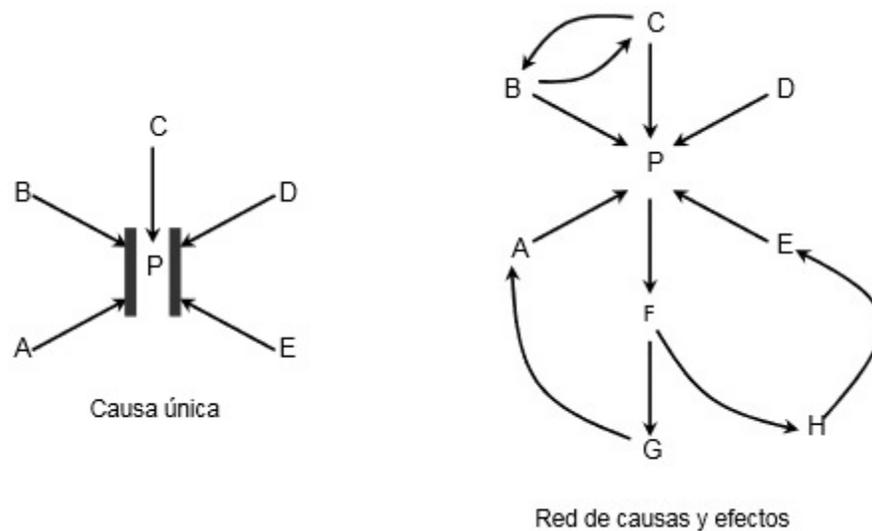


Figura 2.9 Causa Única vs Causas Sistémicas (Alvarado Corona, 2010).

Por otro lado, en el enfoque sistémico, el evento (como una inundación) que ocurre en el mundo real, debe de considerarse el hecho de que el evento tiene que ser explicado por la acción de varias causas que actúan simultáneamente. Además, en el mundo real se tejen redes de causa-efecto que pueden representarse utilizando herramientas del modelado de sistemas discretos (Brena; 2003), como en el caso de la Figura 2.4

Dado lo anterior, el método MORT toma en cuenta el hecho de que el fenómeno se explica por la acción de causas múltiples. Finalmente, MORT logra su

objetivo en la identificación de los factores causales múltiples de un incidente/accidente mediante el uso de las compuertas “Y” (AND, en inglés) y “O” (OR, en inglés). Ver el **CAPÍTULO 3** para más detalles del método.

Sin embargo, no hay evidencia de investigación en el desarrollo de metodologías o modelos para el análisis y diagnóstico de desastres provocados por inundaciones en el contexto de lo antes mencionado, y tampoco el de encontrar las causas de vulnerabilidad de la sociedad ante tales eventos.

2.11 Conclusiones de la revisión de la literatura

De acuerdo a las teorías que fundamentan esta tesis y la revisión de la literatura presentada en este capítulo, se obtuvo la siguiente conclusión: la gran mayoría de las investigaciones que se han llevado a cabo en el área de inundaciones está orientada hacia la predicción. Sin embargo, no ha habido un desarrollo importante en modelos o metodologías para el análisis y diagnóstico de estas.

3 MARCO TEÓRICO.

3.1 Arbol de Supervisión y Gestión de Riesgos, MORT (Management Oversight and Risk Tree)

El Árbol de Supervisión y Gestión de Riesgos (MORT, por sus siglas en inglés), es un modelo que exhibe propiedades sistémicas a la identificación de fallas de sistemas; además emplea un procedimiento sistemático y analítico para determinar las causas y factores que contribuyen a un evento indeseable, en este caso, un desastre provocado por un peligro natural. El modelo utiliza alguna nomenclatura de los árboles de fallas. El MORT define a un "evento indeseable" como eventos imprevistos que producen daños o perjuicios, es decir, pérdidas. Las pérdidas se producen cuando un agente nocivo entra en contacto con una persona o un bien material. Este contacto puede producirse ya sea por una carencia de prevención, o como un lamentable pero aceptable resultado de un riesgo que ha sido evaluado (el llamado "riesgo asumido"). En el análisis con el MORT, la mayor parte del esfuerzo se dirige a la identificación de problemas en el control de un trabajo/proceso y en las deficiencias de las barreras de protección asociadas con el mismo. Estos problemas son luego analizados por sus orígenes en la planificación, diseño, políticas, etcétera.

3.1.1 Conceptos básicos

El Árbol de Supervisión y Gestión de Riesgos (MORT) es un procedimiento analítico para determinar las causas y factores que contribuyen a un accidente o incidente. En MORT, los accidentes se definen como eventos imprevistos que producen daños o perjuicios, es decir, pérdidas. Las pérdidas se producen cuando un agente nocivo entra en contacto con una persona, o bien un material. Este contacto puede producirse ya sea por una falta de prevención o como un lamentable, pero aceptable, resultado de un riesgo que ha sido correctamente evaluado (el llamado "riesgo asumido"). El análisis del MORT siempre evalúa la ruta del "fracaso" antes de considerar la hipótesis "riesgo asumido".

En el análisis MORT, la mayor parte del esfuerzo se dirige a la identificación de problemas en el control de un trabajo/proceso y en las deficiencias de las barreras de protección asociados con este. Estos problemas son luego analizados por sus orígenes en la planificación, diseño, la política, entre otros.

Para utilizar MORT, primero hay que identificar los “episodios” clave en la secuencia de los eventos. Cada episodio puede ser caracterizado como:

- i. Un objetivo vulnerable expuesto a ...
- ii. Un agente de daño en el ...
- iii. La ausencia de barreras adecuadas.

El análisis con MORT se puede aplicar a uno o más episodios identificados. Para identificar estos episodios clave, se tendrá que realizar un análisis de barrera (o "Análisis de Barrera y Rastro de Energía" que es su nombre completo). El análisis de barrera facilita el análisis MORT; sin el análisis de barrera sería muy difícil utilizar el modelo MORT.

El proceso del MORT es como un diálogo entre las preguntas genéricas del MORT y la situación que se está investigando. El analista, actúa como el intérprete entre MORT y la situación. Las preguntas del MORT son hechas en un orden particular, que se ha diseñado para ayudar a aclarar los hechos que rodearon el incidente. Aun así, no todas las preguntas planteadas por MORT serán relevantes en todas las ocasiones. Para llegar a conocer MORT es importante familiarizarse con los aspectos fundamentales de las preguntas del modelo. El gráfico en sí actúa como una rápida lista que permite concentrarse en los problemas que se manifestaron a través del proceso. Es importante que se hagan notas sobre la marcha, como lo sería si se llevara a cabo una entrevista. En la práctica, los analistas MORT hacen breves notas sobre el gráfico MORT - lo suficiente como para captar las cuestiones que se plantean y su evaluación de los mismos. Para hacer más fácil este proceso de revisión, con frecuencia se usa un código de colores

en gráfico a medida que está haciendo el análisis. Por ejemplo, el modelo MORT utiliza los siguientes criterios de colores:

- a. Rojo, indica que se ha encontrado un problema.
- b. Verde, indica que una cuestión ha sido juzgada satisfactoriamente,
- c. Azul, para indicar donde se piensa que un asunto es relevante pero no se tiene suficiente información para valorarlo apropiadamente.

Además, las cuestiones presentadas en el gráfico MORT pueden ser juzgadas como irrelevantes, éstas deben ser tachadas para demostrar que ya se han examinado. En general, los resultados de un análisis MORT son:

- I. La creación de nuevas líneas de investigación;
- II. La visibilidad de factores causales y;
- III. La confianza aumentada en la rigurosidad de la investigación.

3.1.2 Convenciones del diagrama de MORT.

Esta sección introduce las convenciones y simbología utilizadas en el MORT. Debe mencionarse que el MORT comparte algunas de las convenciones del árbol de análisis de fallas. Los eventos genéricos dentro de MORT se descomponen en sus componentes causales utilizando una lógica jerárquica y une las causas con compuertas lógicas, “Y” (AND) y “O” (OR).

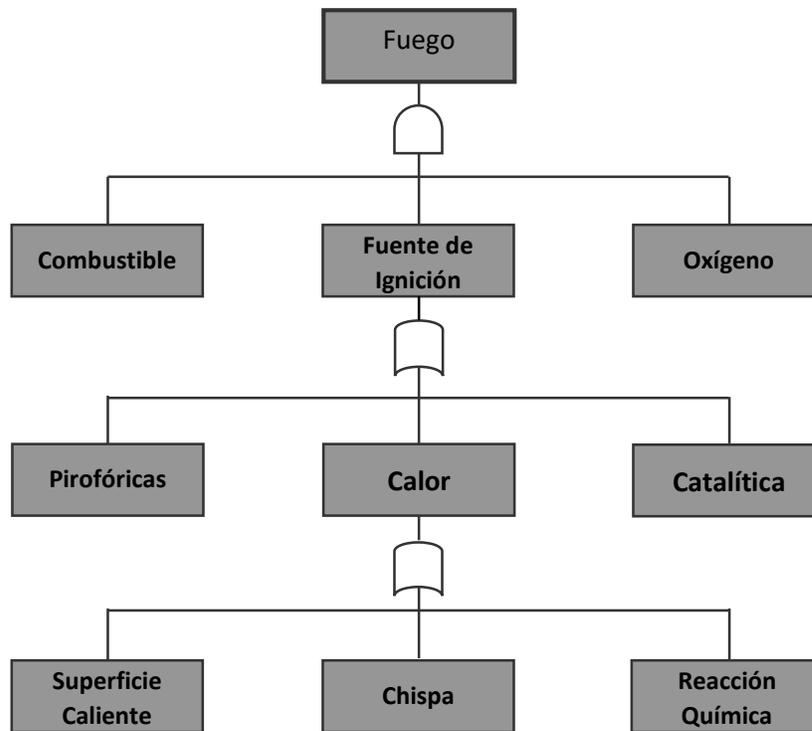


Figura 3.1 Ejemplo de lógica jerárquica

En el análisis de árbol de fallas los componentes causales se conocen como eventos de entrada y su efecto se llama una salida del evento. Por ejemplo, en la Figura 3.1 los tres eventos de entrada: "Fuente de Ignición", "Combustible" y el "Oxígeno" producen "Fuego" como un evento de salida. Donde todas las entradas son necesarias para producir los resultados, como es el caso de los incendios, los eventos de entrada se suman por una compuerta "Y" (AND) para dar un evento de salida. En caso de que sólo un evento de entrada sea suficiente para producir el resultado, se utiliza la compuerta "O" (OR).

La Figura 3.2 es un extracto del gráfico MORT en la cual se ilustran muchos de los símbolos y las convenciones utilizadas en el resto del diagrama.

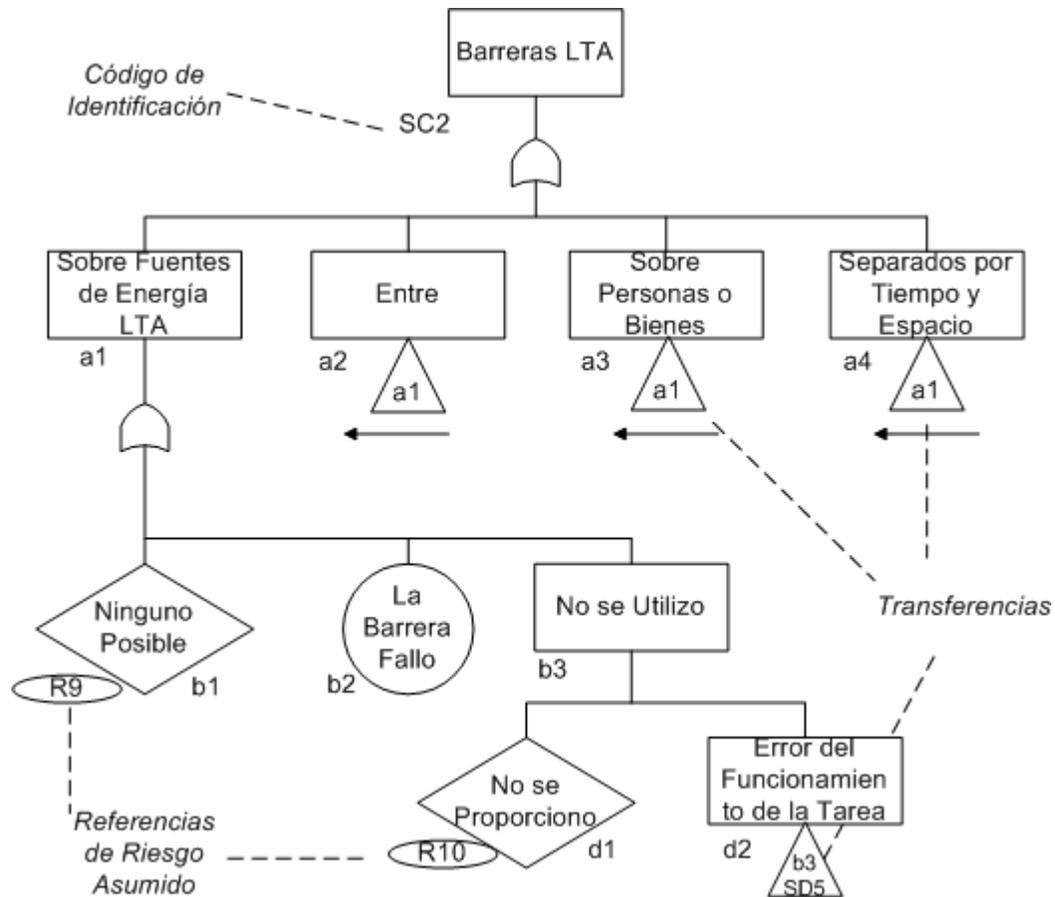


Figura 3.2 Extracto del gráfico MORT

Cada tema en el diagrama MORT tiene una referencia - un código (por ejemplo, "SC2" es el código de identidad MORT del evento "Barreras LTA"). En MORT los códigos siguen un sistema jerárquico, que refleja la estructura del gráfico. El caso cuando un evento sea la salida de una rama importante, generalmente se identifica por un código escrito en mayúsculas con una 'S' o 'M' para una primera rama. La 'S' indica que se trata de una parte de la rama "Factores Específicos de Control" y 'M' que demuestra que pertenece a la rama "Factores del Sistema de Gestión". Para especificar un evento en MORT, es normal utilizar un formato de dirección; dos (y a veces tres) códigos de identidad se vinculan con un guión. Por ejemplo, para referirse al caso de "Sobre las Personas o Bienes" en la Figura 3.2, se escribiría "SC2- a3".

En la Figura 3.2 se utiliza un símbolo en forma de diamante en dos lugares: “SC2- b1” y “SC2- c1”. Cuando está acompañado por un pequeño símbolo oval (etiquetados R9 y R10 en este ejemplo), esto indica un riesgo asumido - corre el riesgo que se ha identificado y es aceptado en nombre de la organización responsable de controlarlo.

Además de lo anterior, el modelo MORT utiliza un sistema de “transferencias”, por ejemplo en la Figura 3.2 abajo del evento “SC2- a2” hay un triángulo que contiene el texto “a1”, el triángulo es el símbolo de transferencia y se utiliza para ahorrar espacio en el árbol. Un triángulo abajo de un evento muestra que hay eventos coligados a investigar en otras partes del árbol. En este ejemplo, al evaluar caso “SC2-a2” (“Entre”, ver Figura 3.2), la rama debajo de “a1” debe considerarse sólo como si fuera señalado directamente debajo “SC2- a2”. La transferencia debajo del acontecimiento “SC2- c2” lo conecta con “SD5- b3”. Esto significa que el “Error del desempeño de la tarea”, (c2) que es manifestado en (b3) no utilizando la barrera, será analizado más a detalle utilizando la rama en “SD5- b3”.

3.1.3 Estructura básica del MORT

En la Figura 3.3 se muestra la estructura básica del modelo MORT. El evento principal o superior en MORT es denominado "Pérdidas" por debajo del cual están dos de sus posibles causas: {1} “Omisiones y Descuidos”, o {2} “Riesgos Asumidos”. Todos los factores que contribuyen a ello en la secuencia del accidente se tratan como “descuidos y omisiones” a menos que sean “riesgos asumidos”. La entrada al evento “Omisiones y Descuidos” es a través de una compuerta lógica “Y” (AND). Esto significa que los problemas que se manifiestan en el control específico de las actividades de trabajo, necesariamente implican cuestiones en la gestión de los procesos que los gobiernan.

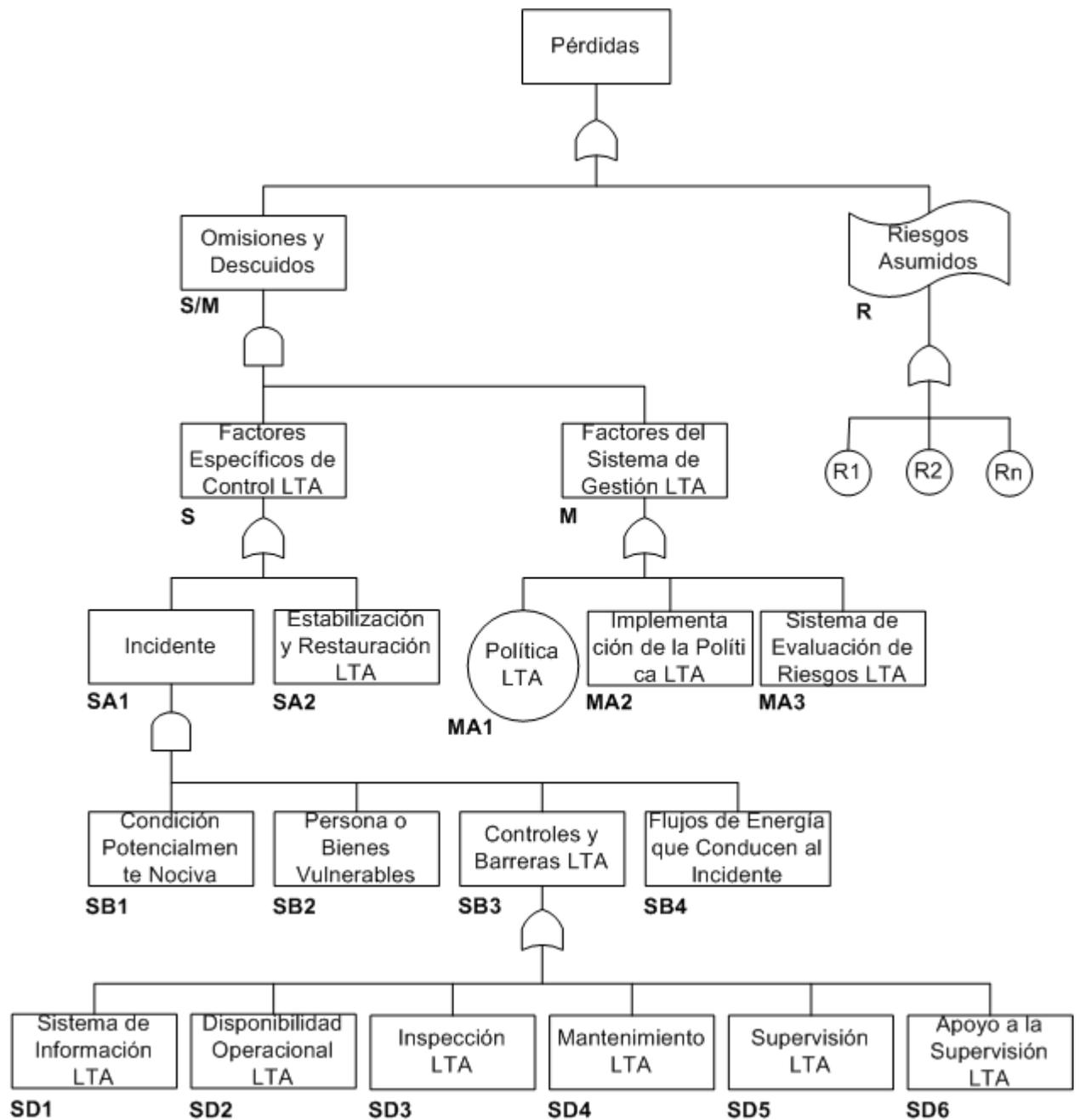


Figura 3.3 Estructura Básica de MORT

La “Especificación” y la “Gestión” son las dos ramas principales en MORT. Los “Factores Específicos de Control” se dividen en dos clases: {a} los relacionados con el “Incidente o accidente” en sí (SA1), {b} los relacionados con la “Restauración” de control después de un accidente (SA2). Ambos unidos por la compuerta “O” (OR);

esto quiere decir que cualquiera de las dos puede ser una causa de las “Pérdidas” (ver la Figura 3.3).

Riesgos asumidos provisionales. En el análisis con el MORT, las “Pérdidas” pueden provenir de dos fuentes: {a} los riesgos que se han identificado y aceptado correctamente (llamado "Riesgos Asumidos") y {b} los riesgos que no han sido gestionados correctamente (los llamados "Descuidos y Omisiones").

MORT contiene varias referencias que corresponden a la rama "Riesgo Asumido" (ver Figura 3.3). Por ejemplo, MORT permite la posibilidad de que una “barrera” no se presente debido a que no ha sido práctico. Para hacerlo, sin embargo, se tendrían que establecer las razones de esta decisión a un nivel satisfactorio de las pruebas. En la práctica, esto implicará la revisión de la evaluación del riesgo y el análisis costo - beneficio que apoya la decisión.

En general, para evitar interrumpir el análisis, se pueden escribir las razones del porqué se asumieron los riesgos en una Tabla y realizar su seguimiento como una cuestión aparte. Cada evento que se refiera en el gráfico MORT debe ser codificado provisionalmente con color azul y debe corresponder a una entrada. El evento no puede ser cerrado hasta que la justificación para el riesgo asumido haya sido evaluada.

3.1.4 Análisis de barreras

El análisis de “barrera y flujo de energía”, o simplemente “análisis de barrera”, como es generalmente conocido produce un conjunto claro de los “episodios” que se desea analizar. Lo anterior constituye un elemento esencial para la preparación del análisis MORT

Por "Energía" se refiere a los agentes nocivos que amenazan o provocan daño real a un "Objetivo", que está expuesto a ella. Aunque la "Energía" y “Flujo de

Energía” son los términos más utilizados, los agentes nocivos pueden incluir las condiciones ambientales (por ejemplo, riesgos biológicos, la limitación de oxígeno, entre otros.).

Los "Objetivos" pueden ser personas, cosas o procesos - nada, de hecho, que deba ser protegido o que estaría mejor si es alterado por la "Energía". En MORT, un accidente tiene que producir una pérdida, por lo tanto, al menos uno de los objetivos en la secuencia de accidentes tiene que ser valioso. Sin embargo, los incidentes (a veces llamados casi accidentes o casi golpes) también son de interés. Un incidente puede ser como resultado tanto de la exposición a un flujo de energía sin lesiones o daños, o los daños de un objetivo sin valor intrínseco. El último caso todavía puede ser un objeto valioso para su análisis.

Por otro lado, "barrera" se refiere a los medios por los cuales los "Objetivos" se mantienen a salvo de las "Energías". De hecho, el “Análisis de barrera” incluye no sólo las barreras (de la naturaleza que son puramente de protección), sino también los controles del trabajo/proceso, ya que pueden proporcionar también la protección de las energías (y objetivos) de una manera segura.

Tabla 3.1 Formato del análisis de barrera.

Flujo de energía o agente nocivo, la condición adversa del “ambiente”	“Objetivo” Persona vulnerable	Barreras y Controles para separar “Energía” y “Objetivo”

Muy a menudo, un accidente pone de manifiesto una serie de episodios donde energías encuentran los objetivos en interacciones no deseadas; el análisis de barreras trata de localizar todas estas y ponerlas a disposición del análisis. Esto

significa que en la práctica la Tabla 3.1 puede tener varias filas, cada una correspondiente a un episodio de la interacción de energía con un objetivo.

El objetivo del análisis de barrera es dar cuenta de todas las interacciones no deseadas entre las energías y los objetivos ya que deben estar disponibles para su posterior análisis en la investigación

3.2 Procedimiento para el análisis de incidentes o accidentes

En general, el siguiente procedimiento se sigue para el análisis de incidentes o accidentes usando el modelo MORT.

1. Elegir un episodio del “Análisis de barrera” y escribirlo en la Tabla por encima de MORT SA1, "Incidente"
2. Comenzar en SB1 ("Flujo nocivo de energía..."), ver Figura 3.3
 - {a} Estado de flujo de energía por encima del SB1
 - {b} Proceder a través del gráfico de arriba hacia abajo, de izquierda a derecha
 - {c} Codificar Rojo o Verde sólo con pruebas y estándares de juicio.
 - {d} Codificar Azul si requiere pruebas o el estándar es incierto
 - {e} Mantener la lista de nuevas investigaciones sobre la marcha
 - {f} Tener en cuenta cualquier riesgo asumido provisional en la tabla
3. Cuando SB3 ("Controles y barreras LTA") sea completado
 - {a} Explorar M-ya sea:
 - por rama: ad hoc exploración de la M-rama
 - en secuencia a2 - MB1-, a1-MB1, MA1, MA2, MB-2
4. Si es necesario seleccionar otro episodio del análisis de barreras
 - {a} Utilizar el gráfico de MORT
 - {b} Repetir los pasos 3 y 4
5. Cuando todos requieren SA1 el análisis se completa
 - {a} Poner nota sobre los episodios del análisis de barrera de que no han sido objeto de análisis MORT
 - {b} Trasladar a la SA2 - mejora

{c} Trasladar a la Subdivisión - M y explorar (en secuencia) en la luz del análisis SA2

6. Revisar el Riesgo asumido provisional

{c} Estudiar cualquier LTA utilizando a1-MB1

7. Revisar MB2 a la luz de los análisis realizados hasta ahora.

8. Revisar los asuntos de la RAMA-M, tomando la vista general.

3.3 Proceso Unificado de desarrollo de software

El proceso unificado de desarrollo (PU) también conocido como proceso de desarrollo unificado (RUP) es un método ayuda a facilitar el trabajo a los usuarios en un sistema adecuado que se adapte a sus necesidades. El diseño de sistema de información está basado en el concepto del componente interconectado a través de la interface que lleva cabo acciones se apoya mediante el lenguaje unificado de modelado (UML). Los casos de usos y los actores ayudan a delimitar los alcances del sistema y la forma adecuada para los actores representa en diagramas de caso de uso y la definición de acción que ayudan establecer las responsabilidades de cada uno (Gamboa Sarmiento, 2004)(Gamboa, 2005).

El PU representa una arquitectura presenta en el diseño del sistema en forma de visita que comprende la estructura el comportamiento, la funcionalidad, el rendimiento, las flexibilidades, la reutilización, las facilidades de comprensión y los compromisos económicos y tecnológicos del sistema de información (Gamboa Sarmiento, 2004) (Gamboa, 2005).

Para llevar los casos de uso de una manera específica y la arquitectura del sistema:

- ✓ Se definen los casos de uso más general y una arquitectura.
- ✓ Luego se escogen los casos de usos más importantes para detallarlos y se amplía la arquitectura de manera que se adapte

- ✓ A medida que se van detallando otros casos de uso se van extendiendo y mejorando a la arquitectura

Es posible tener un mejor control de los casos de uso y arquitectura para el desarrollo, abarca los flujos de trabajo fundamentales de desarrollo de software en el proceso unificado requisitos análisis, diseño, implantación y transacción de manera que da interacción se detalle más los casos de uso y la arquitectura (Gamboa Sarmiento, 2004) (Gamboa, 2005). Establecer un marco de trabajo en el que se pueda modificar los requerimientos iniciales dar eficiencia al equipo de trabajo detectando los riesgos, técnicos o no técnicos de manera que se pueda afrontar y superar. Así mismo esta contribuido por ciclos de vida del sistema de información la cual es susceptible de mejora, para que sea posible implementar estas mejoras, es necesario contar con:

- i. Un modelo de caso de uso donde se especifican la relación de los usuarios.
- ii. Un modelo de análisis que describe los casos de uso más detalle.
- iii. Un modelo de diseño donde se define la estructura estática de los mismos en forma de subsistema clases e interfaces y casos de uso.
- iv. Un modelo de implantación que incluya los componentes del código.
- v. Un modelo de distribución que describa la estructura física del sistema a través de los elementos de hardware y software que permiten ejecutar.
- vi. Un modelo de prueba para verificar los casos de uso.
- vii. Modelo de arquitectura.

3.3.1 Fases de RUP.

El proceso unificado de desarrollo de software muestra las siguientes fases:

Inicio: Se establece la viabilidad del sistema mediante la definición principal la arquitectura inicial el plan de proyecto la estimulación de los costos del sistema de información y la identificación de los riesgos críticos que pudieran empezar en el planteamiento del proyecto.

Elaboración: Comprende la especificación de los casos de uso del producto y la arquitectura del sistema. Además de que es necesario analizar los riesgos que pudiera afectar la construcción del sistema.

Construcción: Abarca la creación del producto el desarrollo de software y su adición a la arquitectura diseñada el objetivo principal es que el producto vaya alcanzando la funcionalidad planteada inicialmente para los usuarios lo cual se logra mediante interacciones que incrementa el producto en cada entrega.

Transición: Durante esta fase el producto se convierte en una visión de prueba donde un número específico de usuarios hace una evaluación del producto donde es posible que surjan problemas no identificados inicialmente y se pueda corregir.

3.4 Lenguaje Unificado de Modelado, UML (Unified Modeling Language)

UML es un lenguaje de modelado gráfico que permite representar los modelos logrados a partir del proceso unificado de desarrollo de software, está relacionado bajo los componentes orientados a objetos basado en los lenguajes de programación java, c++, smalltak (Debrauwer & Van, 2005).

Es una forma donde los procesos de negocio y las funciones del sistema a partir de los casos de uso centrado en la arquitectura donde se puede modelar a partir de las vistas, donde las modelos de un determinado de vistas se pueden clasificar en tres áreas:

- I. Estructural que describe los elementos del sistema y la relación entre ellos.

- II. Comportamiento dinámico que describe el comportamiento del área estructural en el tiempo.
- III. Gestión del modelo describe la organización jerárquica del sistema las vistas las áreas a los que pertenece y los diagramas que la representan

Tabla 3.2 Vista y diagramas UML

Área	Vistas	Diagramas	Concepto
Estructural	Vista estática	Diagrama de clases	Clases atributos y relación entre estos
	Vista de caso de uso	Diagrama de casos de uso	Actores, casos de uso y relación entre estos
	Vista de implantación	Diagrama de componentes	Componentes de software, interfaz y dependencias
	Vista de despliegue	Diagrama de despliegue	Nodos, componente, localización dependencia
Dinámica	Vista de máquina de estados	Diagrama de estados	Estados , eventos transiciones acciones
	Vista de actividad	Diagrama de actividad	Estado de acción transición de terminación
	Vista de interacción	Diagrama de secuencias	Interacción entre objetos, mensajes y activaciones
		Diagrama de colaboración	Interacción entre objetos roles de colaboración
Gestión de modelo	Vista de gestión de modelo	Diagrama de clases	Paquete subsistema modelo

Referencia: Debrauwer & Van, 2005

4 DIAGNÓSTICO DE LAS INUNDACIONES CON MORT.

4.1 Diagnóstico de las inundaciones con MORT.

4.1.1 Breve Descripción del Desastre

La madrugada del viernes 5 de febrero de 2010 un estruendo despertó a cientos de familias de Valle de Chalco Solidaridad, minutos después se escucharon gritos que decían: “Es el agua del canal” y el pavor se dispersó, sin embargo los habitantes poco pudieron hacer pues en minutos el agua llegó a sus casas y a un tramo de la autopista México-Puebla.

En Valle de Chalco Solidaridad se vivió una catástrofe anunciada. Se tenía el antecedente del 2 de junio del año 2000, cuando se reventó el Canal de la Compañía a la altura del Puente Rojo. En esa ocasión, aunque no afectó a la autopista, inundó varias colonias del municipio colindante de Ixtapaluca.

Las pertenencias de los habitantes se perdieron, esta vez el entonces gobernador del Estado de México y actual presidente de la República, Enrique Peña Nieto estimó un aproximado de 10 mil damnificados, dos mil viviendas dañadas y 361 negocios, principalmente de las colonias San Isidro, Avándaro y el Triunfo. La Comisión Nacional del Agua (Conagua) declaró que todo se salió de control después de las lluvias atípicas mostradas en la Figura 5-4.

Muchos afectados optaron por refugiarse en las iglesias como la de San Miguel Arcángel donde durmieron, comieron y en algunos casos fueron atendidos médicamente en el dispensario.

En esa ocasión la Conagua, encabezada entonces por José Luis Luege Tamargo, reconoció lo difícil que sería reparar la fisura. Toda vez que el boquete se hizo más grande el 7 de febrero.



Figura 4.1 Lluvias en los estados hasta el 4 de febrero de 2010

Desde el 3 de febrero CENAPRED reportó que el frente frío 28 afectaba a gran parte del territorio nacional. En Chihuahua una persona falleció por hipotermia, mientras que en Nayarit el viento derribó la carpa de un circo, con saldo de un muerto y 11 heridos. En Michoacán 170 casas se anegaron; en el municipio de Tuxpan por el desbordamiento del río Taximaroa 100 familias fueron desalojadas. En el Distrito Federal, las ráfagas de viento derribaron 50 árboles, sin que se reportaran lesionados. En Jalisco y Estado de México cayeron anuncios panorámicos y postes. La previsión meteorológica es que persistirá el temporal hasta el viernes 5 de febrero; sin embargo, se anunció que el frente frío 29 comenzó a generarse.

El 4 de febrero CENAPRED reportó lo siguiente: Aire tropical con alto contenido de humedad interacciona con la corriente de chorro, favoreciendo nubosidad importante en el centro, oriente y sur del territorio nacional.

Frente frío 29 sobre el noreste del país, y la masa de aire frío que se le asocia interaccionan con la corriente de chorro en la altura, propiciando evento invernal en el noroeste y norte del país, además de aumento de nublados, viento y lluvia fuerte en el noreste del país.

Para el 5 de febrero CENAPRED reportó: Frente frío 29 sobre el oriente del golfo de México y península de Yucatán, y la masa de aire que le origina, interaccionan con la corriente de chorro en la altura, ocasionando nublados frecuentes en el centro-oriente y sureste del país.

Aire tropical con escaso contenido de humedad se presenta en el occidente y sur del territorio nacional, ocasionado cielo mayormente despejado y recuperación de las temperaturas.

4.1.2 Consecuencias de la Inundación

La magnitud de la inundación en términos de daños y pérdidas por la inundación se resume a detalle en la Tabla 4.1 en términos de salarios mínimos y millones de pesos, el anexo 1 describe otros detalles de las consecuencias de la inundación.

Tabla 4.1 Estimación de daños tangibles directos en zona habitacional ocasionados por la inundación de febrero de 2010 en Valle de Chalco Solidaridad, (DÍAZ-Delgado; 2012)

AGEB	Pob. (hab)	Número de Viviendas	Densidad (hab/viv)	Área total (ha)	Área afect. (ha)	Área afect. (%)	Pob. afect. (hab)	Viv. Afect.	Costo escenario 1 (miles de salarios mínimos)			Costo escenario 2 (miles de salarios mínimos)		
									min	max	mp	min	max	mp
1	2898	695	4.2	12.48	3.31	30	876	209	91.9	160.7	102.0	83.7	146.3	92.9
2	2889	666	4.3	13.86	7.50	50	1432	333	146.4	256.0	162.5	129.7	226.6	143.9
3	3497	805	4.3	10.28	1.02	10	346	81	35.6	62.3	39.5	32.5	56.8	36.7
4	3818	909	4.2	19.17	8.15	42	1604	382	168.0	293.7	186.4	150.4	262.8	166.8
5	2018	489	4.1	12.89	2.42	19	381	93	40.9	71.5	45.4	36.1	63.0	40.0
6	1620	390	4.1	7.52	6.91	42	1491	355	156.1	272.9	173.2	142.3	248.8	157.9
Global	16740	3954	4.2	76.20	29.31	38.5	6130	1453	638.9	1117.1	709.0	574.7	1004.3	638.2

AGEB: Área GeoEstadística Básica
Claves AGEBS: 1) 151220001064A, 2)1512200010334, 3)1512200010758, 4)1512200011084, 5)151220001071A, 6)1512200010781

Índice de marginación	Modelo utilizado	Costo en salarios mínimos por vivienda
Muy alto	$DDH_{max} = 247.63 \ln(h) + 668.44$	768.79
	$DDH_{min} = 141.36 \ln(h) + 382.45$	439.69
	$DDH_{mp} = 156.92 \ln(h) + 424.33$	487.91

DDH_{max}: Daños directos en zona habitacional (Costo máximo); DDH_{min}: Daños directos en zona habitacional (Costo mínimo); DDH_{mp}: Daños directos en zona habitacional (Costo más probable); Ln(h): Logaritmo natural de la altura máxima de agua alcanzada en la inundación.

Escenario 1: $h_1=1.50$ m (altura homogénea de inundación al interior de los inmuebles en todas las AGEBS anegadas)
Escenario 2: h_2 =variable para cada AGEB (altura gradualmente variada de inundación en función de la ubicación en las AGEBS anegadas) (AGEB₁: $h_1=1.34$ m; AGENB₂: $h_2=1.12$ m; AGENB₃: $h_3=1.36$ m; AGENB₄: $h_4=1.20$ m; AGENB₅: $h_5=1.09$ m; AGENB₆: $h_6=1.35$ m)

Salario mínimo considerado: 53.19 \$/día
Evaluación de costos bajo el escenario 1 (millones de pesos):
Mínimo: 33.98 Máximo: 59.42 Más probable: 37.72

Evaluación del costo más probable bajo el escenario 2 (millones de pesos):
Mínimo: 30.57 Máximo: 53.41 Más probable: 33.95

Oficialmente se informó que durante la inundación no hubo pérdidas humanas que lamentar. Sin embargo, es importante mencionar que varias fuentes locales señalan que por lo menos 2 personas murieron como consecuencia de esta contingencia.

4.2 ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE “LA INUNDACIÓN DE VALLE DE CHALCO SOLIDARIDAD DEL 5 DE FEBRERO DEL 2010”

Derivado de lo anterior se presentan a continuación cada etapa de la metodología planteada en el **CAPÍTULO 3** para el diagnóstico del desastre, así como los resultados más relevantes que se obtuvieron de cada etapa del análisis y diagnóstico del desastre mediante la utilización del software HÍBRIDO ocurrido en Valle de Chalco Solidaridad el 5 de febrero del 2010.

4.2.1 Recopilación de la Información Relevante a la Inundación

La etapa de recopilación de información de la metodología planteada se muestra en la Figura 4.2

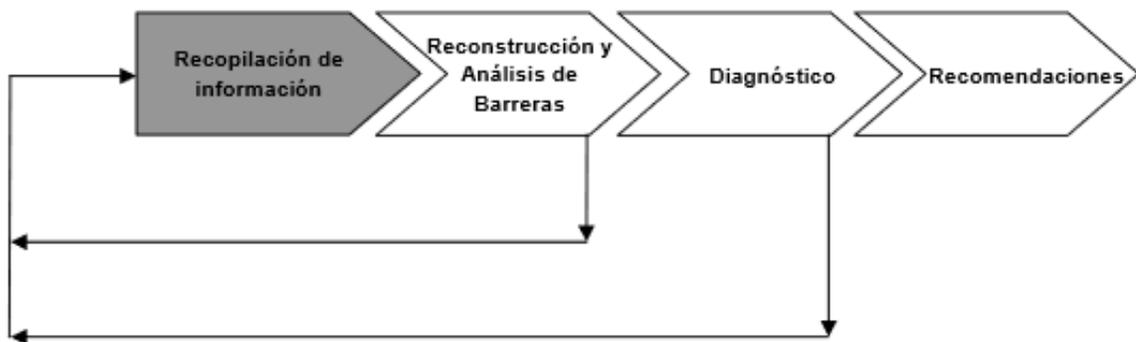


Figura 4.2 Etapa de Recopilación de Información, (Autoría propia; 2015).

Durante esta etapa, se recopiló información relevante al desastre; las fuentes de información fueron muy diversas, desde notas periodísticas hasta reportajes especiales, así como documentos emitidos por organizaciones oficiales. La Tabla 4.2 resume algunas de las principales fuentes consultadas.

Tabla 4.2 Fuentes consultadas en el diagnóstico de La inundación de Valle de Chalco Solidaridad del 2010, (Autoría propia; 2015).

TIPO DE FUENTE DE INFORMACIÓN	Referencia
Notas periodísticas, Reportajes especiales, noticieros.	http://mexico.cnn.com/ http://www.jornada.unam.mx/ http://www.eluniversal.com.mx/ http://eleconomista.com.mx/ http://www.oem.com.mx/ http://www.wradio.com.mx/ http://www.letraslibres.com/ http://www.el-mexicano.com.mx/ http://www.informador.com.mx/ http://www.planetaazul.com.mx/ http://result.televisa.com/ Entre muchos otros.
Documentos emitidos por organismos oficiales, tales como: CENAPRED, Protección Civil, Comisión Nacional del Agua, etcétera.	http://www.cenapred.unam.mx/es/ http://www.proteccioncivil.gob.mx/ http://www.conagua.gob.mx/ http://smn.cna.gob.mx/ http://www.sedesol.gob.mx/ http://www.inegi.org.mx/ http://www.ciiemad.ipn.mx/Paginas/Inicio.aspx http://edomex.gob.mx/hidrografia_oroграфия.html Entre muchos otros.
Libros	West, et al. (1985).
Visitas	Visita a campo: Se visitó la zona siniestrada en Valle de Chalco y se sostuvieron pláticas para tratar de recopilar experiencias de la ciudadanía.

4.2.2 Reconstrucción y Análisis de Barreras

4.2.2.1 Reconstrucción

La etapa de reconstrucción de eventos de la metodología se muestra en la Figura 4.3

En este subtema se presenta una reconstrucción de los eventos de los principales hechos ocurridos en La Inundación de Valle de Chalco Solidaridad del 2010 mediante el uso de una cronología de eventos, La crisis de la inundación comenzó a partir del 5 de febrero del 2010 y continuo por al menos 2 semanas. La secuencia de eventos del desastre se presenta como ya se mencionó en forma de una cronología.

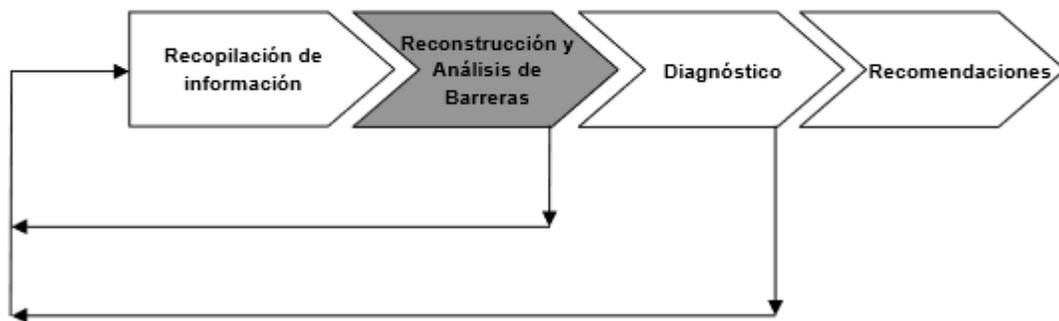


Figura 4.3 Etapa de Reconstrucción y Análisis de Barreras, (Autoría propia; 2015).

Tabla 4.3 Cronología de eventos de La Inundación de Valle de Chalco del 2010

FECHA	EVENTOS
Miércoles 3 de febrero del 2010	CENAPRED reportó que el frente frío 28 afectaba a gran parte del territorio nacional. En el Distrito Federal, las ráfagas de viento derribaron 50 árboles, sin que se reportaran lesionados.

	<p>En Jalisco y Estado de México cayeron anuncios panorámicos y postes.</p> <p>En Chihuahua una persona falleció por hipotermia.</p> <p>En Michoacán 170 casas se anegaron.</p> <p>En Navarrit el viento derribó la carpa de un circo, con saldo de un muerto y 11 heridos.</p> <p>En el municipio de Tuxpan por el desbordamiento del río Taximaroa 100 familias fueron desalojadas.</p> <p>La previsión meteorológica es que persistirá el temporal hasta el viernes 5 de febrero; sin embargo, se anunció que el frente frío 29 comenzó a generarse</p>
<p>Jueves 4 de febrero del 2010</p>	<p>Se reporta que en un lapso de 48 horas de lluvia ininterrumpida, cayeron 36 millones de m³ de agua en el Distrito Federal.</p> <p>El fenómeno, atípico; no ocurría en febrero desde 1989. Según el jefe de gobierno.</p> <p>En la avenida Guelatao de Iztapalapa. 650 familias de las unidades habitacionales Peñón de Marqués y Lienzo Charro resultaron afectadas por las inundaciones. También se reportaron en la ciudad cortes de electricidad, la caída de 185 árboles y la suspensión del servicio en varias estaciones del Metro, por el temporal.</p> <p>Marcelo Ebrard declara a la capital del país en emergencia por colapso del drenaje profundo debido a la lluvia constante en la ciudad de México.</p>

	<p>12 mil desalojados en Venustiano Carranza.</p> <p>Zonas colapsadas en Iztapalapa y GAM.</p> <p>Múltiples apagones en el Estado de México.</p> <p>Se desbordan tramos del rio de los remedios que provoca inundaciones en 4 mil viviendas en Ecatepec y Nezahualcóyotl y afecta entre 15 y 20 mil personas, el Gobernador Enrique Peña Nieto pide apoyo extraordinario para enfrentar la emergencia.</p> <p>Una nevada en el parque nacional La Malinche, en el municipio de San José Teacalco, Tlaxcala, en la entidad se han reportado lluvias y granizadas que han afectado principalmente a poblados asentados en las faldas del volcán Matlalcuéyatl.</p> <p>6 muertos, 10 mil afectados y cientos de casas destruidas en Michoacán, donde se solicita declarar a dos municipios como zona de desastre.</p> <p>Miles de hectáreas de cultivo afectadas en todo el país.</p> <p>Inundaciones, desbordamientos, accidentes y deslaves en varios estados.</p>
Viernes 5 de febrero del 2010	INUNDACIÓN DE VALLE DE CHALCO

4.2.2.2 Análisis de Barreras

Una vez realizada la reconstrucción de los eventos ocurridos durante la inundación, se llevó a cabo el análisis de barreras con la ayuda del tutor utilizando la Tabla 3-1 mostrada en el **CAPÍTULO 3**. La Tabla 4.4 presenta los resultados de este análisis; en la tabla mencionada se puede observar que se han identificado seis “flujos de energía” para este caso (pudiendo ser mas). En esta subtema y por cuestiones prácticas solo se presentan los resultados relevantes de dos flujos de energía (“Basura” y “Flujo de agua anegante”; estos flujos de energía han sido marcados de color rojo en la Tabla 4.4).

Tabla 4.4 Análisis de barreras para el caso Valle de Chalco Solidaridad, (Autoría propia; 2015).

Flujo de Energía o agente nocivo, condición adversa del ambiente	Objetivo Persona u objeto vulnerable	Barreras y Controles para separar energía y objetivo
1- Corrupción, Abuso de Poder y Autoridad.	Población, Comunidad en General.	Leyes, Reglamentos, Procedimientos, Códigos de Conducta, etc.
2- Flujo de Agua Anegante.	Población, Bienes, Comunidad, etc.	Diques, Bordos, Protecciones e Infraestructura de Control Hidráulico, etc.
3- Escasez, Carestía.	Industria, Escuelas, Población, etc.	Planes y Programas de Contingencia, Reservas Estratégicas, etc.
4- Abusos, Robos.	Sociedad en General.	Policía, Fuerzas Armadas, Cultura, etc.
5- Basura, Contaminación.	La Ciudadanía, Comunidad en General.	Servicios de Recolección, Limpia y/o Programas de Protección Ambiental.
6- Enfermedad, Epidemias.	Comunidad, Flora y Fauna.	Salubridad, Cruz Roja Internacional, Sector Salud, Programas de Protección Epidemiológica, etc.

A continuación, se describe muy brevemente los flujos de energía. El flujo de energía “Basura” se identificó como un factor muy importante para ser explorado en el análisis. El otro flujo analizado con el modelo es el de “Agua anegante”, el cual en pocos minutos inhabilito la carretera México-Puebla y afectó de inmediato a los habitantes de las colonias que ya se han mencionado. Ambos flujos de energía (así como los mostrados en la Tabla 4.4) fueron considerados como los factores determinantes en lo que resultó una de las peores inundaciones en la corta historia del Valle de Chalco en los últimos 15 años.

4.2.3 Diagnóstico

La Figura 4.4 ilustra la etapa de diagnóstico de la metodología.

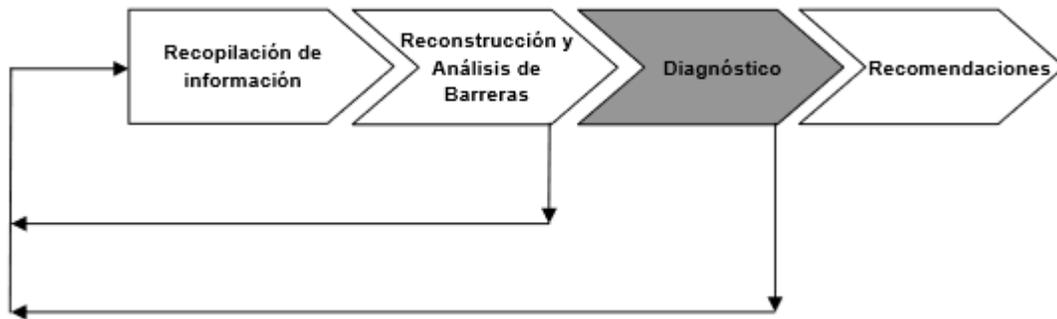


Figura 4.4 Etapa de Diagnóstico, (Autoría propia; 2015).

A continuación, se presentan los resultados del análisis y diagnóstico de la inundación para los dos casos de flujo de energía mostrados en la Tabla 5-4 en color rojo. El código de colores usado para el diagnóstico es como se presenta nuevamente a continuación: a) **Rojo**, donde es encontrado un problema; b) **Verde**, donde una cuestión ha sido juzgada satisfactoriamente; y c) **Azul**, para indicar donde se piensa que un asunto es relevante, pero no se tiene suficiente información para evaluarlo adecuadamente.

4.2.3.1 Flujo de Energía 2: “Flujo de Agua Anegante”

Los resultados del diagnóstico para este flujo de energía se ilustran a partir de la Figura 4.5

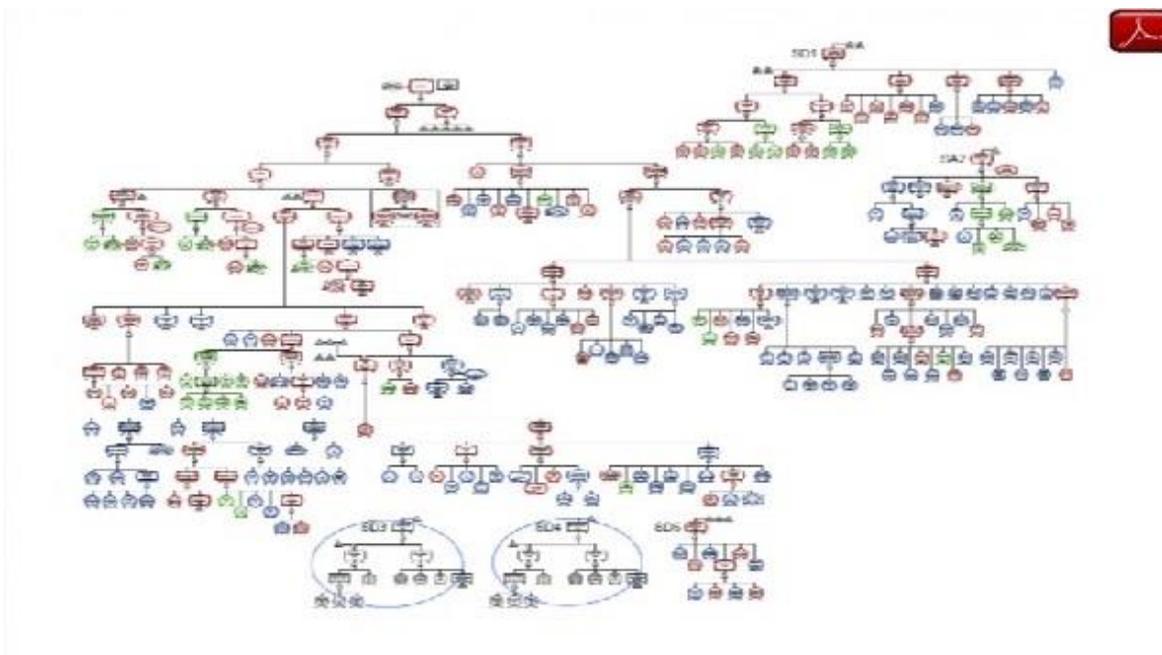


Figura 4.5 Resultados del Diagnóstico para el Flujo Agua Anegante, (Autoría propia; 2015).

Un ejemplo de una rama del árbol mostrado en la Figura 4.5 se muestra en la Figura 4.6 que ilustra las deficiencias que se encontraron cuando se evaluaron los eventos que conducen a las deficiencias de la rama "SD1-a1: Información Técnica MAA".

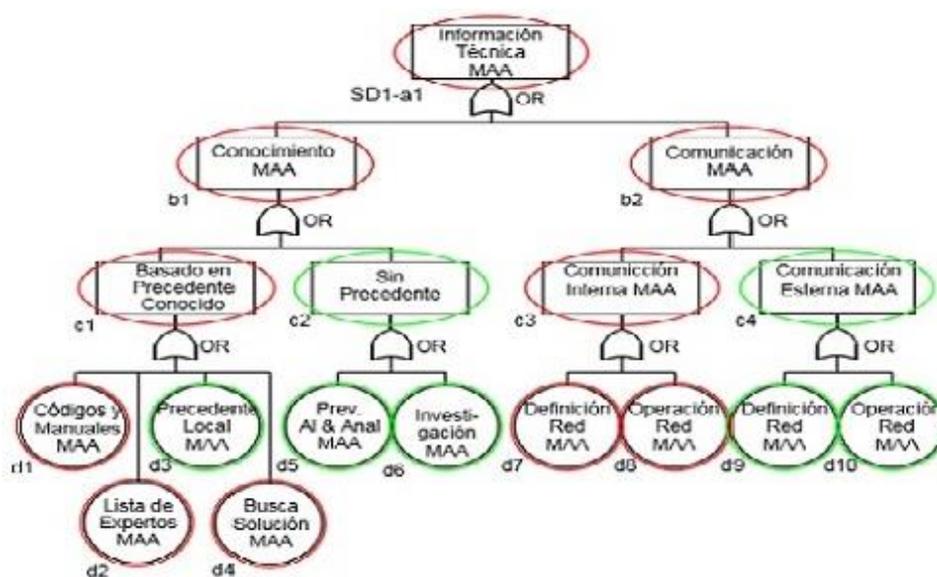


Figura 4.6 Rama Información Técnica MAA, (Autoría propia; 2015).

4.2.3.2 Flujo de Energía 5: “Basura”

La Figura 4.7 muestra los resultados para este flujo de energía. Al igual que en el caso anterior se usaron los criterios de colores para evaluar las deficiencias y/o omisiones para este flujo de energía.

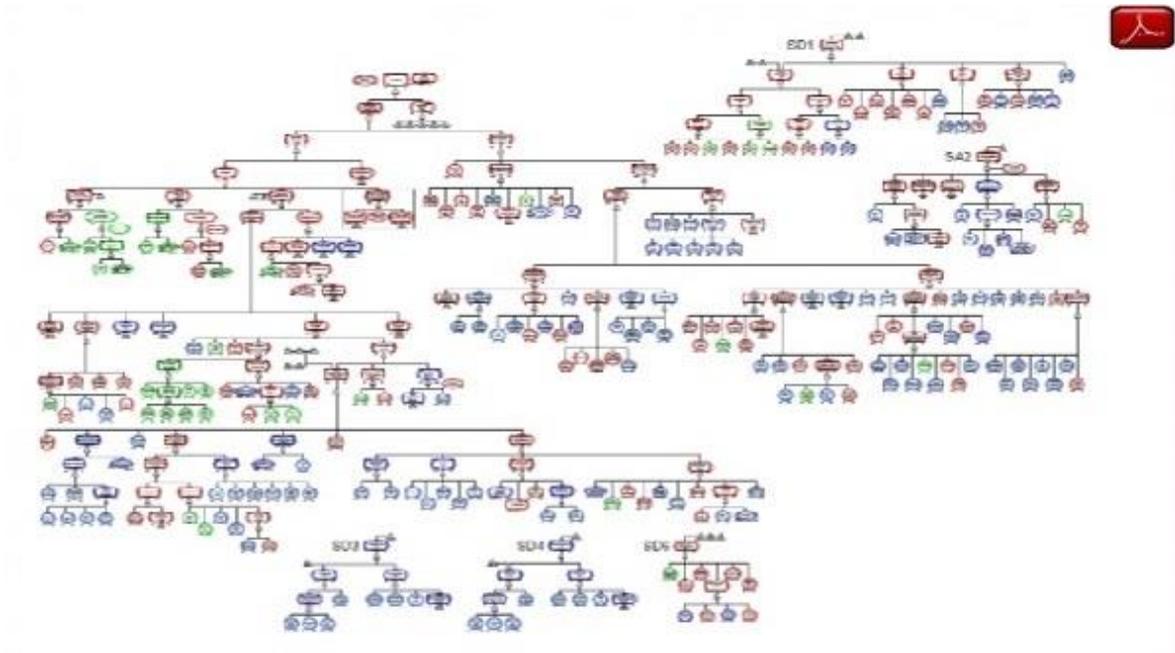


Figura 4.7 Resultados del Diagnóstico para el Flujo Basura, (Autoría propia; 2015).

Una rama de la Figura anterior se muestra en la Figura 4.8 El evento identificado como "flujo de energía nociva" de donde se puede apreciar que la Sub-rama identificada como "a-Flujo de Energía Funcional" se ha evaluado como "satisfactorio" (color verde).

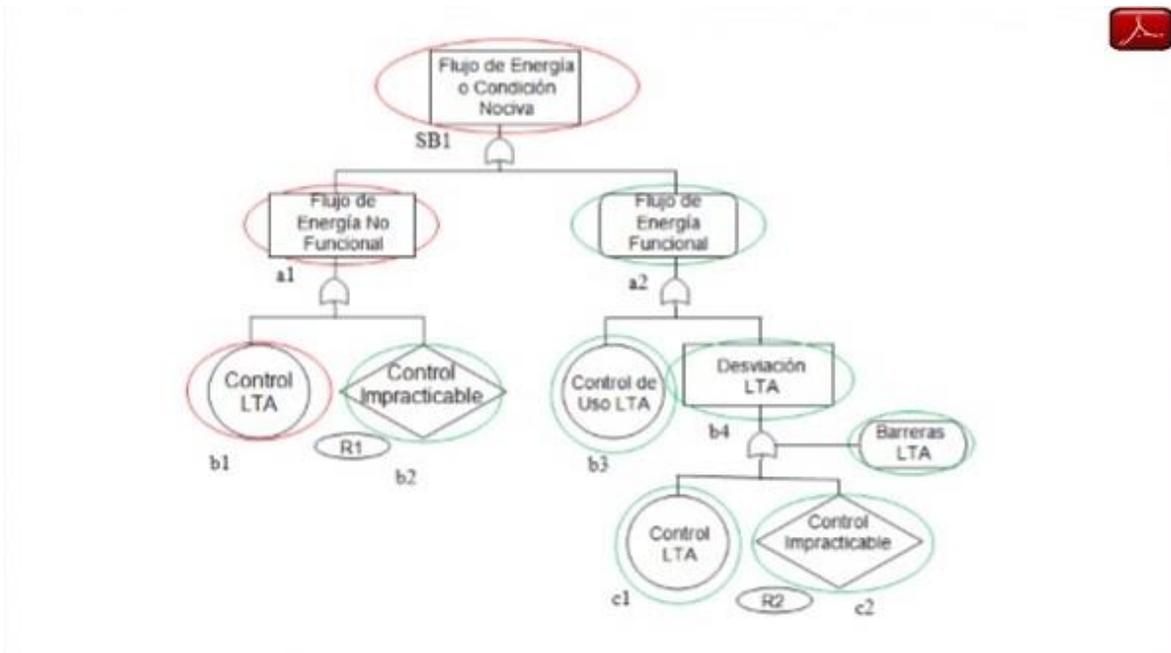


Figura 4.8 Rama Flujo de Energía o Condición Nociva, (Autoría propia, 2015)

A continuación, se presentan algunos ejemplos del proceso de diagnóstico del presente caso.

4.2.3.3 Algunos ejemplos del Proceso de Diagnóstico de “La Inundación de Valle de Chalco del 5 de febrero del 2010”

“Flujo de energía potencialmente dañino”

El flujo de “Agua Anegante” y “Basura”; ambos son considerados como energías dañinas. La insuficiencia de las defensas contra inundaciones para controlar las inundaciones, por ejemplo el "sistema hidráulico" para drenar la zona fue deficiente.

“Barreras”

Infraestructura hidráulica, Diques, Bordos así como otro tipo de controles fueron superados por el flujo de agua aunado al escaso mantenimiento de la

infraestructura y a carencia de la misma para mantener el agua bajo control. No existieron barreras adecuadas para detener el flujo de agua y/o mitigar la anegación.

"Personas u Objetos Vulnerables"

La población en general, escuelas, infraestructura carretera, casas, etcétera fueron expuestas a las inundaciones. Los planes de evacuación fueron deficientes; por ejemplo, no había refugios suficientes en el momento de la inundación.

"Desviación"

Durante la anegación, debía detenerse o al menos mitigar los efectos del flujo de agua sobre la comunidad. Diques y bordos fueron superados. Infraestructura inconclusa, Planes, Programas y Simulacros contra inundaciones, carentes y/o inadecuados.

"Basado en Precedente Conocido"

Han existido inundaciones de menor magnitud en el pasado, por ejemplo la inundación del 2000; además, del hecho de que Valle de Chalco Solidaridad es vulnerable a inundaciones por su ubicación geográfica. Sin embargo, no se ha aprendido de ellas y no se le ha dado un seguimiento a los programas de reordenamiento urbano.

"Inspecciones rutinarias MAA"

Deficiencias en el sistema de inspección de la infraestructura física instalada para controlar las inundaciones. Además, no hay evidencia de una inspección a los proyectos de infraestructura hidráulica. Si hubiera habido un programa efectivo de inspección seguramente se hubieran identificado las deficiencias que se tuvieron durante las inundaciones.

"Información Técnica"

Deficiencias o falta de recopilación y análisis de datos relacionados con riesgos de inundación. Este proceso pudo haber contribuido a la identificación de

peligros y los riesgos de inundación; esto pudo haber facilitado el proceso de toma de decisiones en relación a sus posibles repercusiones sociales y económicas.

"Falla en Actuar"

El impacto de la anegación pudo haberse mitigado o incluso evitando si las autoridades responsables hubiesen actuado a tiempo. En primer lugar, se sabe muy bien que el Municipio de Valle de Chalco Solidaridad es vulnerable a riesgos de inundaciones, así como evidencias pasadas de inundaciones. Sin embargo, no se actuó a tiempo, es decir no existe la cultura de prevención.

"Presupuesto"

Conflictos de interés en relación al presupuesto, otras fuentes mencionan que parte del dinero se fue en el gasto corriente de autoridades. Lo anterior muestra la carencia de un sistema efectivo de seguimiento de los programas de infraestructura hidráulica.

"Fuente de Energía"

Deficiencias o inexistencia, por ejemplo, de un sistema integrado de monitoreo para controlar las precipitaciones, niveles de las presas, ríos, etcétera. Esta información combinada con los datos del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), podrían haber ayudado a proporcionar pronósticos de área local sobre la posibilidad de inundaciones y su probable severidad.

4.2.4 Recomendaciones

Figura 4.9 muestra la última etapa de la metodología planteada para el diagnóstico de desastres.

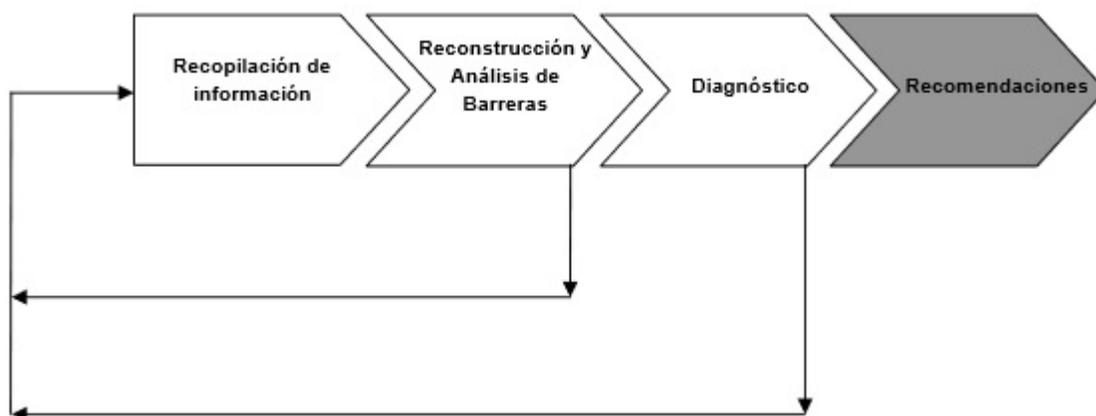


Figura 4.9 Etapa de Recomendaciones, (Autoría propia; 2015).

En esta etapa de recomendaciones, se presentan las lecciones aprendidas del proceso de diagnóstico que se llevó a cabo para el caso de La Inundación de Valle de Chalco del 5 de febrero del 2010. Como se mencionó en el **CAPÍTULO 3**, los conceptos de "Vulnerabilidad global" propuestos por Wilches-Chaux; (1998) han sido adoptados para sintetizar los resultados más importantes. La Tabla 4.5 sintetiza las lecciones aprendidas.

Tabla 4.5 Lecciones aprendidas en el contexto de los focos de "Vulnerabilidad Global", (Autoría propia; 2015).

Vulnerabilidad	Descripción
Física	Falta de infraestructura hídrica adecuada y suficiente. Construcciones en zonas de riesgo de inundación. Asentamientos irregulares. Nula planeación urbana.
Económica	Plan de desarrollo deficiente o inadecuado.

	<p>Insuficiente o nulo presupuesto a programas de investigación sobre riesgos de inundación, ingeniería civil.</p> <p>Alta dependencia en tecnología extranjera.</p>
Social	<p>Deficiencias de un seguimiento a programas hídricos.</p> <p>Falta de liderazgo.</p> <p>Falta de coordinación entre las principales organizaciones involucradas en los programas hídricos, por ejemplo: Conagua, gobierno local, CFE, Protección civil.</p> <p>Inexistencia de un sistema de alerta contra inundaciones.</p>
Política	<p>Carencia de una política de prevención en todos los niveles de gobierno (federal, estatal y local), ya que Valle de Chalco Solidaridad se encuentra en una zona propicia a inundaciones.</p> <p>Falta de una política de incorporación de evaluación de riesgos de inundación en el proceso de toma de decisiones.</p> <p>Falta de una política de la creación de infraestructuras resilientes ante inundaciones.</p> <p>Bajo nivel de transparencia.</p>
Técnica	<p>Inexistencia, por ejemplo, de un sistema integrado de monitoreo para controlar las precipitaciones, niveles de las presas, ríos, etcétera. Esta información combinada con los datos del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), podrían haber ayudado a proporcionar pronósticos de área local sobre la posibilidad de inundaciones y su probable severidad.</p>

	<p>Carencia de programas, manuales, procedimientos y códigos de conducta antes, durante y después del siniestro.</p> <p>Carencia de un análisis de riesgo de inundación, ya que pudo haber contribuido a la generación de planes de protección civil, control epidemiológico, metodologías de rescate, uso de suelo así como la códigos y normas de construcción en zonas propicias a riesgos de inundación.</p>
Ideológica	<p>No se le dio la suficiente importancia a la conformación del terreno y ni el gobierno ni la población esperaban lluvias de tal magnitud. No se reconoce de manera adecuada la capacidad de transformación del mundo, de los procesos propios de la tierra; esto es la "tierra está en constante movimiento". Además, no existió una cultura de investigación científica y de crear tecnología propia adecuada y suficiente para crear resiliencia ante tales eventos. Por otro lado, hoy en día en muchos sectores de la sociedad atribuyen dichos eventos a poderes divinos. Finalmente, no se integra el conocimiento científico con el sentido religioso.</p>
Cultural	<p>Se dio poca importancia a riesgos de inundación a pesar de que Valle de Chalco Solidaridad se encuentra en una zona de alto riesgo de inundación.</p> <p>Falta de cooperación, coordinación y solidaridad en temas de carácter preventivo por parte de las autoridades locales y federales.</p> <p>Los medios de comunicación se consideran en esencia tendenciosas, actuando de forma unilateral, en un solo sentido, sin mecanismos que permitan una interacción del receptor con el medio que hace y vende la información. En general, se percibe que la información en los medios masivos</p>

	de comunicación contribuye a consolidar una sensación de impotencia ante los desastres y no propician una cultura preventiva.
Educativa	<p>No se aprendieron de las lecciones de otras inundaciones ocurridas en años anteriores, por ejemplo las ocurridas en el año 2000. Además, de eventos similares ocurridos en otros municipios.</p> <p>Carencia de programas, manuales, procedimientos y códigos de conducta antes, durante y después de una inundación.</p> <p>No se incorporaron de manera explícita y formal temas de educación para qué hacer antes, durante y después de una inundación en la enseñanza escolar. (Procesamiento de la información con el propósito explícito de reducir la vulnerabilidad).</p>
Ecológica	<p>Carencia de un control adecuado de la expansión urbana.</p> <p>Carencia de programas de desarrollo sustentable.</p> <p>Deforestación y contaminación de ríos.</p>
Institucional	Manejo inadecuado del presupuesto (desvío de fondos, carencia de transparencia).

4.3 RESUMEN FINAL

En el desarrollo de esta tesis se presentaron, en algunos casos, solo breves descripciones de toda la información relacionada así como del Municipio de Valle de Chalco Solidaridad, entre otros su hidrografía y pluviometría con la finalidad de tener un contexto de la información relevante para el análisis y diagnóstico de la inundación. Se describió el proceso de análisis y diagnóstico de dicho desastre mediante la aplicación del software SADRI. Dada la cantidad de eventos que se

evaluaron no fue viable presentar todos los eventos evaluados en este trabajo por lo cual se decidió presentar solamente dos flujos de energía.

Una de las limitaciones del análisis y diagnóstico descrito en el último capítulo ha sido la alteración de la información. Esto sin lugar a duda limitó la obtención de una mayor claridad de las deficiencias que se tuvieron al momento de la inundación.

5 DESARROLLO DE SADRI

En este apartado se muestra la aplicación de la metodología “*Rational Unified Process*” (RUP) para la construcción del Software de Análisis y Diagnóstico de Riego de Inundación (SADRI), basado en el enfoque de sistemas.

La metodología RUP tiene características esenciales como son: utilización de Unified Modeling Language (UML), modelado de negocios, requerimientos, análisis, diseño, implementación, pruebas y entrega, proceso centrado de arquitectura, proceso interactivo e incremental, estructura de métodos, estructura estática, conjuntamente, se realiza en un ciclo de vida de cuatro fases; a) Inicio, b) Elaboración, c) Construcción y, d) Transacción (Belloso, 2009).

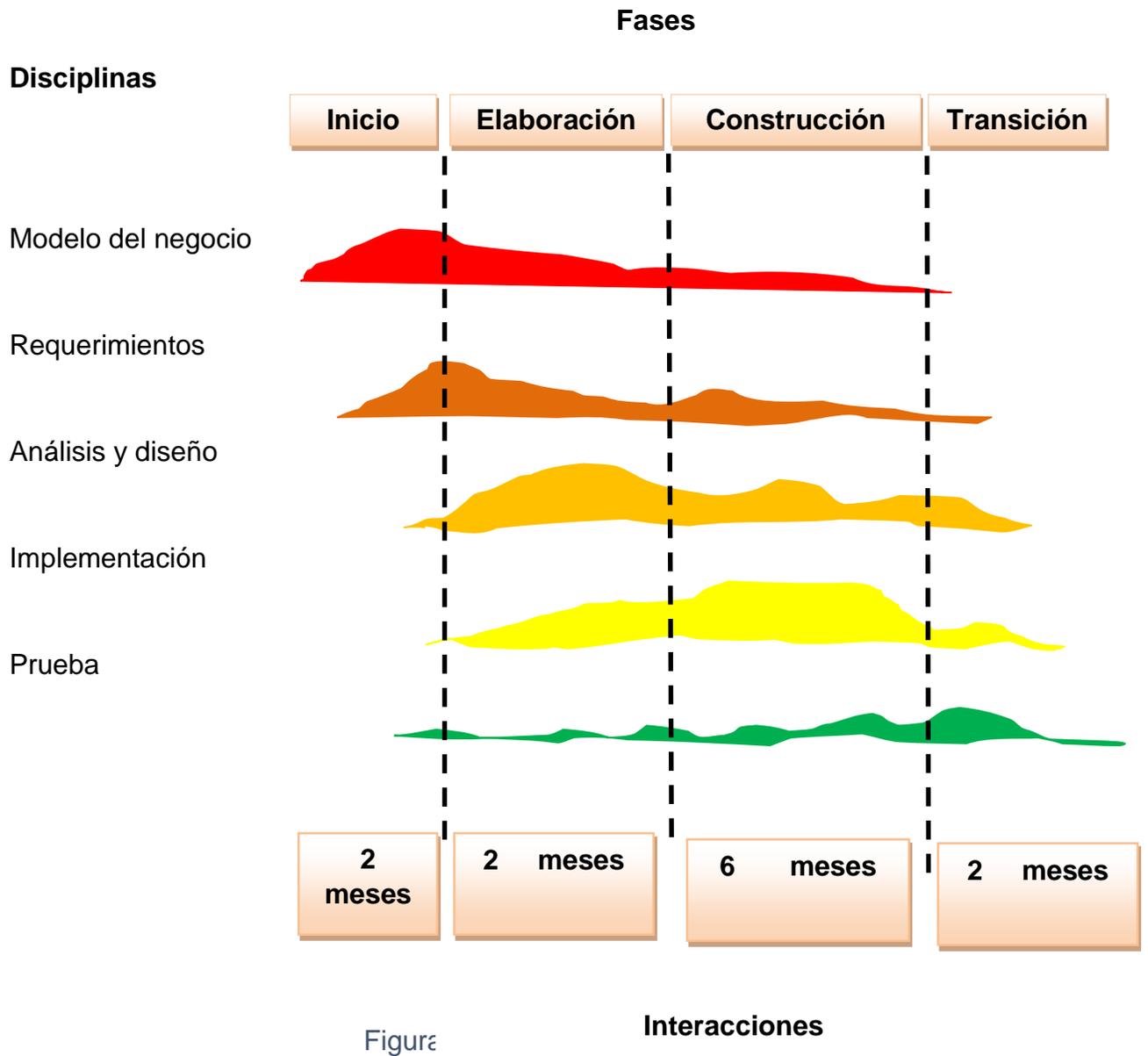
En el proceso de construcción con la metodología RUP, se identifican, entre otras cosas, la importancia del sistema, los actores principales, los paquetes que lo conforman, el plan de negocios y la interacción del usuario con el sistema. Para lo anterior, se elaboraron diagramas de caso de uso, de entidad relación, diagrama de contexto, diagramas de procesos, de clases, de actividades, diagrama secuencias, todo estos, durante el proceso de análisis y diseño del sistema.

Practicando las actividades que requiere RUP se realizó lo siguiente.

Objetivo: Construcción de software para análisis de riesgo de inundación.

Alcances: El proceso de desarrollo de software basado en la metodología RUP permitirá el modelado de negocios, requisitos, análisis y diseño, implementación, prueba, despliegue así como el flujo de control del proyecto.

Flujo de proceso: La organización de los proceso de la metodología RUP integran las fases, disciplinas e interacciones de las actividades que se llevarán cabo durante la construcción del sistema de automatización (ver figura 5.1).



5.1 FASE DE INICIO

Durante esta fase, se muestra el modelado de negocio y los requerimientos del sistema, donde se comienza la construcción conociendo la estructura hacia la implementación del sistema.

5.1.1 Modelo del negocio

Se pretende establecer la planificación de los beneficios de organizaciones, mediante la implementación del sistema SADRI, generando un valor importante en la administración del riesgo de inundación de comunidades.

El software llamado SADRI, pretende establecer la integración de un sistema de análisis de riesgos de inundación para comunidad susceptibles a sufrir este tipo de desastre, tendrá una relación con el usuario principalmente en el caso de riegos, que permite evaluar los eventos ocurridos dentro de fenómenos naturales de este tipo.

Definición del problema: A lo largo de la historia de la humanidad, los desastres naturales han causado muerte y sufrimiento y su ocurrencia se incrementado de una manera alarmante en todo el mundo. Durante las últimas dos décadas han causado la muerte de millones de personas, y afectado la vida de al menos mil millones de personas (United Nations Development Programme, 2004) (United Nations Development Programme, 2005) (UNDP, 2004, 2005; ISDR, 2010; IPCC, 1995, 2001).

A pesar de numerosos estudios e investigaciones que se han llevado a cabo sobre desastres naturales; no hay evidencia de una investigación en el desarrollo de metodologías o modelos y software para el diagnóstico de los mismos.

Resumen de los stakeholders: El establecer una forma adecuada del proceso de servicio del desarrollo del sistema para el análisis de riesgo de

inundación. Es importante mencionar a cada uno de los usuarios involucrados en el proceso del proyecto, con la finalidad de establecer el conocimiento claro y preciso de las funciones que se realizan dentro de una evaluación de riesgo de inundación.

5.1.2 Contexto del sistema

Los principales usuarios es líder de la organización y el personal, quienes conocerán el procedimiento de evaluar cada uno de los eventos que tengan conocimiento en el procedimiento de SADRI. Actualmente la forma de evaluación no existe un software que evalúe los diferentes factores que pueden provocar y/o agravar un desastre de esta naturaleza.

El proceso de la metodología de trabajo está fundamentalmente orientada a objetos, para poder identificar los principales procesos de negocio se realizará un diagrama del contexto del negocio para demostrar los procesos que se llevan a cabo en la evaluación de SADRI.

El diagrama de contexto o nivel cero permite modelar el proceso principal de problema en cuestión de sus respectivas entidades, permite distinguir el sistema así como su entorno obteniendo procesos de entrada y salida, define lo que hace o no el sistema. Es un diagrama de nivel superior donde se desglosan todos los procesos que describe el proceso principal, relacionando las entidades de los mismos.



NUEVO
ANÁLISIS

Figura 5.2 Diagrama de flujo Nivel cero.

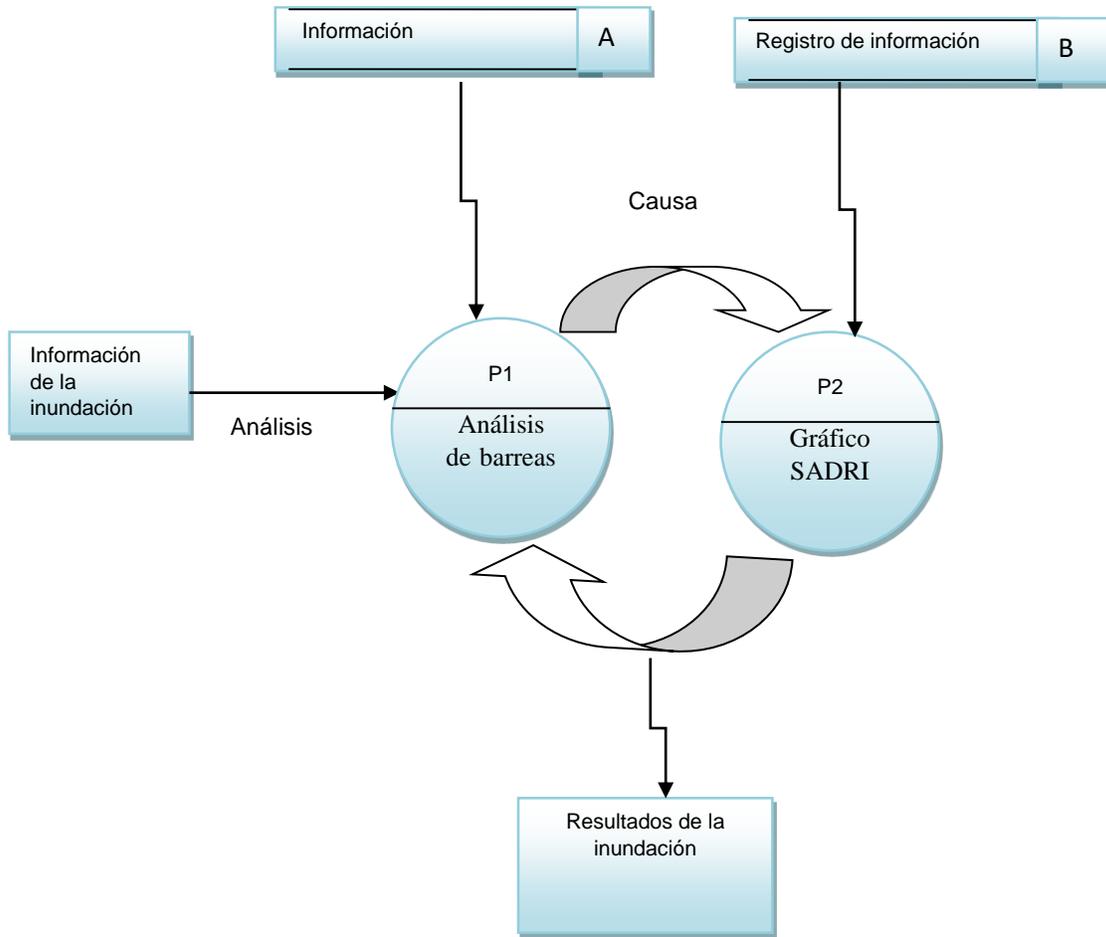


Figura 5.3 Diagrama de procesos nivel uno.

El nivel uno es donde se desglosa a detalle los procesos que se llevan a cabo en el sistema. A continuación, se muestra el primer procedimiento; el análisis de barrera y posteriormente el procedimiento dos; la codificación del gráfico SADRI mostrando el conjunto de ramificaciones.

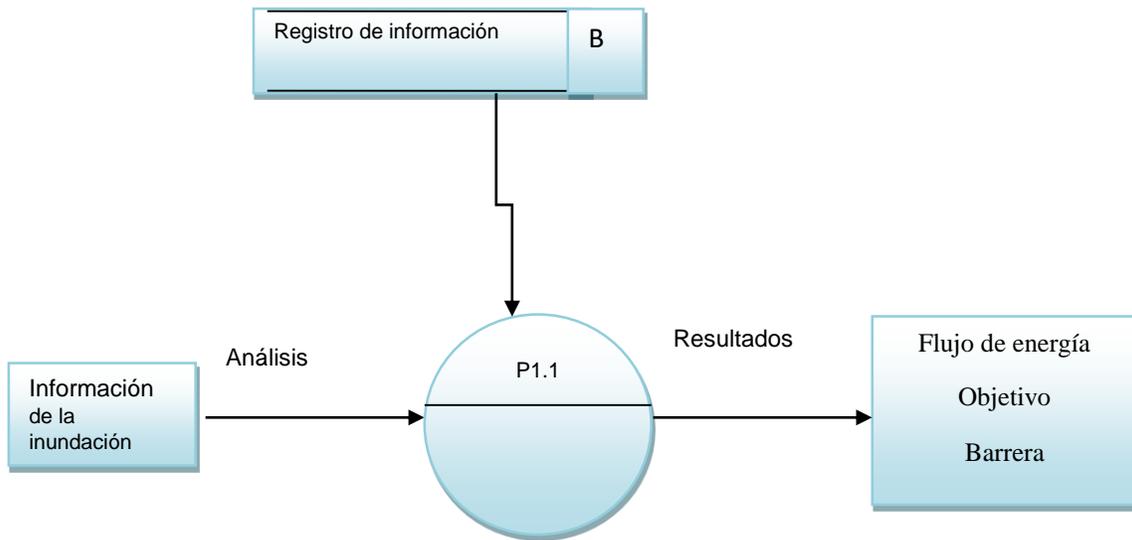


Figura 5.4 Diagrama de procesos de nivel dos P1.1 análisis de barreras

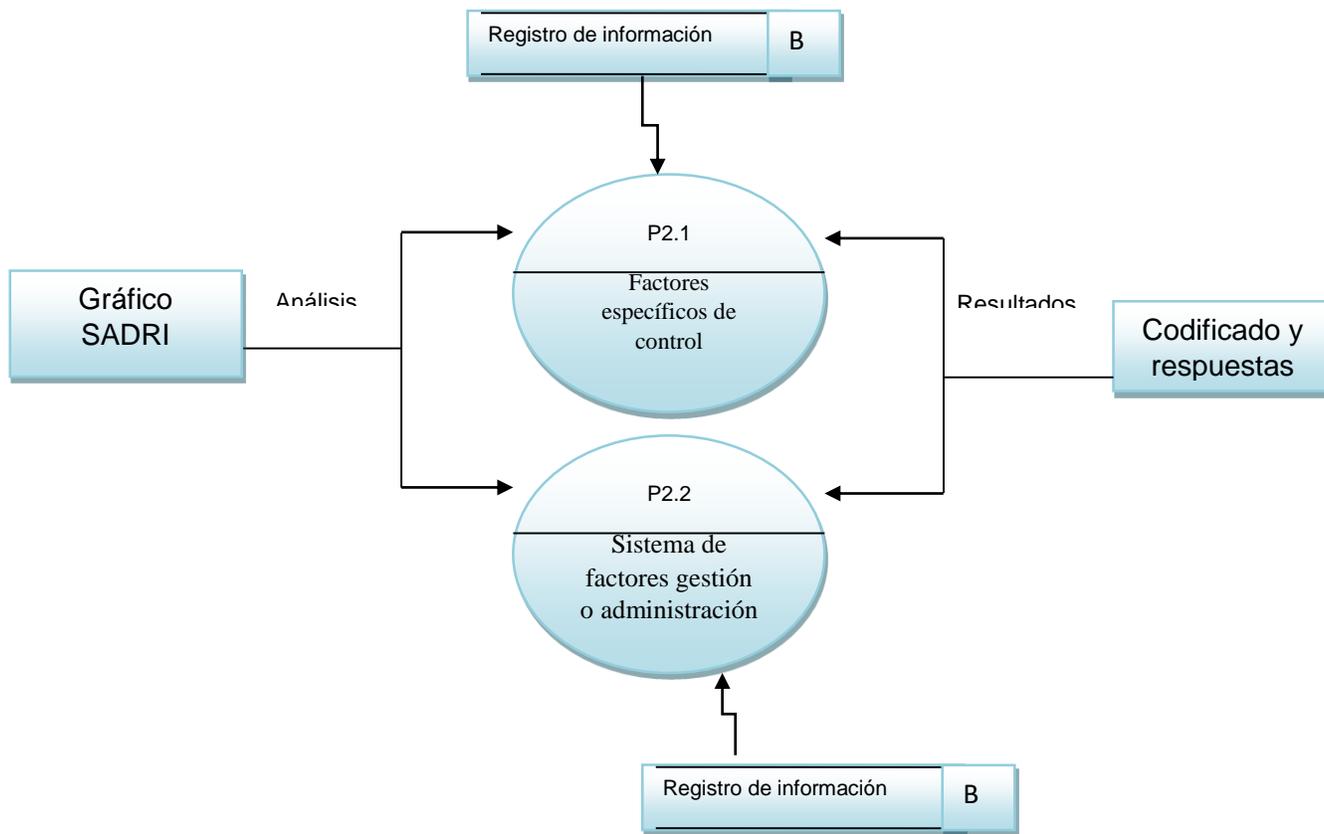


Figura 5.5 Diagrama de procesos de nivel dos P2.1 y P2.2 gráfico MORT.

Las Tablas 5.1 y 5.2, describen cada uno de los procesos involucrados en el nivel uno.

Tabla 5.1 Proceso 1 del nivel uno.

Proceso 1	Análisis de barreras
Objetivo	Guardar la información dentro de una base de datos.
Descripción	Capturar el flujo de energía, el objetivo y la barrera para después ser guardada en una base de datos y pueda ser mostrada a través de un impresión.
Prioridad	Ser registrada dentro de la base de datos.
Riesgos	Ninguno
Posibilidades	Resguardar información
Flujo de entrada	Información
Flujo de salida	Resultados de la información

Tabla 5.2 Proceso 2 del nivel uno (Autoría propia, 2014)

Proceso 2	Grafico SADRI
Objetivo	Evaluar cada una de las ramas y guardar la información a través de una base de datos.
Descripción	Se evalúa cada una de las ramificaciones a través de tres colores principales rojo, azul y verde, contestando alguna serie de preguntas las cuales se guardaran dentro de una base de datos.
Prioridad	Ser registrada dentro de la base de datos.
Riesgos	Ninguno
Posibilidades	Resguardar información
Flujo de entrada	Información
Flujo de salida	Reportes de la información

5.1.3 Requerimientos

Agilizar los procesos mediante herramientas de ingeniería de software a través de un sistema para la detención de riesgos, dentro de alguna organización, evitando la pérdida de materiales y costos de incapacidades del personal generando la detención de producción.

Algunas de las características del sistema SADRI es un sistema para el análisis de riesgos para sistemas socio-técnicos, el cual se puede utilizar a partir de Windows vista. El sistema lo conforma un conjunto de elementos permitiendo las características del mismo:

Usuario: Permite que el individuo ingrese en cualquier computadora y en donde se encuentre la instalación del sistema SADRI, para poder interactuar con el sistema.

Programación: SADRI cuenta con algunas herramientas de ingeniería del software como es Visual Studio 2012 y MySQL.

Portabilidad: SADRI es un sistema portable que se puede instalar en la plataforma Windows Vista.

Ambiente gráfico: Es un ambiente fácil de comprender, construido a través de botones, menús, colores, formas y texturas.

SADRI es un sistema que me permite evaluar riesgos socio-técnicos dentro de cualquier organización, está diseñado bajo dos procesos, el análisis de barreras donde permitirá identificar el riesgo y el gráfico SADRI en el cual codifica los eventos bajo tres colores principales rojo, azul y verde, así mismo mostrando una serie de preguntas que podrán ser respondidas por el usuario, podrá imprimir cualquiera de los procesos a través de un PDF que permitirá mostrar la información físicamente si lo desea o podrá permanecer guardada en la base de datos, para cuando este se requiera.

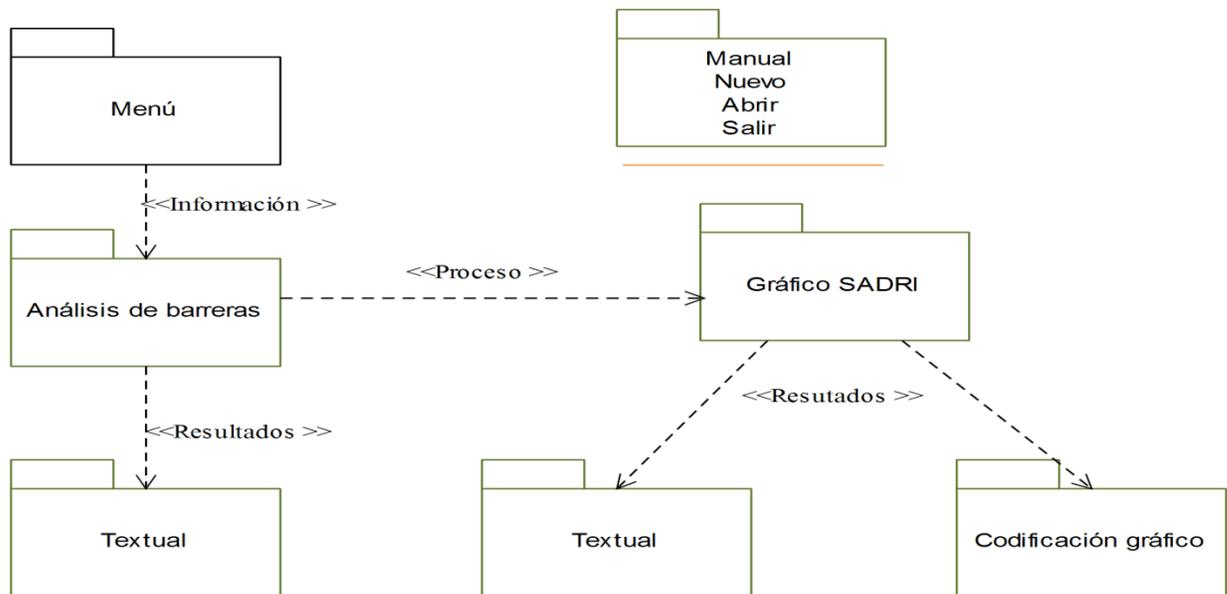


Figura 5.6 Alcances funcionales del sistema.

Los requerimientos del *software* son:

- *Windows* Vista o superior
- Manejador de base de datos *MYSQL*
- APP conector de base de datos

Los requerimientos de *hardware* son:

- 1GB de memoria
- Pantalla 1366 x 768
- Disco duro de 128GB
- Unidades de entrada CD, DVD-ROM, USB

Los requerimientos son importantes para el sistema, ya que sin ellos no podrá ser ejecutado y por esta razón provocar una inadecuada funcionalidad que además generará errores, tanto de instalación como de ejecución de cada uno de los procesos, mostrando imposibilidad de continuar.

Los requerimientos funcionales son:

- Los líderes de la organización y las personas asignadas podrán tener acceso a todas las opciones disponibles del sistema.

- El sistema permitirá que los usuarios pueda ver todos los procesos que se puedan mostrar.
- El sistema debe permitir que el administrador pueda gestionar el método.

Requerimientos no funcionales son:

- El sistema actualmente no cuenta con un *password*.
- El sistema debe ser instalado de manera correcta con los requerimientos de *software* y *hardware*.
- El sistema debe ser amigable para el usuario.

5.1.4 Caso de uso general del sistema

Los casos de uso del SADRI permiten evaluar riesgos, está diseñado bajo dos procesos, el análisis de barreras donde permitirá identificar el riesgo y el grafico SADRI en el cual codifica los eventos bajo tres colores principales rojo, azul y verde, así mismo mostrando una serie de preguntas que podrán ser respondidas por el usuario, podrá imprimir cualquiera de los procesos a través de un PDF que permitirá mostrar la información físicamente si lo desea o podrá permanecer guardada en la base de datos, para cuando este se requiera.

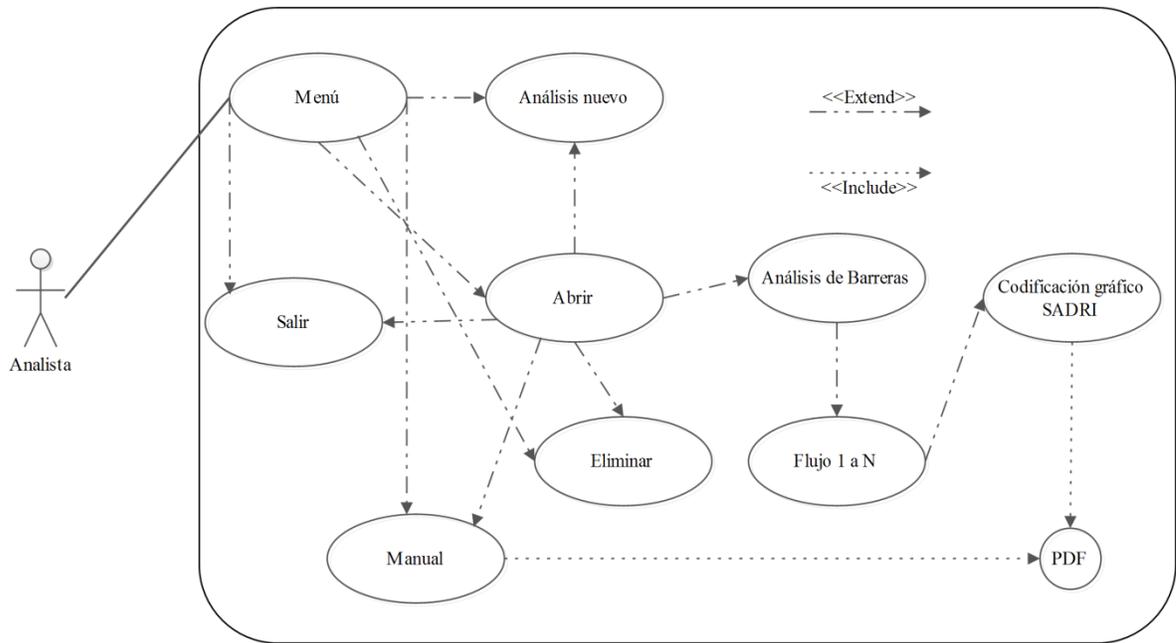


Figura 5.7 Caso de uso general del sistema.

Caso de uso de evaluación de nuevo análisis de riesgo

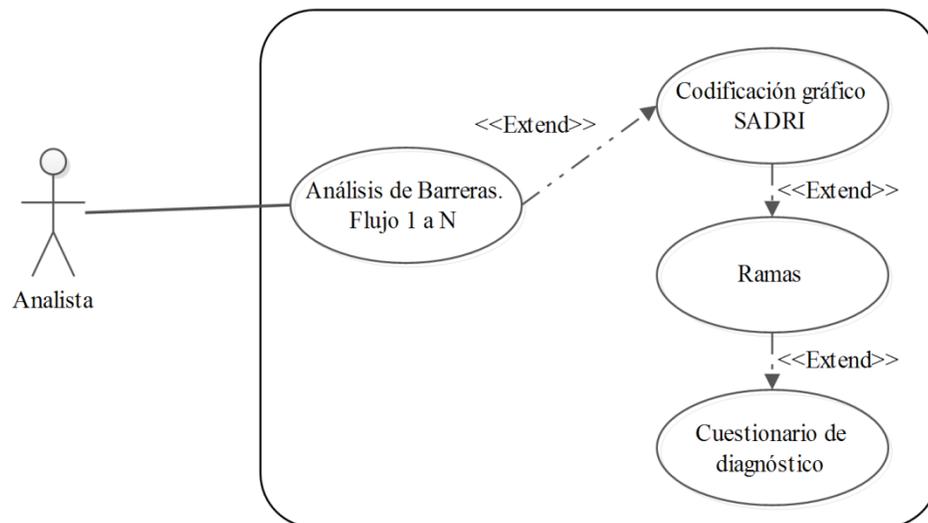


Figura 5.8 Caso de uso de nuevo análisis de riesgo.

5.2 FASE DE ELABORACIÓN

Esta fase permite el diseño, además, se identifica los diferentes elementos para la construcción del sistema SADRI. Algunos de estos elementos son: arquitectura del sistema, diagramas de secuencias, diagramas de bases relacionales y diccionario de datos.

5.2.1 Arquitectura orientada a objetos

La arquitectura orientada a objetos, es un estilo clásico desde los años 60's, la cuál interactúa a través de la innovación de mensajes o funciones y procedimientos del sistema, manteniendo un razonamiento jerárquico que ayuda al desarrollo de las interfaces del sistema SADRI.

La arquitectura de SADRI, lleva una descomposición jerárquica de un conjunto de objetos que se comunican, permite solucionar tareas o funciones que estén definidas, por lo que maneja un ciclo de control de los subsistemas de acuerdo a los componentes de solución de las tareas.

La mayoría de los objetos del sistema SADRI se representan en entidades, por tanto, facilita la comprensión de la estructura del sistema, gracias a la ocultación es posible remplazar la implantación sin que afecte a los clientes los objetos representan una clase de componentes que llamamos managers, debido a que son responsables de preservar la integridad de su propia representación.

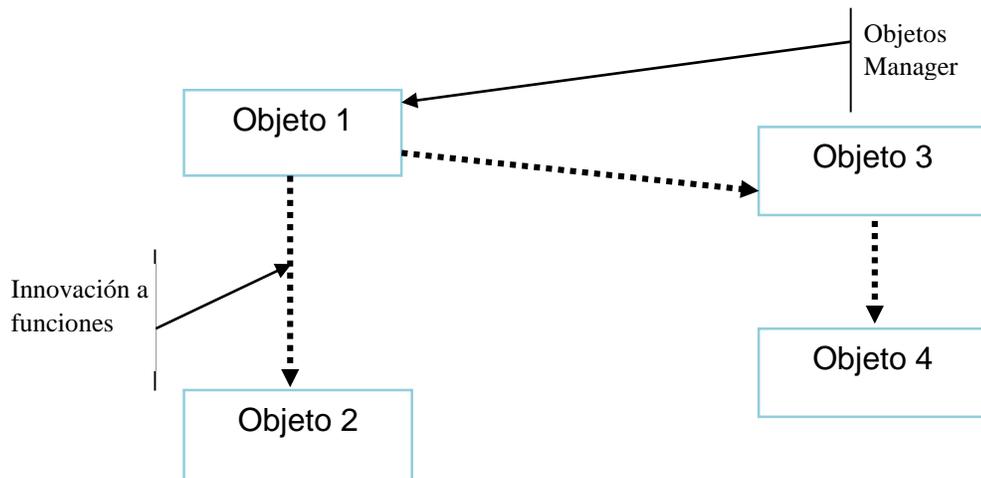


Figura 5.9 Arquitectura orientada a objetos.

5.2.2 Arquitectura de clases

La arquitectura de clases tiene como objetivo generar objetos para el diseño posterior del sistema SADRI, en el cual involucrara usuario y a los accesos hacia la base de datos, la vista o presentación de la información de acuerdo a la interfaz que muestre sobre el mismo modelo.

El diagrama de secuencias es un diagrama que me permite visualizar e interactuar en el comportamiento dinámico del sistema SADRI, el cual está conformado por objetos, línea de vida, ocurrencia de ejecución y mensaje, dicho diagrama se genera desde el momento en el que el actor comienza hasta que termina, cabe mencionar que cada línea horizontal muestra el tiempo de vida que cada proceso conlleva a cada actividad del sistema (Marco, Prieto & Sagret, 2010).

Respecto a la arquitectura orientada objetos, se desarrolla un diagrama de clases de manera general de acuerdo al funcionamiento del sistema SADRI.

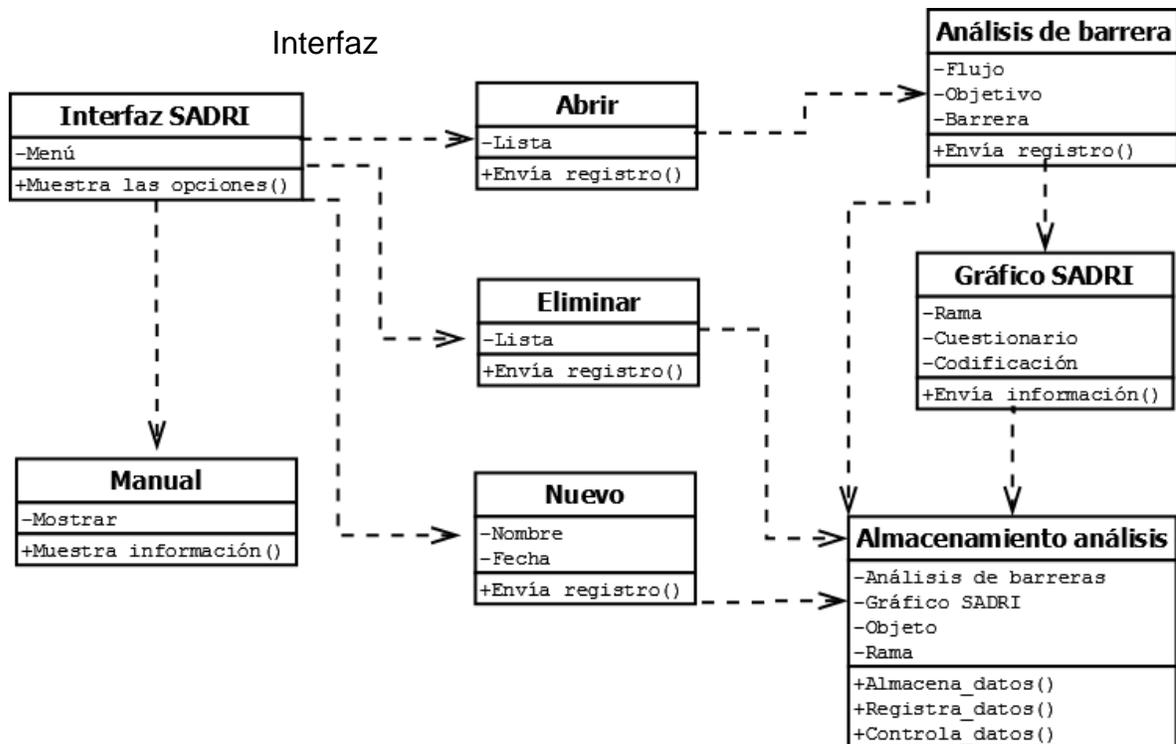


Figura 5.10 Diagrama de clases del sistema SADRI.

El diagrama de la Figura 5.10 de clases del sistema SADRI, el propósito de este diagrama es representar los objetos principales de este sistema es describir lo que percibe el usuario, donde cada objeto pertenece a una clase, por lo que una clase se representa por medio de un rectángulo el cual esta dividido en tres partes superior se encuentra el nombre de la clase (Interfaz SADRI, Nuevo, Abrir, Eliminar, Manual, Análisis de barreras, gráfico SADRI y base de datos), en la parte central se describen todos aquellos atributos que forman parte la clase y en la parte inferior las operaciones que se realizan, así mismo la relación que existe en ellos de asociación.

5.2.3 Diseño del sistema

Es el que permitirá iniciar como punto de inicio del flujo de trabajo de la construcción del sistema SADRI, definiendo la arquitectura de hardware y software, componentes

y datos que satisface ciertos requerimientos, especificando sus objetivos, operaciones y atributos de manera detallada.

En la estructura funcional del entorno que se maneja el sistema SADRI Figura 21 donde se representa el proceso de interacción desde que el líder de la organización o personas ingresan como usuario el registro y resguardo de información en la base de datos.

Algunos de los elementos que conforman son:

El usuario: Es la persona que interactúa con el sistema ejecutando cada una de los procesos que muestra la interfaz del sistema de acuerdo a sus objetivos.

Base de datos: La base de datos del sistema mantiene todos los registros del análisis de barreras, los procesos del gráfico SADRI como son la codificación de los colores y las preguntas que se muestran en cada rama, como el registro de modificaciones, eliminación de información y nuevos registros de información.

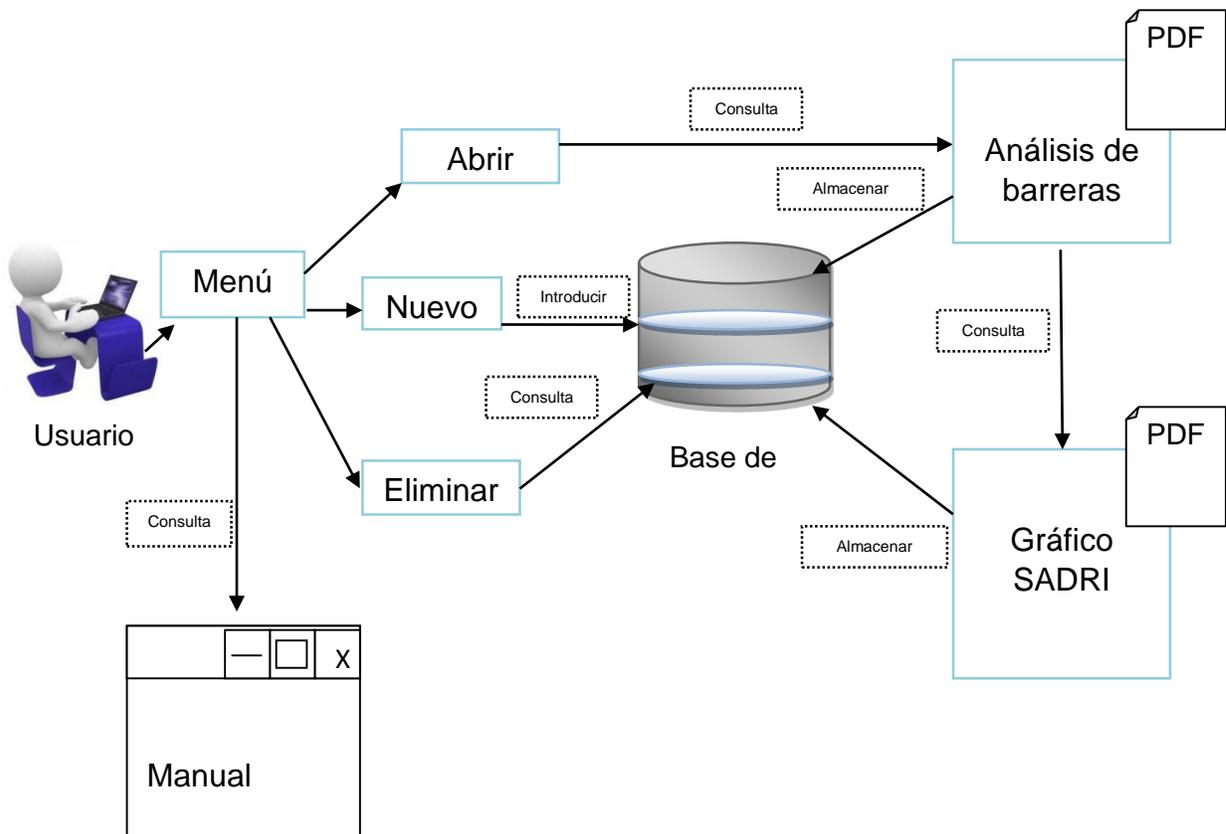


Figura 5.11 Diagrama de la estructura funcional del sistema SADRI, (Autoría propia ,2014).

5.2.4 Diseño de la arquitectura

Los diagramas de secuencias muestran la forma en que un grupo de objetos, se comunican entre sí a lo largo del tiempo, por lo que lo conforma: objetos participando en la interacción, secuencia de mensajes intercambiados, objetos con su línea de vida, intercambio de mensajes y line de vida activa (García, Parra & Parrado, 2008).

Los diagramas de secuencia para el sistema SADRI, se mostrara el proceso en el que se llevan a cabo de manera general desde el momento en el que usuario ingresa al menú principal hasta la salida de los procesos involucrando a los procesos que generan mediante el funcionamiento, y posteriormente se detallará los diagramas en el caso del análisis de barreras y el gráfico SADRI ya que es el proceso medular del sistema. En la Figura 5.2 se mostrará el diagrama general de secuencias del sistema SADRI.

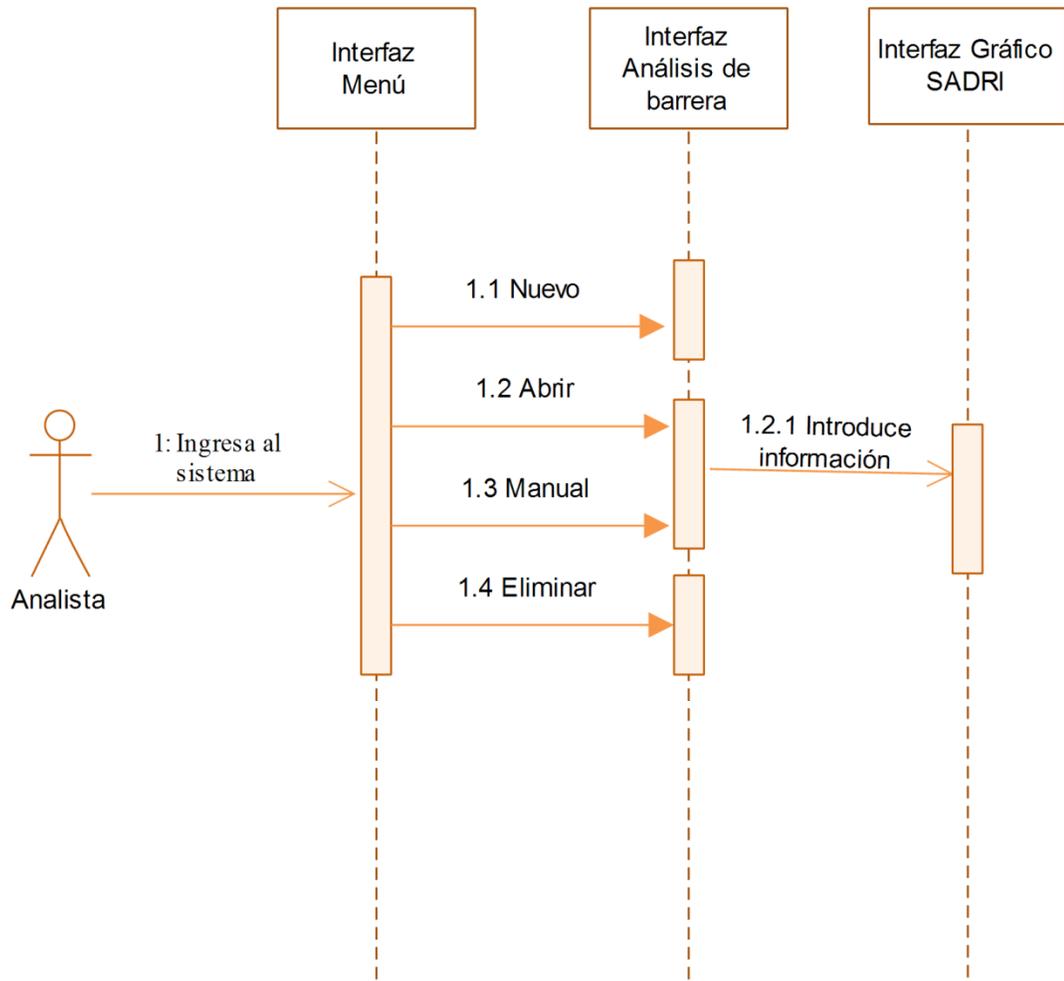


Figura 5.12 Diagrama de secuencia general.

El diagrama de secuencia detallado se mostrara en la Figura 5.13 donde se detalla el proceso de sistema SADRI en la interfaz del análisis de barreras ya que importante para llevar a cabo los siguientes procesos de evaluación, al ingresar solicita información del flujo, objetivo barrera.

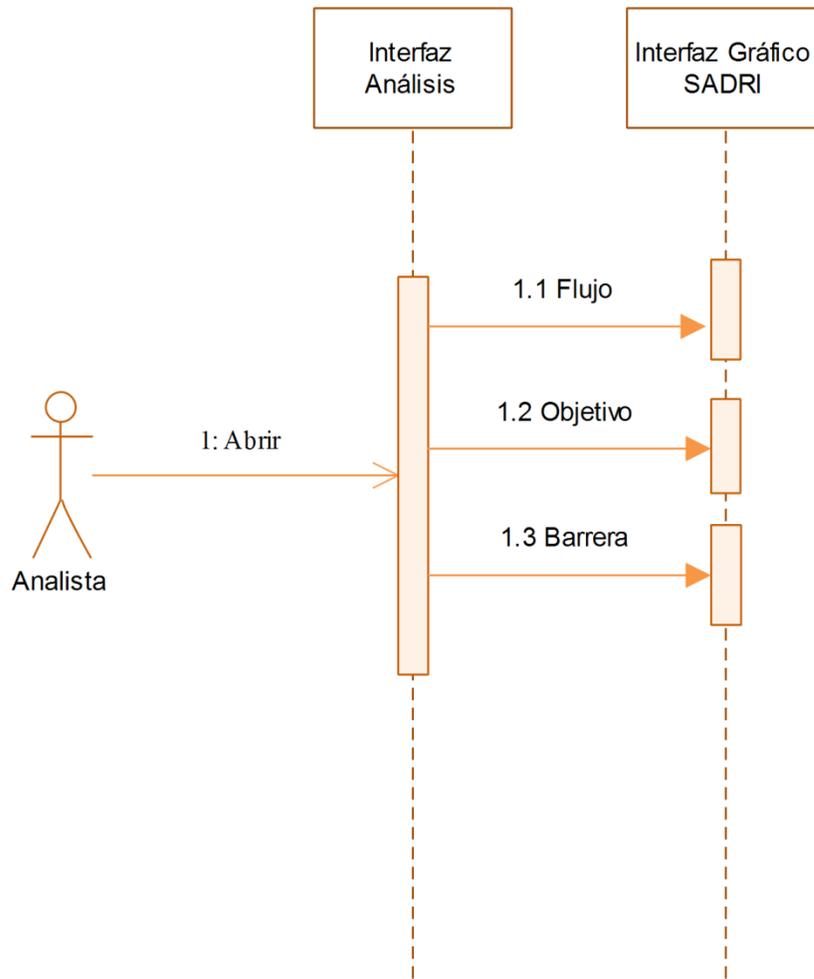


Figura 5.13 Diagrama detallado de análisis de barreras del sistema SADRI.

El diagrama de la Figura 5.14 se muestra los procesos del gráfico SADRI que será evaluado después de la interfaz del análisis de barreos como se mostró en la Figura 24, cabe mencionar que se identifica por la codificación de los colores: rojo, verde, azul y su serie de preguntas respecto a cada rama.

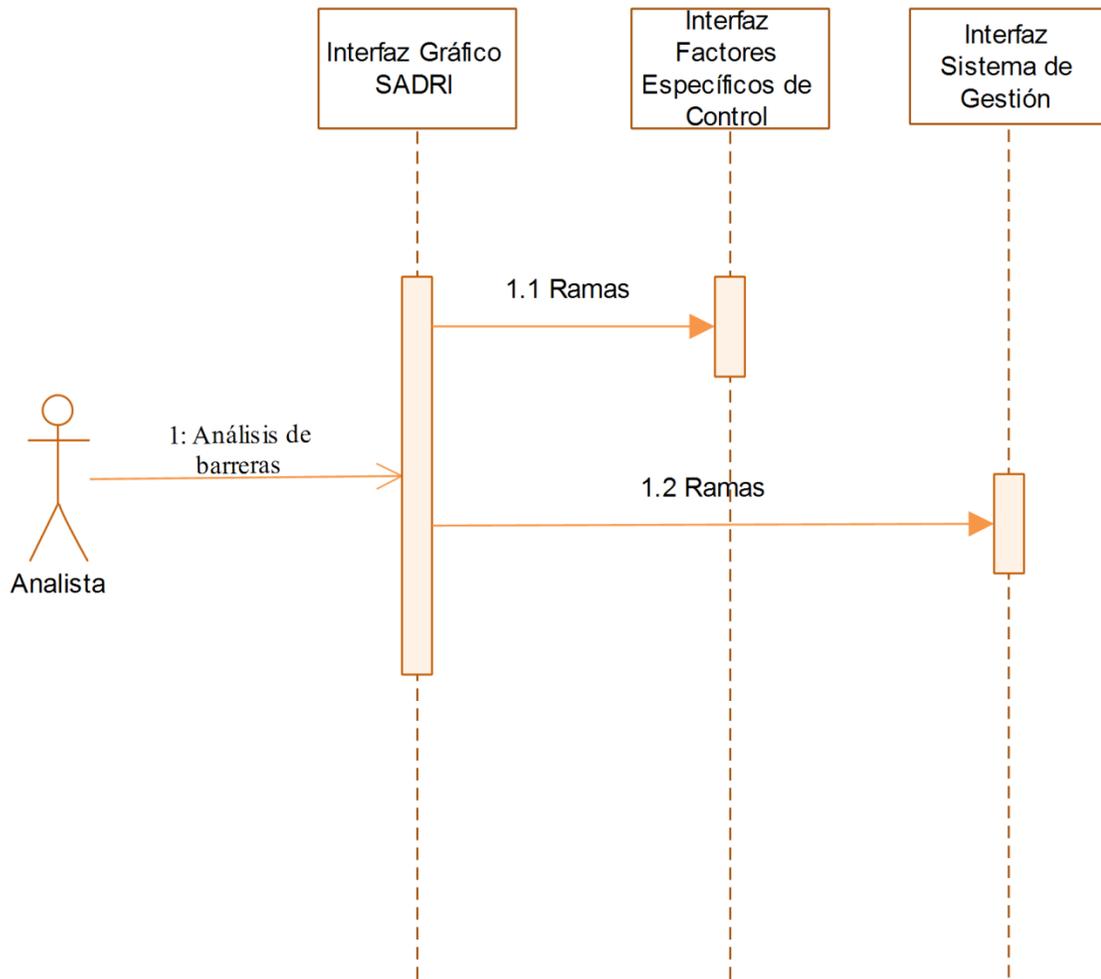


Figura 5.14 Diagrama detallado de gráfico SADRI del sistema SADRI

5.2.5 Diseño de la base de datos

En este apartado se mostrará la relación que existe en la base de datos mediante el modelado entidad relación para la construcción de la base de datos del sistema SADRI, donde se identificarán las entidades y las relaciones que existe entre ellas de uno a uno, muchos a muchos, muchos a uno y uno a muchos.

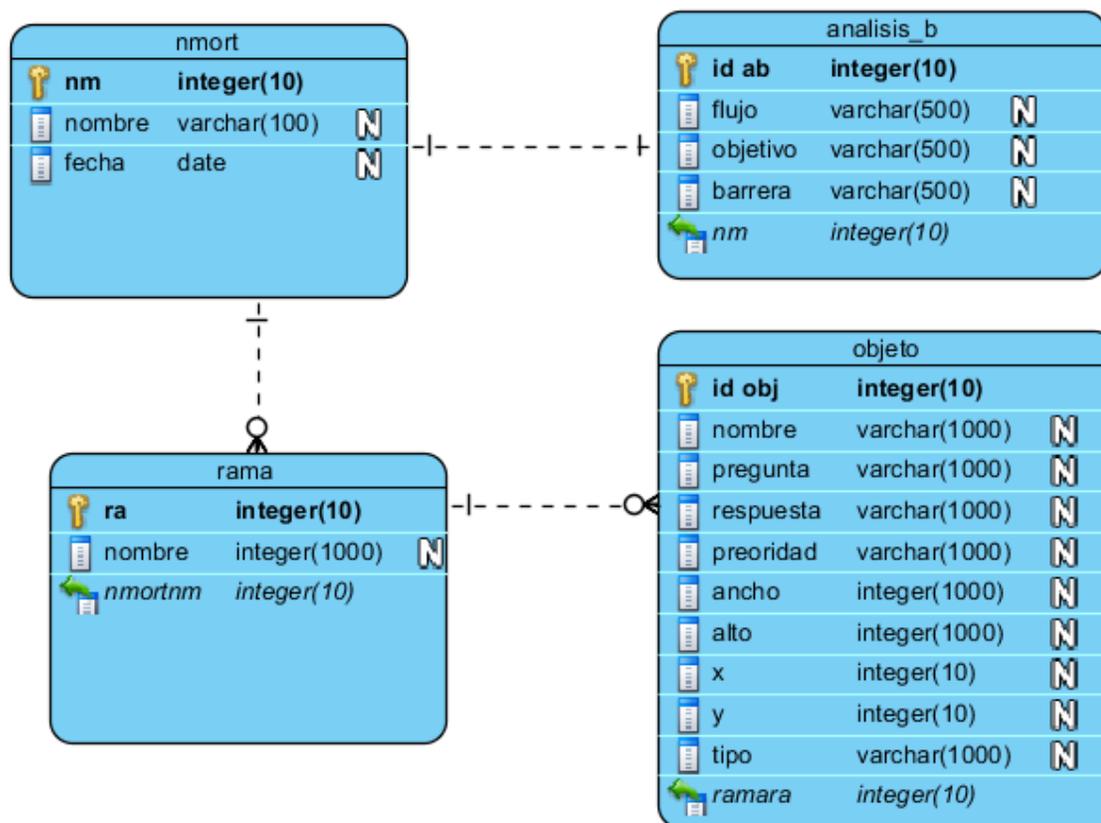


Figura 5.15 Diagrama de la base de datos del sistema SADRI.

En las tablas siguientes se desarrollan los datos que integran propiamente la base de datos:

nSADRI: Contiene la información del nombre con el que se asigna el caso del accidente o incidente dentro de la organización, así como la fecha de registro.

Tabla 5.3 Tabla nSADRI (Autoría propia ,2014).

Nombre campo	del	Tipo de dato	Restricciones
Idmn		Numérico	Llave principal
Nombre		Texto y numérico	No nulo
Fecha		Fecha	No nulo

Análisis_b: Contiene la información del número de análisis, el flujo objetivo y la barrera, se muestra la llave primaria quien será su principal identificador, así como la llave foránea la cual tiene una relación uno a uno en la tabla nSADRI.

Tabla 5.4 Tabla análisis_b (Autoría propia ,2014).

Nombre campo	del	Tipo de dato	Restricciones
Idab		Numérico	Llave principal
Flujo		Texto	No nulo
Objetivo		Texto	No nulo
Barrera		Texto	No nulo
Nm		Numérico	Llave foránea

Rama: Contiene solo el nombre que distingue a cada una de las ramas que conforma el sistema SADRI está conformada por una llave primaria la cual da el número de identificación de la rama, tiene una relación la tabla nSADRI.

Tabla 5.5 Rama (Autoría propia ,2014).

Nombre campo	del	Tipo de dato	Restricciones
Idra		Numérico	Llave principal
Nombre		Texto	No nulo
Nm		Numérico	Llave foránea

Objeto: Contiene la información para poder evaluar cada una de las ramas, está conformado por identificador del objeto, nombre, pregunta, respuesta, prioridad, ancho, alto, x, y, tipo teniendo una relación de muchos a muchos con la tabla rama.

Tabla 5.6 Objeto (Autoría propia ,2014).

Nombre del campo	Tipo de dato	Restricciones
Idobj	Numérico	Llave principal
Nombre	Texto	No nulo
Pregunta	Texto	No nulo
Respuesta	Texto	No nulo
Prioridad	Texto	No nulo
Ancho	Numérico	No nulo
Alto	Numérico	No nulo
X	Numérico	No nulo
Y	Numérico	No nulo
Tipo	Texto	No nulo
Ra	Numérico	Llave foránea

5.3 FASE DE CONSTRUCCIÓN

En esta fase se desarrolló la programación del sistema y el resultado se ve en la siguiente etapa del sistema SADRI.

5.3.1 Implantación

El proceso de implementación una vez establecido todos los elementos anteriores para poder realizar su construcción del sistema SADRI, a continuación se mostrara cada una de las pantallas que forman parte para la utilización del mismo.

En a la primera pantalla que se muestra en la Figura 26 mostrará la primera interfaz que tiene el sistema donde se notará el menú principal.

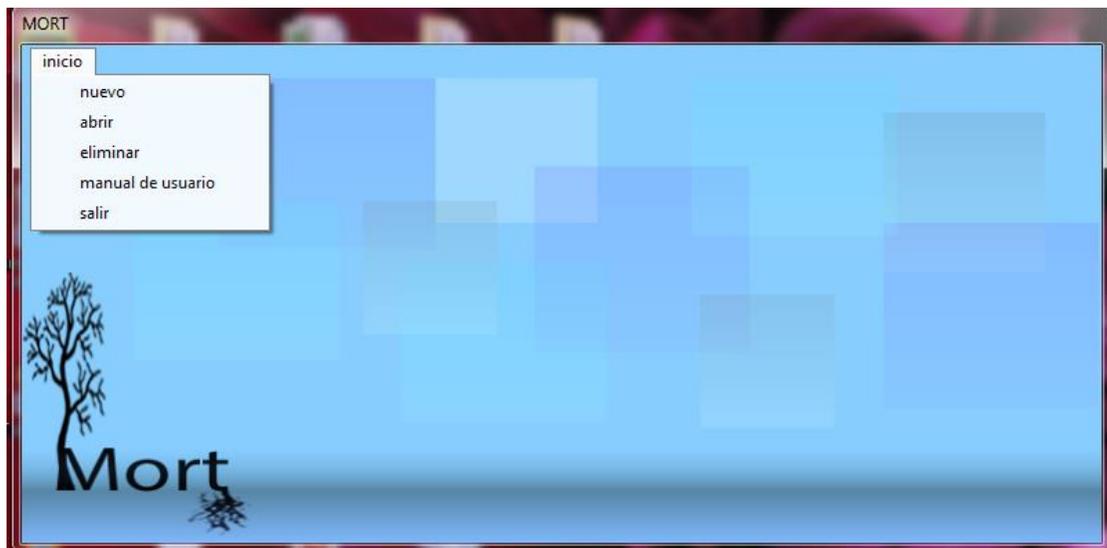


Figura 5.16 Menú principal del sistema SADRI, (Autoría propia ,2014).

En la primera opción llamada nuevo del menú podrá visualizar la interfaz donde el sistema le pide al usuario que le dé un nombre del análisis y una fecha y poder crear un diferente análisis de accidentes o incidentes.

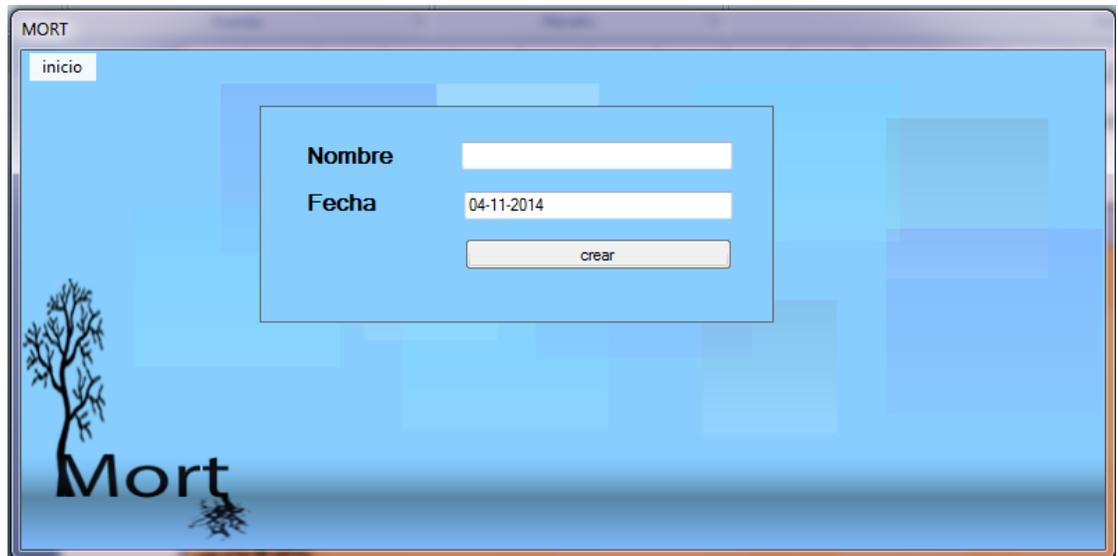


Figura 5.17 Nombre y fecha del nuevo análisis del sistema SADRI.

En la segunda opción del manejo de menú principal del sistema muestra abrir, mostrando una lista de los registros que se hicieron anteriormente como se mostró en la Figura 5.17, poder seleccionar alguna de las opciones, para poder comenzar codificar la información o seguir si ya se había tenido con antes la codificación y no se había concluido.

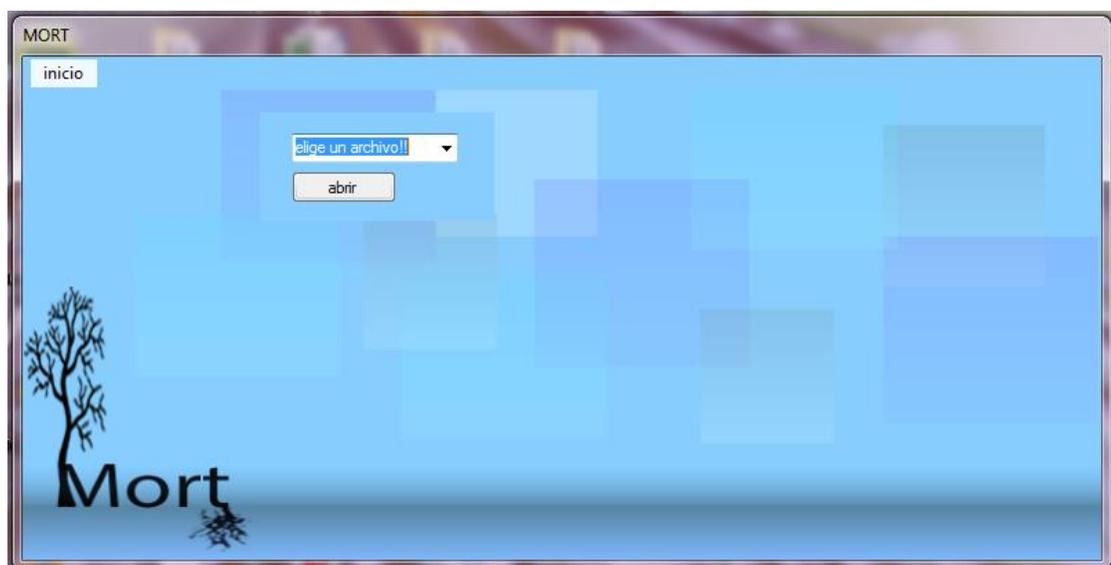


Figura 5.18 Abrir un análisis del sistema SADRI.

En la opción de abrir mostrara un submenú donde podrá tener la opción de análisis de barreras que permitirá escribir el flujo de energía, el objetivo y la barrera que podrá ser guardado, eliminado, modificado o impreso, de acuerdo a las necesidades del líder de la organización o personas que lo esté utilizando.

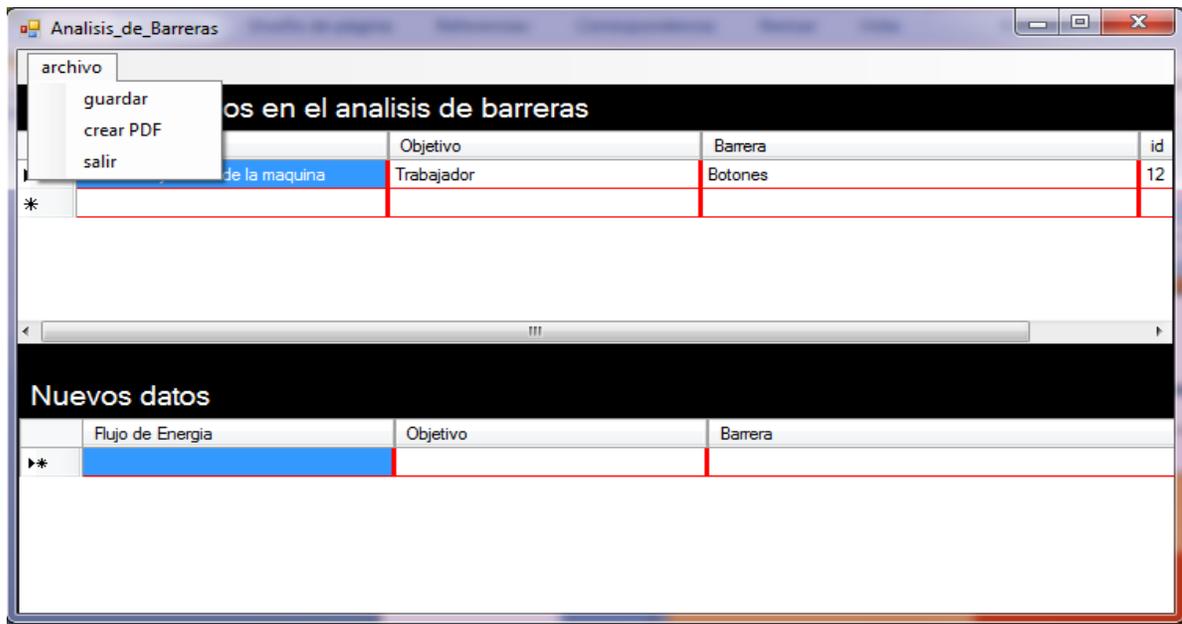


Figura 5.19 Análisis de barreras del sistema SADRI.

En la interfaz del submenú del análisis de barreras se puede visualizar el gráfico SADRI en el cual podemos codificar, las ramas, responder cada una de las preguntas, guardar e imprimir y cerrar.

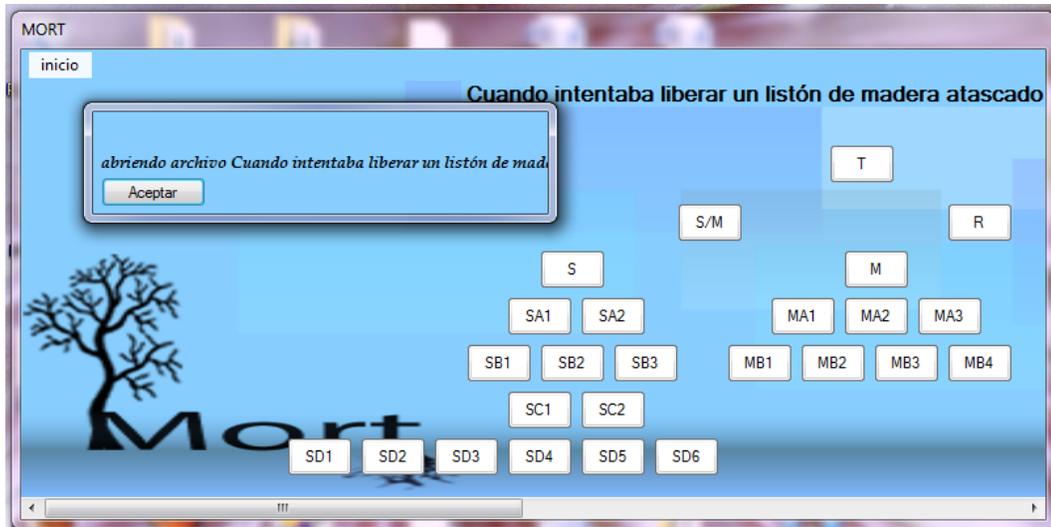


Figura 5.20 Gráfico del sistema SADRI.

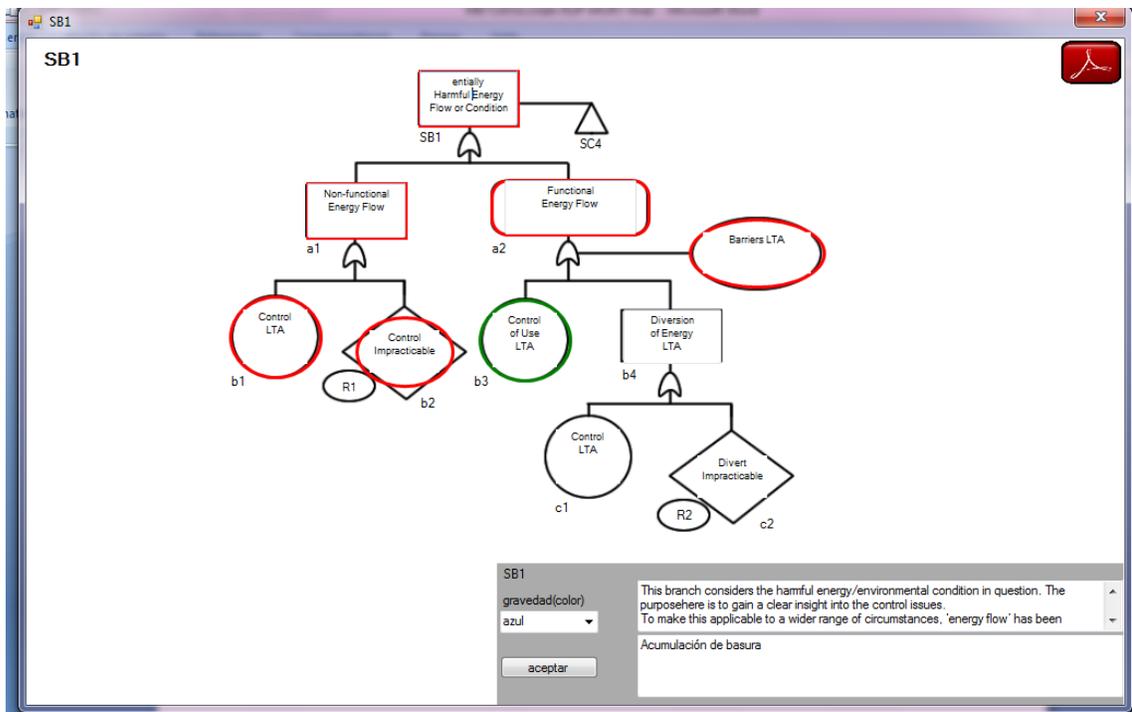


Figura 5.21 Codificación del Gráfico del sistema SADRI.

5.4 FASE TRANSICIÓN

5.4.1 Prueba

En esta última fase de acuerdo al término del sistema, el líder de la organización y personas realizan una serie de pruebas para verificar que los procesos se estén que se realicen de manera correcta para finalizar el producto.

Algunas de las pruebas que se realizaron existieron fallas de errores de la base datos, en el momento de guardar la información ingresada por el líder de la organización o personal quien acudió analizar un caso de accidente o incidente.

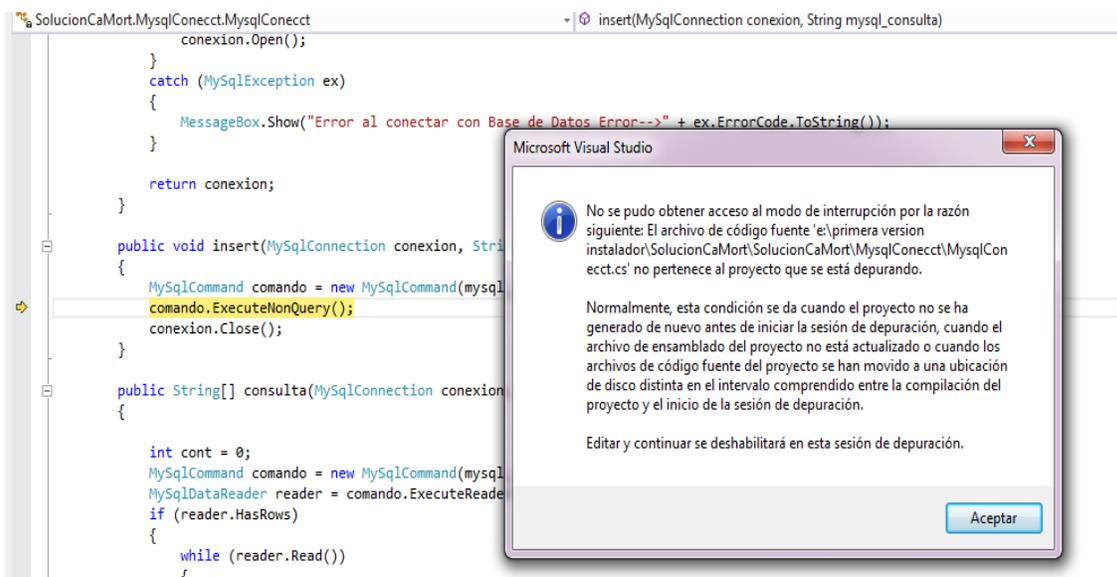


Figura 5.22 Error en la base de datos del sistema SADRI.

Cabe mencionar que los errores ya fueron corregidos y que el sistema SADRI, funciona correctamente para poder ser utilizado en la evaluación de los accidentes e incidentes que se presente dentro de alguna organización, simplificando el tiempo y el costo.

6 Conclusiones y futuro en clase.

Desarrollar un modelo de software represento un enorme reto para mi porque mis antecedentes en programación se remiten al lenguaje estructurado.

La convergencia a la programación orientada a objetos proporciona una manera agil dentro del desarrollo de un software.

Es de mencionar que como cualquier aspecto de la vida tangible o intangible el modelo que se desarrollo puede mejorar y tener uno o varios cambios ya que para este caso se aplicó solo a una situación, en este caso una inundación.

El software que se desarrollo es una herramienta de automatización para facilitar el análisis de riesgo en un tiempo más corto, gracias a este sistema la información se resguarda a través de la base de datos pudiendo ser utilizada en el momento que se decida para retomar el caso sin perdida de información.

De esta forma el desarrollo de nuevos modelos o metodologías para el análisis y diagnóstico de riesgos como el propuesto en el presente trabajo permite encontrar las causas sistémicas de la vulnerabilidad de la población.

Se concluye también que hasta el momento existen muy pocos modelos o metodologías dedicadas exclusivamente al análisis de los desastres provocados por una inundación.

Se encontró también que generalmente después de una inundación no se lleva a cabo un diagnóstico de la misma.

7 Apéndices y Anexos.

7.1 Anexo A. Contexto de Valle de Chalco y su contexto geográfico.

7.1.1 Localización del área de estudio

Valle de Chalco Solidaridad se encuentra ubicado en el Oriente del Estado de México, es un municipio con una superficie de 46,36 km², ubicado en el valle del antiguo lecho del lago de Chalco, que contaba con 357,645 habitantes hasta el año 2010, población que sigue creciendo velozmente al ser zona conurbada del Distrito Federal.

7.1.2 Valle de Chalco Solidaridad y su contexto en el Estado de México y la República Mexicana

En este subtema se describe brevemente el entorno del Municipio de Valle de Chalco Solidaridad y su contexto.

Siendo este, desafortunadamente, uno de los municipios del Estado de México con mayor número de inundaciones.

La figura 7.1 muestra la orografía de la República Mexicana y nos permite ubicar primeramente la conformación montañosa en torno al Estado de México.



Figura 7.1 Orografía de la República Mexicana, (sinaloamx.com; 2012).

Hidrológicamente el Estado de México está comprendido en tres grandes cuencas:

Lerma, ocupa el 27.3 por ciento de la superficie estatal; el **Balsas** 37.2 por ciento y el **Pánuco** 35.5 por ciento.

La figura 7.2 muestra la descripción del Estado de México que anteriormente fue descrita.



Figura 7.2 Hidrografía y Orografía del Estado de México. (edomex.gob.mx; 2015)

La orografía o paisaje natural del Estado de México está dominado por montañas y valles, de estos, los más importantes son los volcanes: **Nevado de Toluca, Popocatépetl, Iztaccíhuatl**; los valles: **Valle de México y Valle de Toluca, y las Ciénegas de Lerma**.

Por último, para Valle de Chalco Solidaridad se cuenta con los siguientes datos:

7.1.2.1 Ubicación geográfica

Coordenadas: Entre los paralelos 19° 14' y 19° 20' de latitud norte; los meridianos 98° 55' y 98° 59' de longitud oeste; altitud entre 2 200 y 2 500 m.

Colindancias: Colinda al norte con los municipios de La Paz e Ixtapaluca; al este con los municipios de Ixtapaluca y Chalco; al sur con el municipio de Chalco y el Distrito Federal; al oeste con el Distrito Federal.

Otros datos: Ocupa el 0.21% de la superficie del estado. Cuenta con 8 localidades

7.1.2.2 Fisiografía

Provincia: Eje Neo volcánico (100%)

Subprovincia: Lagos y Volcanes de Anáhuac (100%)

Sistema de toposformas: Vaso lacustre (96.23%) y Lomerío de basalto (3.77%)

7.1.2.3 Clima

Rango de temperatura: 14 – 16°C

Rango de precipitación: 600 – 800 mm

Clima: Templado subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad (68.42%) y templado subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (31.58%)

7.1.2.4 Geología

Periodo: Cuaternario: (33.78%) y Neógeno (3.46%)

Roca: Suelo lacustre (32.12%) y aluvial (2.05%) Ígnea extrusiva: toba básica (3.07%)

7.1.2.5 Hidrografía

Región hidrológica: Pánuco (100%)

Cuenca R. Moctezuma: (100%)

Subcuenca: L. Texcoco y Zumpango (100%)

Cuerpo de agua Perenne: (5.83%):

7.1.2.6 Uso del suelo y vegetación

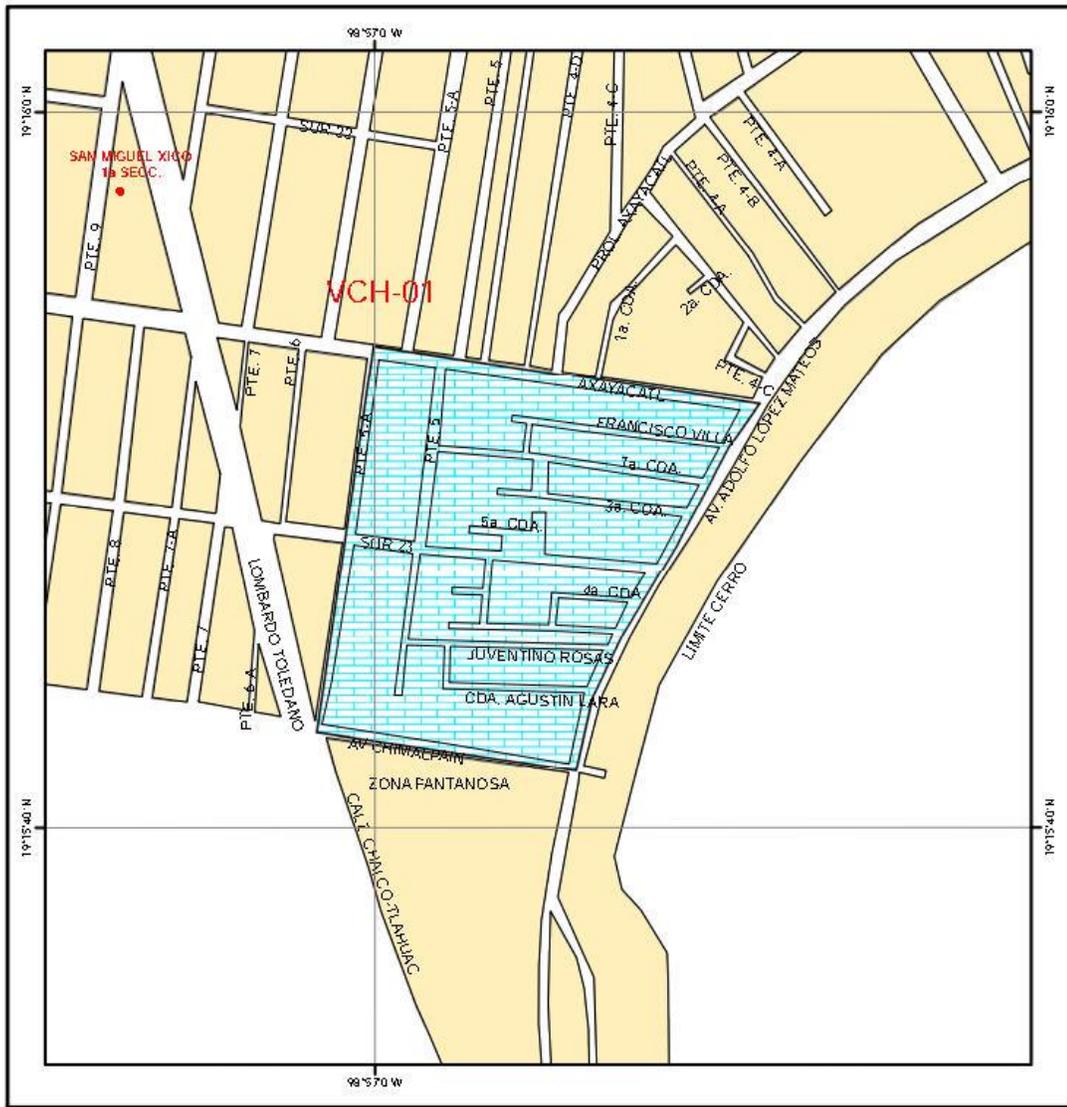
Uso del suelo: Zona urbana (56.93%) y agricultura (33.17%)

Vegetación: Pastizal (4.07%)

7.1.2.7 Zona urbana

La zona urbana está creciendo sobre suelos y rocas ígneas extrusivas del Cuaternario, en llanuras y lomeríos; sobre áreas donde originalmente había suelos denominados Regosol y Solonchak; tiene clima templado subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad y templado subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media, y está creciendo sobre terrenos previamente ocupados por pastizales y agricultura como se muestra en la figura 7.3 a continuación.

Cuenca: Valle de México-Pánuco Gerencia regional de la CAEM: Toluca Municipio: Valle de Chalco Solidaridad. Clave del sitio: VCH-01		Temporada de lluvias: 2009														
I. Identificación de la zona afectada Localidad: San Miguel Xico 1ra sección. Colonia(s) y/o barrio(s): San Miguel Xico 1ra sección. Delimitación del área (calles): Al norte: Axayacatl. Al sur: Chimalpain. Al oriente: Avenida Adolfo López Mateos. Al poniente: Poniente 5-A. Zona: Urbana		II. Vulnerabilidad Superficie (m²): 90,188 Población (hab.): 290 <table border="1"> <tr> <td rowspan="3">Inmuebles afectados:</td> <td>Casa habitación:</td> <td>58</td> <td>Local comercial:</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Industria:</td> <td>0</td> <td>Otros:</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Edificio Público:</td> <td>0</td> <td>Total:</td> <td>58</td> </tr> </table> Fecha(s) de evento(s): 06/09/2009 Tirante(s) (m.) Vial: 0.60 Interior: 0.20 Evento: Inundación Urbana		Inmuebles afectados:	Casa habitación:	58	Local comercial:	0	Industria:	0	Otros:	0	Edificio Público:	0	Total:	58
Inmuebles afectados:	Casa habitación:	58	Local comercial:		0											
	Industria:	0	Otros:		0											
	Edificio Público:	0	Total:	58												
III. Problemática Causas: Precipitación pluvial extraordinaria, Bajada de aguas brancas de laderas. Descripción: Precipitación pluvial extraordinaria ocasionó la baja de aguas brancas de las laderas del volcán Xico, las que acarrearón tierra y basura taponando las rejillas de la PG 5, subiendo sus niveles, provocando su desbordamiento y del Dren 40.																
IV. Acciones emergentes realizadas para disminuir las afectaciones		Dependencia(s) ejecutora(s)	Costo estimado (\$)													
1.- Limpieza y desasolve de la red de drenaje con 2 equipos tipo vector.		CACM	20,000													
2.- Trabajos de achique, retiro de lodos, limpieza y desinfección de casas habitación.		CACM Y ODAPAS	50,000													
3.-																
V. Obras y acciones contempladas para el año 2010		Dependencia(s) ejecutora(s)	Costo estimado (\$)													
1.- Programa de limpieza y desasolve de la red de alcantarillado.		ODAPAS	100,000													
2.- Construcción de la planta de bombeo la Caldera de 40 m3/seg.		CONAGUA	100,000													
3.-																
VI. Obras y acciones necesarias para evitar de forma definitiva la problemática		Dependencia(s) ejecutora(s)	Costo estimado (\$)													
1.- Programa de limpieza y desasolve de la red de drenaje.		ODAPAS	100,000													
2.- Elevación de la Autopista en el tramo comprendido del 4 + 500 al 5 + 100 con muro de contención.		SCT														
3.- Construcción de la laguna de regulación y ampliación de la alguna de regulación "La Gasca"		CONAGUA														
VII. Reincidencia / Observaciones: Dentro de las acciones realizadas para evitar la afectación CONAGUA reconstruyó el borde del río de la compañía controlando los niveles del mismo. Reincidencia 6.- Se registró en las temporadas de lluvia de los años: 2002, 2003, 2004, 2006, 2008 y 2009, en los sitios VCI I-05, VCI I-04, VCI I-02, VCI I-03, VCI I-01 y VCI I-01, respectivamente.																



Sitios afectados por inundación			
No. de Sitio	Tipo de Fenómeno	Población Vulnerable (Hab.)	Superficie Afectada m ²
VCH-01	INUNDACIÓN URBANA	290	90,188

S I M B O L O G I A			
INUNDACIÓN URBANA		ENCHARCAMIENTO	
INUNDACIÓN RURAL		DESPLAZAMIENTO DE TIERRA	
GRAN ZADA			

Mapa de Localización

Escala Gráfica
Metros

Atlas de Inundaciones
Temporada de Lluvias 2009
Cuenca Valle de México-Panuco

Municipio
Valle de Chalco
Solidaridad

Cuenca: Valle de México-Pánuco **Gerencia regional de la CAEM:** Texcoco **Temporada de lluvias:** 2010
Municipio: Valle de Chalco Solidaridad. **Clave del sitio:** VCH-02

I. Identificación de la zona afectada		II. Vulnerabilidad														
Localidad: Avándaro. Colonia(s) y/o barrio(s): <input type="checkbox"/> Triunfo, Avándaro, San Isidro y Unión de Guadalupe.		Superficie (m²): 447,504 Población (hab.): 11,250														
Delimitación del área (calles): Al norte: Río de La Compañía. Al sur: Avenida Adolfo Lopez Mateos, Nte. 10 y Nte. 12. Al oriente: Norte 8 y Sor Juana. Al poniente: Oriente 17, Oriente 18 y Oriente 26.		<table border="1"> <tr> <td rowspan="3">Inmuebles afectados :</td> <td>Casa habitación:</td> <td>2100</td> <td>Local comercial:</td> <td>200</td> </tr> <tr> <td>Industria:</td> <td>7</td> <td>Otros:</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Edificio Público:</td> <td>0</td> <td>Total:</td> <td>2307</td> </tr> </table>		Inmuebles afectados :	Casa habitación:	2100	Local comercial:	200	Industria:	7	Otros:	0	Edificio Público:	0	Total:	2307
Inmuebles afectados :	Casa habitación:	2100	Local comercial:		200											
	Industria:	7	Otros:		0											
	Edificio Público:	0	Total:	2307												
Zona: Urbana		Fecha(s) de evento(s): 05/02/2010 Tirante(s) (m.): Vial: 1.80 Interior: 1.50 Evento: Inundación Urbana														

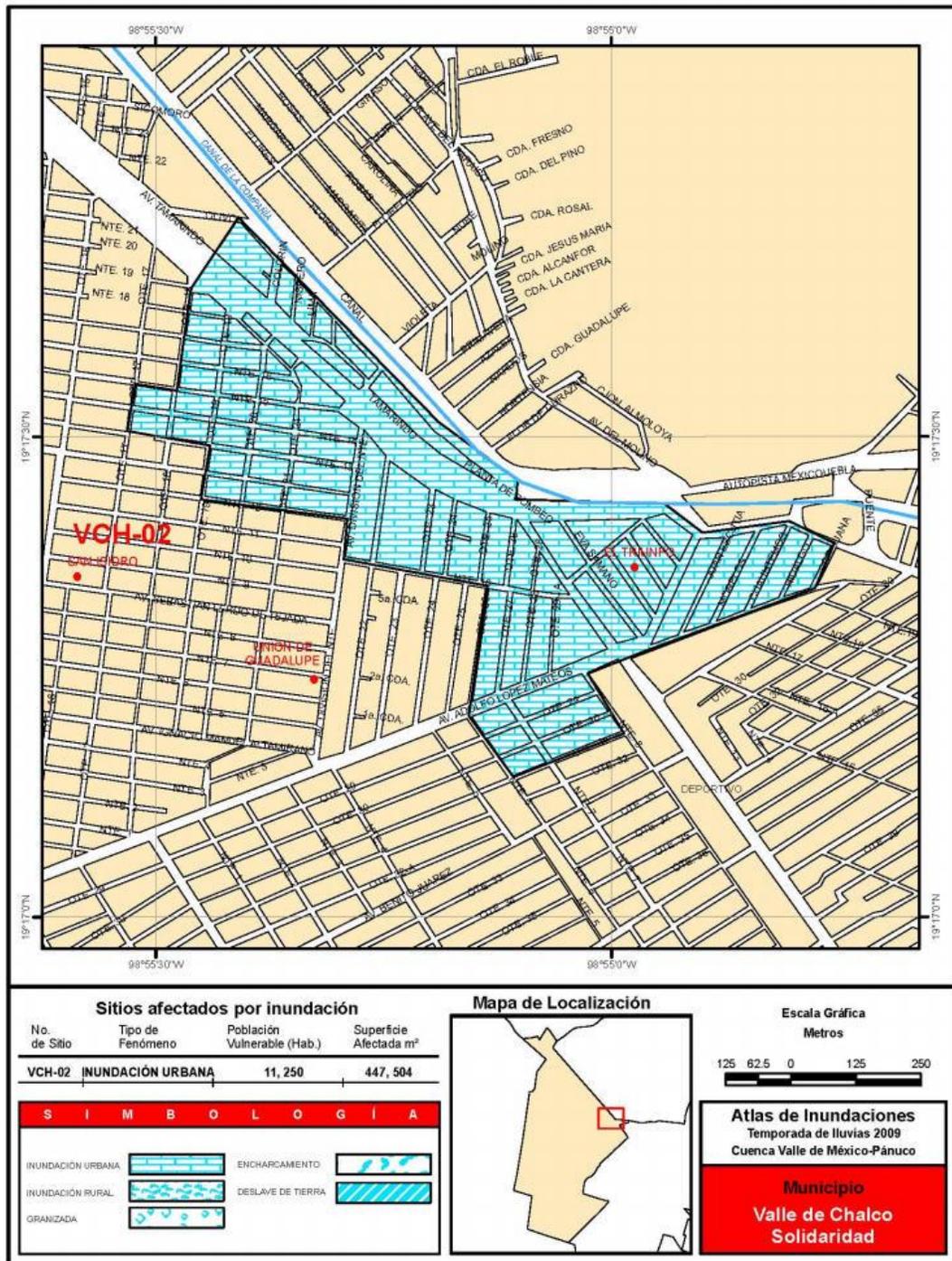
III. Problemática
Causas: Precipitación pluvial extraordinaria, desbordamiento de cauces y bajada de aguas brancas.
Descripción: Los días 3, 4 y 5 de febrero se presentaron lluvias invernales atípicas de forma constante, a causas del los frentes fríos número 28 y 29, ocasionando saturación en el bordo del río de La Compañía en el km 27.5 de la Autopista México - Puebla, el cual se colapso (lado sur) ocasionando inundaciones.

IV. Acciones emergentes realizadas para disminuir las afectaciones	Dependencia(s) ejecutora(s)	Costo estimado (\$)
1.- Se realizaron trabajos de desazolve en las redes primarias de drenaje así como, en colectores, coladeras pluviales y pozos de visita, limpieza en vialidades, desague de casas habitación, lavado y desinfectado de cisternas, y el sondeo en temas domiciliarias, limpieza de patios, comercios, mercados y hospitales.	SEDECNA, CONAGUA, SACM,	5,000,000
2.- Trabajos de bombeo de achique.	ODAPAS Y CACM	10,000
3.-		

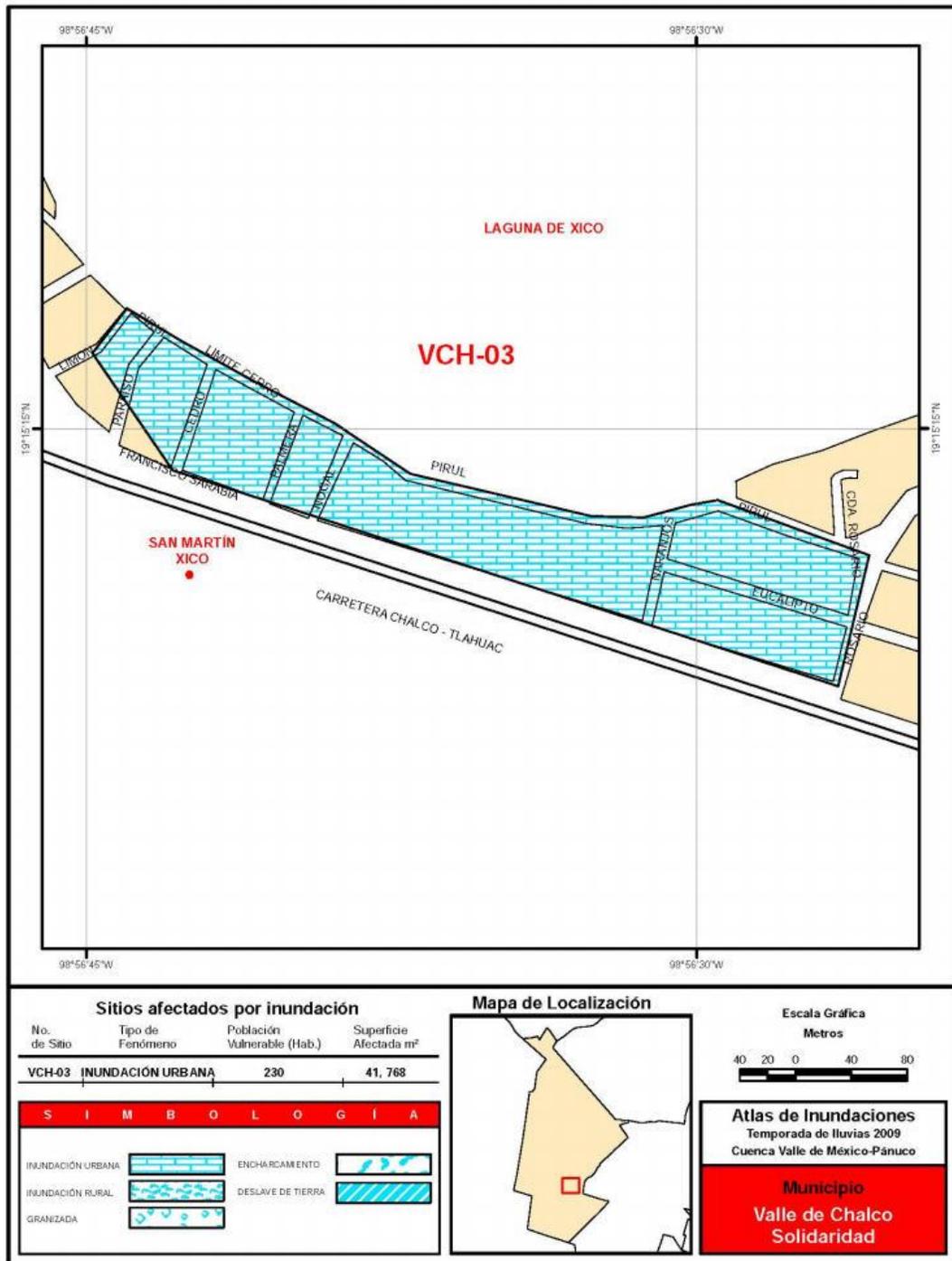
V. Obras y acciones contempladas para el año 2010	Dependencia(s) ejecutora(s)	Costo estimado (\$)
1.- La operación y funcionamiento del colector profundo río de La Compañía.	CONAGUA	200,000
2.- Construcción de la planta de bombeo La Caldera de 40 m3/seg.	CONAGUA	100,000
3.-		

VI. Obras y acciones necesarias para evitar de forma definitiva la problemática	Dependencia(s) ejecutora(s)	Costo estimado (\$)
1.- Terminación de la obra "colector profundo del río de La Compañía".	CONAGUA	200,000
2.- Elevación de la Autopista en el tramo comprendido del 4 + 500 al 5 + 100 con muro de contención.	SCT	
3.- Construcción de la laguna de regulación y ampliación de la alguna de regulación "La Gasera".	CONAGUA	

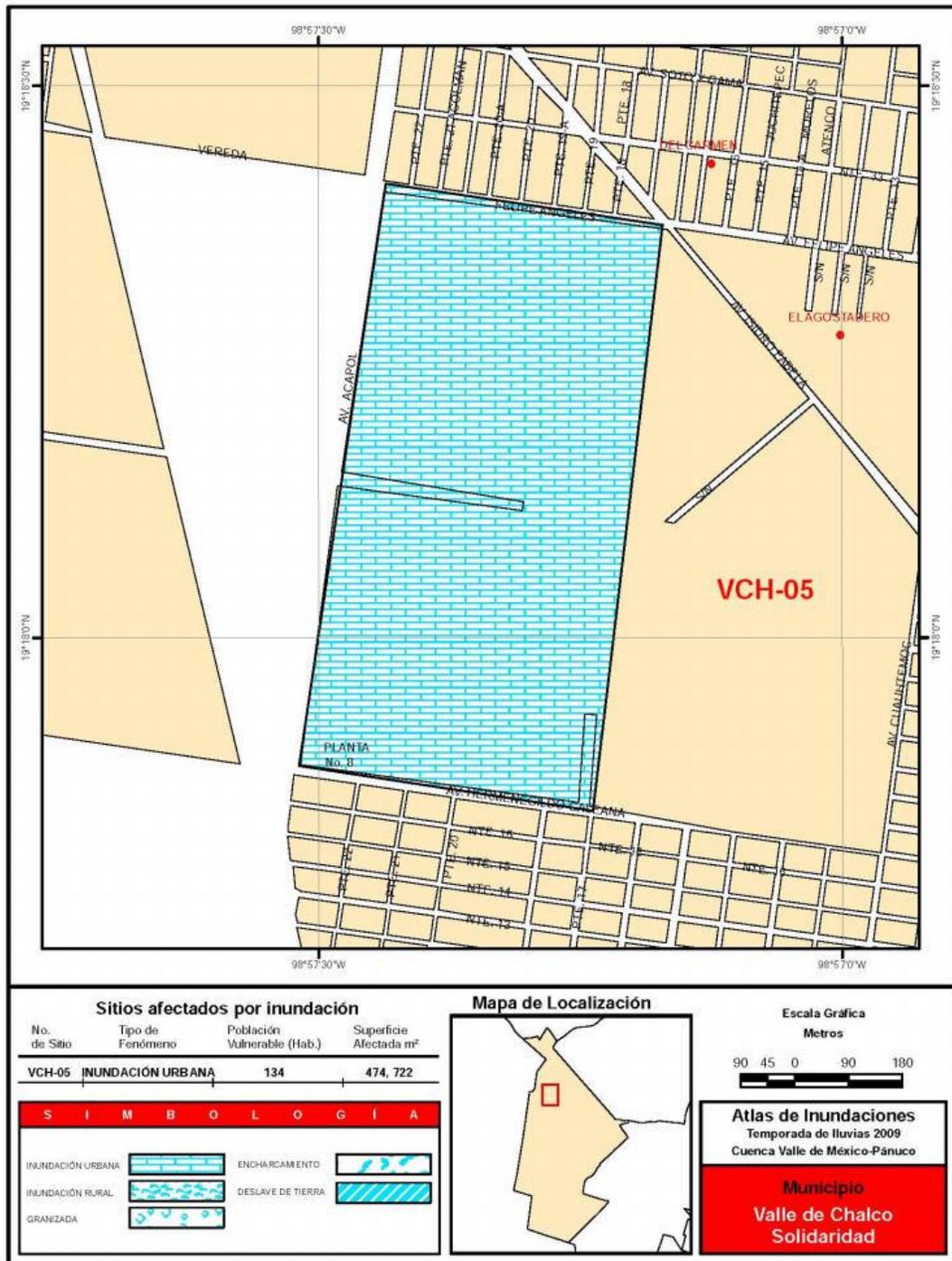
VI. Reincidencia / Observaciones:
 Dentro de las acciones realizadas para evitar la afectación CONAGUA reconstruyo el bordo del río de la compañía controlando los niveles del mismo.
 Reincidencia 5.- Se registró en las temporadas de lluvia de los años: 2002, 2003, 2006, 2008 y 2010, en los sitios VCI I-03, VCI I-03, VCI I-02, VCI I-02, y VCI I-02, respectivamente.



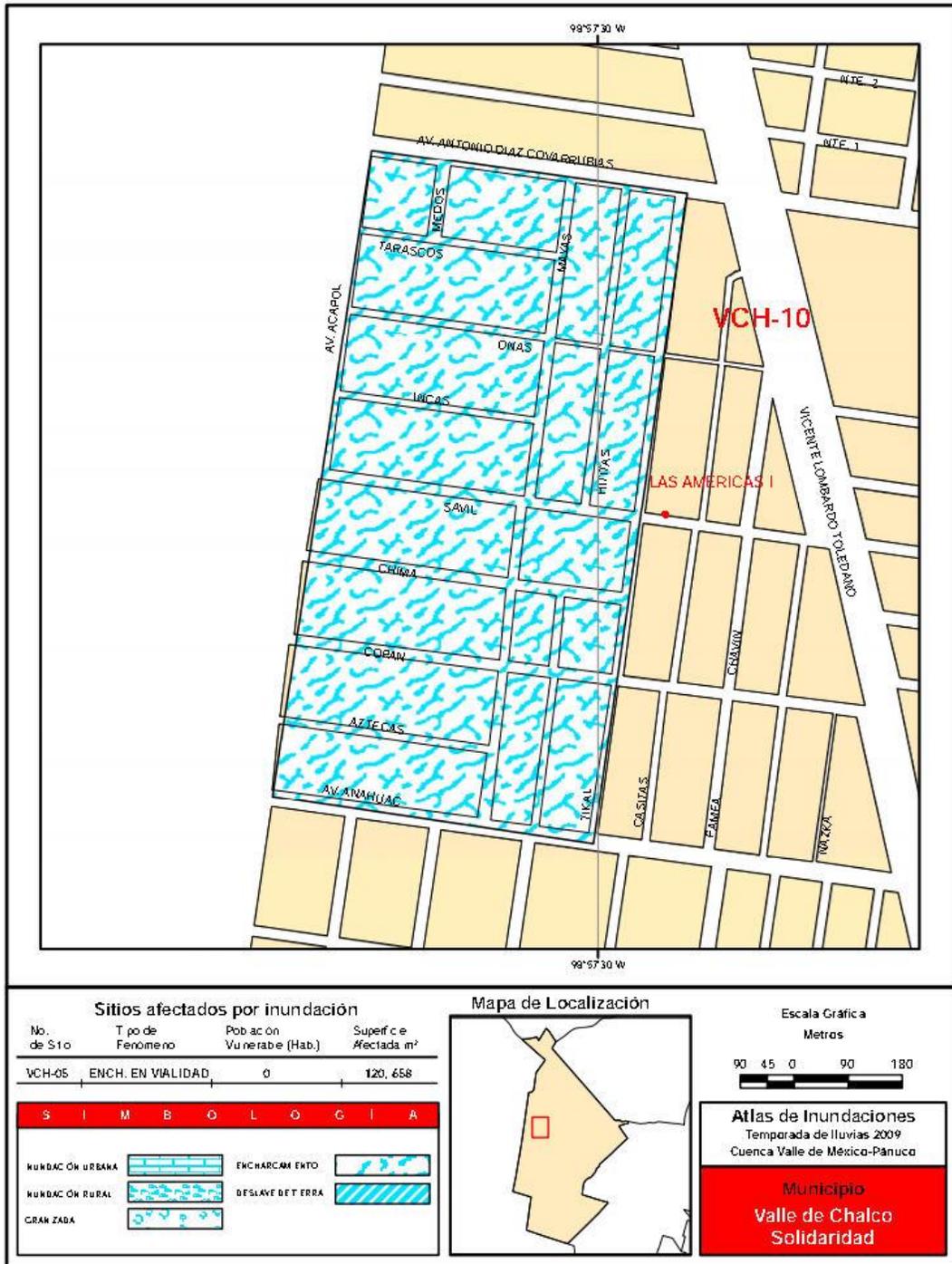
Cuenca: Valle de México-Pánuco		Gerencia regional de la CAEM: Texcoco		Temporada de Lluvias: 2009														
Municipio: Valle de Chalco Solidaridad.		Clave del sitio: VCH-03																
I. Identificación de la zona afectada			II. Vulnerabilidad															
Localidad: San Martín Xico La Laguna. Colonia(s) y/o barrio(s): San Martín Xico La Laguna.			Superficie (m²): 41,768 Población (hab.): 230															
Delimitación del área (calles): Al norte: Pirul. Al sur: Francisco Sarabia. Al oriente: Rosario. Al poniente: Limón.			<table border="1"> <tr> <td rowspan="3">Inmuebles afectados :</td> <td>Casa habitación:</td> <td>46</td> <td>Local comercial:</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Industria:</td> <td>0</td> <td>Otros:</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Edificio Público:</td> <td>0</td> <td>Total:</td> <td>46</td> </tr> </table>			Inmuebles afectados :	Casa habitación:	46	Local comercial:	0	Industria:	0	Otros:	0	Edificio Público:	0	Total:	46
Inmuebles afectados :	Casa habitación:	46	Local comercial:	0														
	Industria:	0	Otros:	0														
	Edificio Público:	0	Total:	46														
Zona: Urbana			Fecha(s) de evento(s): 18/16/2009 Tirante(s) (m.): Vial: 0.35 Interior: 0.10 Evento: Inundación Urbana															
III. Problemática																		
Causas: Precipitación pluvial extraordinaria. Descripción: Debido a una fuerte lluvia registrada en la zona, aunado con que no se conto con el bombeo del cárcamo ubicado en la carretera Chalco - Tlahuac esquina con la calle El Rosario, se registró afectaciones en la zona más baja de la colonia, cabe señalar que se encuentra en las faldas del Cerro de Xico.																		
IV. Acciones emergentes realizadas para disminuir las afectaciones			Dependencia(s) ejecutora(s)		Costo estimado (\$)													
1.- Limpieza y desazolve de la red de drenaje.			CÁCM		10,000													
2.-																		
3.-																		
V. Obras y acciones contempladas para el año 2010			Dependencia(s) ejecutora(s)		Costo estimado (\$)													
1.- Programa de mantenimiento preventivo y correctivo del cárcamo de San Martín Xico.			ODAPAS		850,000													
2.- Programa de limpieza y desazolve de la red de drenaje.			ODAPAS		100,000													
3.-																		
VI. Obras y acciones necesarias para evitar de forma definitiva la problemática			Dependencia(s) ejecutora(s)		Costo estimado (\$)													
1.- Programa de mantenimiento preventivo y correctivo del cárcamo de San Martín Xico.			ODAPAS		850,000													
2.- Programa de limpieza y desazolve de la red de drenaje.			ODAPAS															
3.-																		
VII. Reincidencia / Observaciones:																		
Contar con operadores capacitados, para mantener un bombeo continuo en el periodo de lluvias. Reincidencia 4.- Se registró en las temporadas de lluvia de los años: 2002, 2004, 2006 y 2009, en los sitios VCI1-06, VCI1-03, VCI1-04 y VCI1-04, respectivamente.																		



Cuenca: Valle de México-Pánuco Gerencia regional de la CAEM: Texcoco Municipio: Valle de Chalco Solidaridad. Clave del sitio: VCH-05		Temporada de lluvias: 2009														
I. Identificación de la zona afectada Localidad: María Isabel. Colonia(s) y/o barrio(s): Del Carmen y El Agustadero. Delimitación del área (calles): Al norte: Felipe Angeles. Al sur: I kermenegildo Galbana. Al oriente: El Agustadero. Al poniente: Avenida Acapul. Zona: Urbana		II. Vulnerabilidad Superficie (m²): 474,722 Población (hab.): 134 <table border="1"> <tr> <td rowspan="3">Inmuebles afectados:</td> <td>Casa habitación:</td> <td>20</td> <td>Local comercial:</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>Industria:</td> <td>0</td> <td>Otros:</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Edificio Público:</td> <td>0</td> <td>Total:</td> <td>33</td> </tr> </table> Fecha(s) de evento(s): Septiembre de 2009. Tirante(s) (m.) Vial: 0.40 Interior: 0.10 Evento: Inundación Urbana		Inmuebles afectados:	Casa habitación:	20	Local comercial:	12	Industria:	0	Otros:	1	Edificio Público:	0	Total:	33
Inmuebles afectados:	Casa habitación:	20	Local comercial:		12											
	Industria:	0	Otros:		1											
	Edificio Público:	0	Total:	33												
III. Problemática Causas: Precipitación pluvial extraordinaria. Descripción: Precipitación pluvial extraordinaria ocasionó el desbordamiento del Canal General.																
IV. Acciones emergentes realizadas para disminuir las afectaciones		Dependencia(s) ejecutora(s)	Costo estimado (\$)													
1.- Sobreelevación del bordo derecho del Canal General, en un tramo de 200 metros. 2.- 3.-		ODAPAS														
V. Obras y acciones contempladas para el año 2010		Dependencia(s) ejecutora(s)	Costo estimado (\$)													
1.- Limpieza, dosasolve y gradado del Canal General. 2.- Sobreelevación del bordo derecho del Canal General. 3.- Aumentar la capacidad del bombeo de las plantas de bombeo ubicas en el Canal General.		CACM CACM CACM														
VI. Obras y acciones necesarias para evitar de forma definitiva la problemática		Dependencia(s) ejecutora(s)	Costo estimado (\$)													
1.- Limpieza, dosasolve y gradado del Canal General. 2.- Sobreelevación del bordo derecho del Canal General. 3.- Aumentar la capacidad del bombeo de las plantas de bombeo ubicas en el Canal General.		CACM CACM CACM														
VII. Reincidencia / Observaciones:		Estas obras y acciones se realizan dentro del Programa Emergente derivado de las lluvias severas del 3 y 4 de febrero de 2010, en el Sistema Hidrológico del Valle de México. Reincidencia 4.- Se registró en las temporadas de lluvia de los años: 2002, 2003, 2006 y 2009, en los sitios VCI I-02, VCI I-02, VCI I-01 y VCI I-05, respectivamente.														



Cuenca: Valle de México-Pánuco Gerencia regional de la CAEM: Texcoco Municipio: Valle de Chalco Solidaridad, Clave del sitio: VCH-10 Temporada de lluvias: 2009															
I. Identificación de la zona afectada Localidad: Las Américas I. Colonia(s) y/o barrio(s): Las Américas I. Delimitación del área (calles): Al norte: Avenida Antonio Díaz Cobarrubias. Al sur: Avenida Anáhuac. Al oriente: Tikal. Al poniente: Avenida Ácapul. Zona: Urbana		II. Vulnerabilidad Superficie (m²): 120,658 Población (hab.): 0 <table border="1"> <tr> <td rowspan="3">Inmuebles afectados:</td> <td>Casa habitación:</td> <td>0</td> <td>Local comercial:</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Industria:</td> <td>0</td> <td>Otros:</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Edificio Público:</td> <td>0</td> <td>Total:</td> <td>0</td> </tr> </table> Fecha(s) de evento(s): 09/09/2009 Tirante(s) (m.) Vial: 0.20 Interior: 0.00 Evento: Encharcamiento en vialidad	Inmuebles afectados:	Casa habitación:	0	Local comercial:	0	Industria:	0	Otros:	0	Edificio Público:	0	Total:	0
Inmuebles afectados:	Casa habitación:	0		Local comercial:	0										
	Industria:	0		Otros:	0										
	Edificio Público:	0	Total:	0											
III. Problemática Causas: Precipitación pluvial extraordinaria, desbordamientos de cauces. Descripción: Precipitación pluvial extraordinaria ocasionó el desbordamiento del Canal General.															
IV. Acciones emergentes realizadas para disminuir las afectaciones 1.- Con el objeto de controlar los desbordamientos el ODAPAS se efectuó una zangria en el bordo derecho del canal, para drenar los escurrimientos a la calle cobarrubias. Una vez controlados los escurrimientos se procedió a reforzar el bordo con costaleras de material de banco. 2.- 3.-	Dependencia(s) ejecutora(s) ODAPAS, CACM y ASC	Costo estimado (\$)													
V. Obras y acciones contempladas para el año 2010 1.- Programa permanente de limpieza y desazolve de la red de drenaje. 2.- Limpieza, desazolve y rectificación del Canal General. 3.- Mantenimiento preventivo y correctivo de las plantas de bombeo ubicadas en el Canal General.	Dependencia(s) ejecutora(s) ODAPAS CACM CACM	Costo estimado (\$) 200,000													
VI. Obras y acciones necesarias para evitar de forma definitiva la problemática 1.- Programa permanente de limpieza y desazolve de la red de drenaje. 2.- Limpieza, desazolve y rectificación del Canal General. 3.- Mantenimiento preventivo y correctivo de las plantas de bombeo ubicadas en el Canal General.	Dependencia(s) ejecutora(s) ODAPAS CACM CACM	Costo estimado (\$)													
VII. Reincidencia / Observaciones: Reincidencia 1.- Se registró en la temporada de lluvia de 2009, en el sitio VCH-10.															



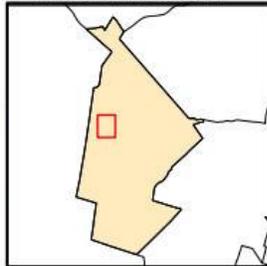
Sitios afectados por inundación

No. de Sitio	Tipo de Fenómeno	Población Vulnerable (Hab.)	Superficie Afectada m ²
VCH-05	ENCH. EN VIALIDAD	0	120,658

S I M B O L O G Í A

INUNDACIÓN URBANA	ENCHARCAMIENTO
INUNDACIÓN RURAL	DESPLAZAMIENTO DE TIERRA
GRAN ZARZA	

Mapa de Localización



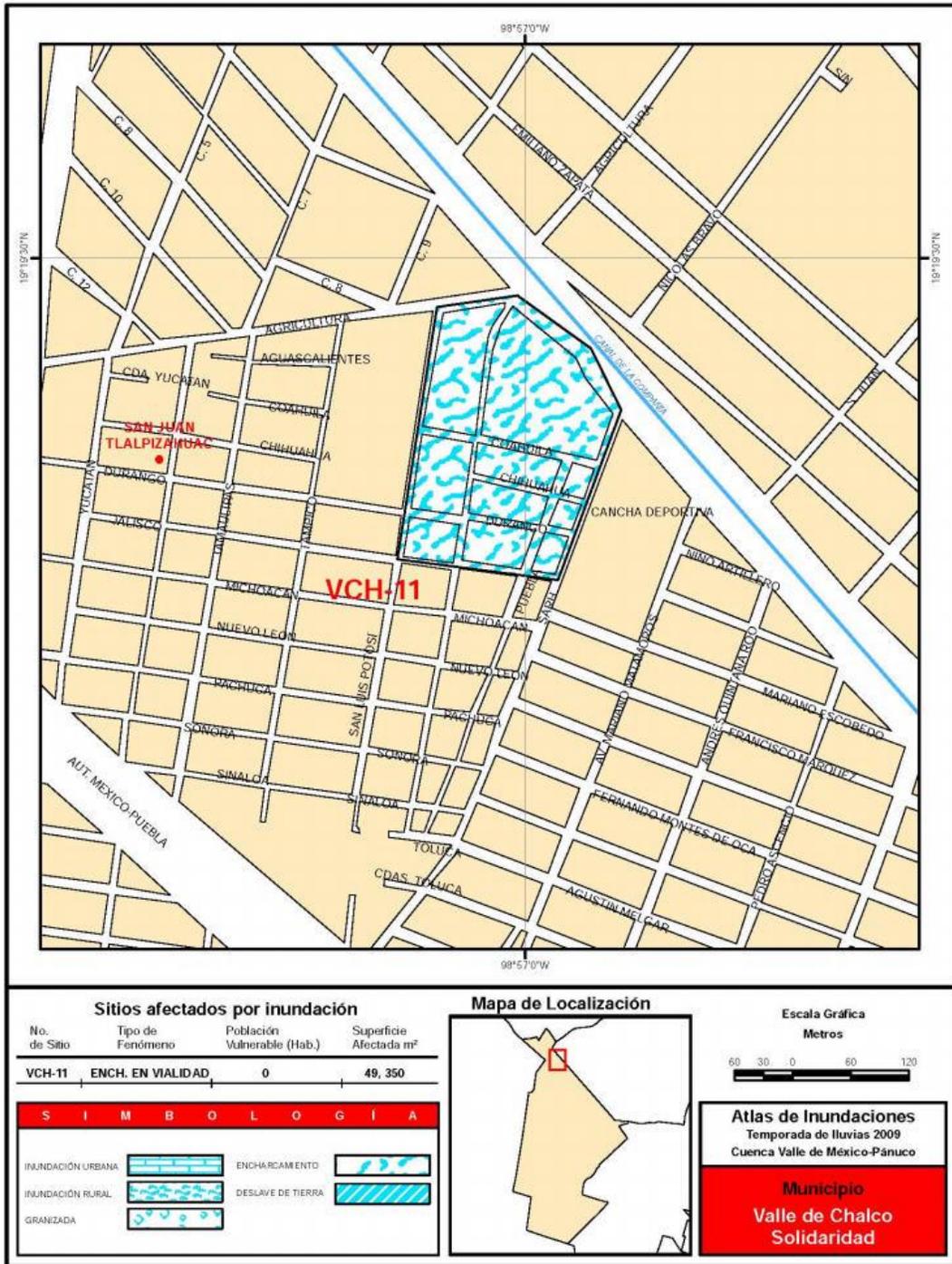
Escala Gráfica
Metros



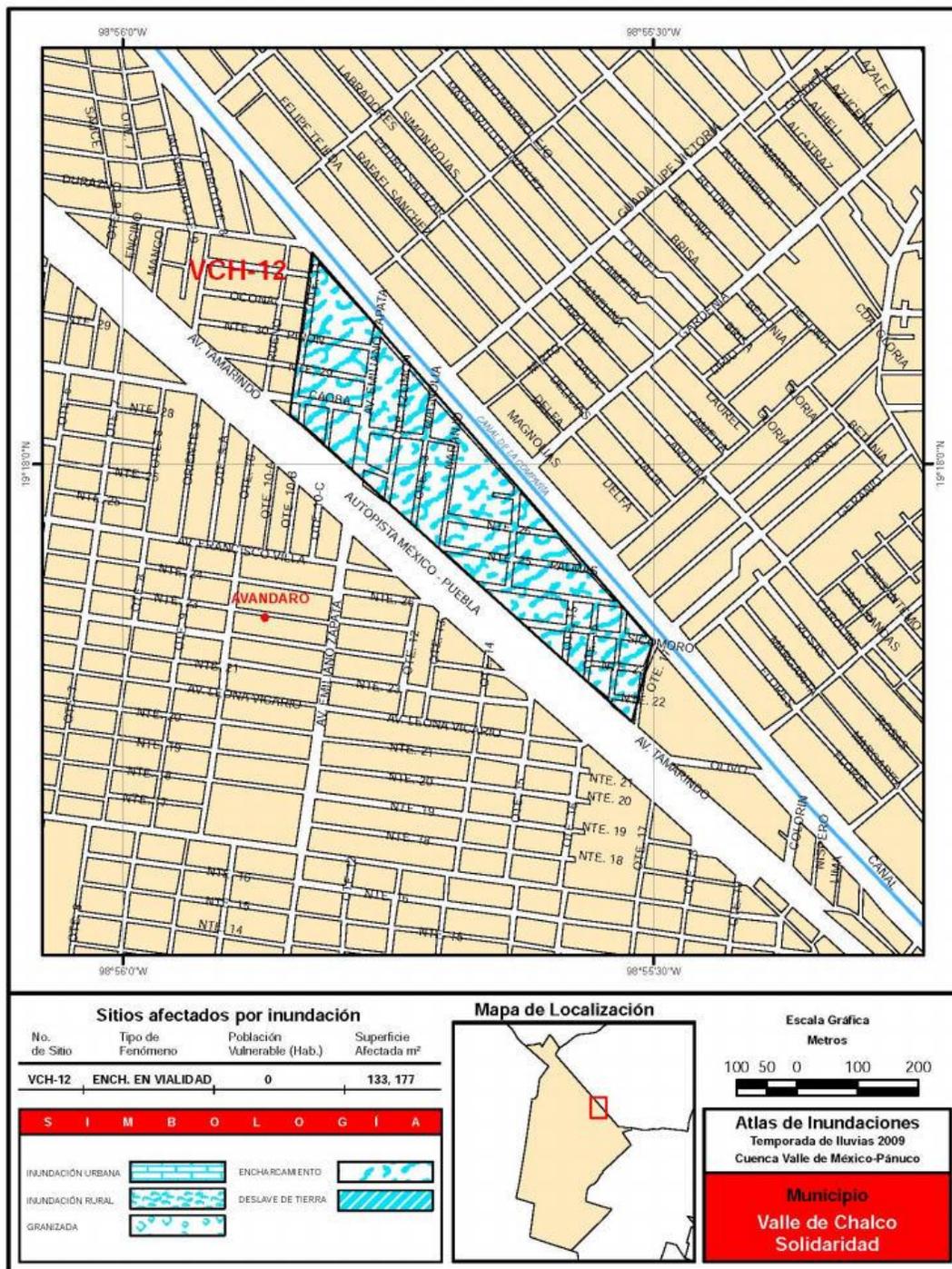
Atlas de Inundaciones
Temporada de Lluvias 2009
Cuenca Valle de México-Pánuco

**Municipio
Valle de Chalco
Solidaridad**

Cuenca: Valle de México-Pánuco Gerencia regional de la CAEM: Texcoco Municipio: Valle de Chalco Solidaridad. Clave del sitio: VCH-11 Temporada de lluvias: 2009														
I. Identificación de la zona afectada Localidad: San Juan Tlalpizahuac. Colonia(s) y/o barrio(s): San Juan Tlalpizahuac. Delimitación del área (calles): Al norte: Agricultura. Al sur: Jalisco. Al oriente: Sarh. Al poniente: San Luis Potosí. Zona: Urbana	II. Vulnerabilidad Superficie (m²): 49,350 Población (hab.): 0 <table border="1"> <tr> <td rowspan="3">Inmuebles afectados:</td> <td>Casa habitación:</td> <td>0</td> <td>Local comercial:</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Industria:</td> <td>0</td> <td>Otros:</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Edificio Público:</td> <td>0</td> <td>Total:</td> <td>0</td> </tr> </table> Fecha(s) de evento(s): 15/09/2009 Tirante(s) (m.) Vial: 0.25 Interior: 0.00 Evento: Encharcamiento en vialidad	Inmuebles afectados:	Casa habitación:	0	Local comercial:	0	Industria:	0	Otros:	0	Edificio Público:	0	Total:	0
Inmuebles afectados:	Casa habitación:		0	Local comercial:	0									
	Industria:		0	Otros:	0									
	Edificio Público:	0	Total:	0										
III. Problemática Causas: Precipitación pluvial extraordinaria. Descripción: Precipitación pluvial extraordinaria ocasionó la saturación de la red de drenaje, provocando a su vez encharcamiento en la zona descrita.														
IV. Acciones emergentes realizadas para disminuir las afectaciones	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Dependencia(s) ejecutora(s)</th> <th>Costo estimado (\$)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.- Limpieza y desazolve de la red de drenaje.</td> <td>ODAPAS</td> <td>30,000</td> </tr> <tr> <td>2.-</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3.-</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Dependencia(s) ejecutora(s)	Costo estimado (\$)	1.- Limpieza y desazolve de la red de drenaje.	ODAPAS	30,000	2.-			3.-			
	Dependencia(s) ejecutora(s)	Costo estimado (\$)												
1.- Limpieza y desazolve de la red de drenaje.	ODAPAS	30,000												
2.-														
3.-														
V. Obras y acciones contempladas para el año 2010	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Dependencia(s) ejecutora(s)</th> <th>Costo estimado (\$)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.- Programa de Limpieza y desazolve de la red de drenaje.</td> <td>ODAPAS</td> <td>200,000</td> </tr> <tr> <td>2.- Terminar la construcción del cárcamo de San Juan Tlalpizahuac.</td> <td>ODAPAS</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3.- Mantenimiento preventivo y correctivo de las plantas de bombeo ubicadas en el Canal General.</td> <td>CACM</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Dependencia(s) ejecutora(s)	Costo estimado (\$)	1.- Programa de Limpieza y desazolve de la red de drenaje.	ODAPAS	200,000	2.- Terminar la construcción del cárcamo de San Juan Tlalpizahuac.	ODAPAS		3.- Mantenimiento preventivo y correctivo de las plantas de bombeo ubicadas en el Canal General.	CACM		
	Dependencia(s) ejecutora(s)	Costo estimado (\$)												
1.- Programa de Limpieza y desazolve de la red de drenaje.	ODAPAS	200,000												
2.- Terminar la construcción del cárcamo de San Juan Tlalpizahuac.	ODAPAS													
3.- Mantenimiento preventivo y correctivo de las plantas de bombeo ubicadas en el Canal General.	CACM													
VI. Obras y acciones necesarias para evitar de forma definitiva la problemática	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Dependencia(s) ejecutora(s)</th> <th>Costo estimado (\$)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.- Programa de Limpieza y desazolve de la red de drenaje.</td> <td>ODAPAS</td> <td>200,000</td> </tr> <tr> <td>2.- Terminar la construcción del cárcamo de San Juan Tlalpizahuac.</td> <td>ODAPAS</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3.- Mantenimiento preventivo y correctivo de las plantas de bombeo ubicadas en el Canal General.</td> <td>CACM</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Dependencia(s) ejecutora(s)	Costo estimado (\$)	1.- Programa de Limpieza y desazolve de la red de drenaje.	ODAPAS	200,000	2.- Terminar la construcción del cárcamo de San Juan Tlalpizahuac.	ODAPAS		3.- Mantenimiento preventivo y correctivo de las plantas de bombeo ubicadas en el Canal General.	CACM		
	Dependencia(s) ejecutora(s)	Costo estimado (\$)												
1.- Programa de Limpieza y desazolve de la red de drenaje.	ODAPAS	200,000												
2.- Terminar la construcción del cárcamo de San Juan Tlalpizahuac.	ODAPAS													
3.- Mantenimiento preventivo y correctivo de las plantas de bombeo ubicadas en el Canal General.	CACM													
VII. Reincidencia / Observaciones: Reincidencia 1.- Se registró en la temporada de lluvia de 2009, en el sitio VCH-11.														



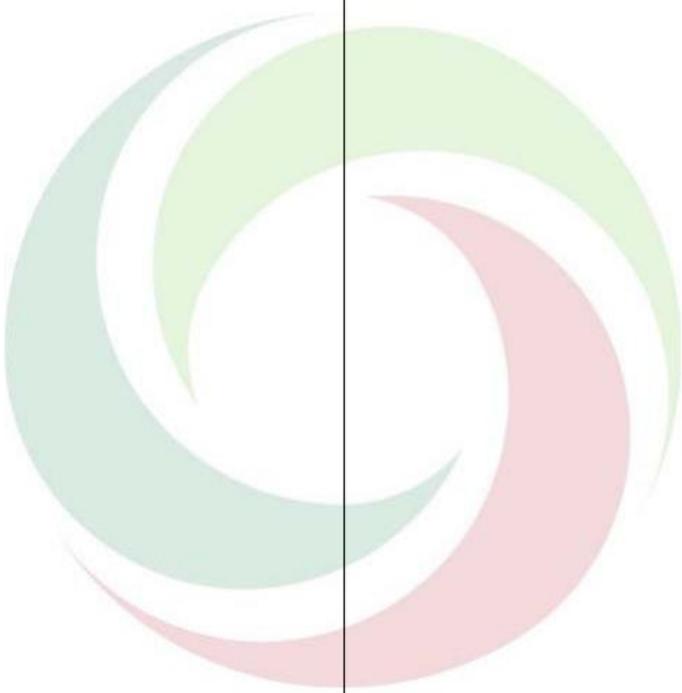
Cuenca: Valle de México-Pánuco Gerencia regional de la CAEM: Texcoco		Temporada de lluvias: 2009														
Municipio: Valle de Chalco Solidaridad. Clave del sitio: VCH-12																
I. Identificación de la zona afectada Localidad: Avándaro. Colonia(s) y/o barrio(s): Avándaro. Delimitación del área (calles): Al norte: Río de La Compañía. Al sur: Autopista México - Puebla. Al oriente: Oriente 17. Al poniente: Oriente 11. Zona: Urbana		II. Vulnerabilidad Superficie (m²): 133,177 Población (hab.): 0 <table border="1"> <tr> <td rowspan="3">Inmuebles afectados :</td> <td>Casa habitación:</td> <td>0</td> <td>Local comercial:</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Industria:</td> <td>0</td> <td>Otros:</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Edificio Público:</td> <td>0</td> <td>Total:</td> <td>0</td> </tr> </table> Fecha(s) de evento(s): Septiembre de 2009. Tirante(s) (m.) Vial: 0.30 Interior: 0.30 Evento: Encharcamiento en vialidad		Inmuebles afectados :	Casa habitación:	0	Local comercial:	0	Industria:	0	Otros:	0	Edificio Público:	0	Total:	0
Inmuebles afectados :	Casa habitación:	0	Local comercial:		0											
	Industria:	0	Otros:		0											
	Edificio Público:	0	Total:	0												
III. Problemática Causas: Precipitación pluvial extraordinaria. Descripción: Precipitación pluvial extraordinaria provocó la saturación de la red de drenaje, lo que ocasionó a la vez el encharcamiento referido.																
IV. Acciones emergentes realizadas para disminuir las afectaciones		Dependencia(s) ejecutora(s)	Costo estimado (\$)													
1.- Limpieza y desazolve de la red de drenaje.		ODAPAS	30,000													
2.- Trabajos de bombeo de achique.		ODAPAS Y CACM	10,000													
3.-																
V. Obras y acciones contempladas para el año 2010		Dependencia(s) ejecutora(s)	Costo estimado (\$)													
1.- Proyecto y construcción de 2 cárcamos de bombeo.		ODAPAS	200,000													
2.- Construcción de una línea de atrajas de 30 cm de diámetro de 130 metros y de 16 pozos de visita.		CACM														
3.- Mantenimiento preventivo y correctivo de las plantas de bombeo ubicadas en el Canal General.		CACM														
VI. Obras y acciones necesarias para evitar de forma definitiva la problemática		Dependencia(s) ejecutora(s)	Costo estimado (\$)													
1.- Programa permanente de limpieza y desazolve de la red de drenaje.		ODAPAS	200,000													
2.- Terminación del túnel canal de La Compañía.		CONAGUA														
3.- Construcción de la planta de bombeo La Caldera de 40 m ³ /seg.		CONAGUA														
VII. Reincidencia / Observaciones: En el evento se observaron filtraciones del bordo izquierdo del río de La Compañía. Reincidencia 1.- Se registró en la temporada de lluvia de 2009, en el sitio VCI1-12.																



Obras y Acciones

Municipio: Valle de Chalco Solidaridad

Obras y acciones realizadas durante el ejercicio 2009	
Operación y mantenimiento de la infraestructura existente	Construcción de nueva infraestructura
<p>Como acción preventiva la Comisión del Agua del Estado de México, realizó la limpieza y desazolve de 5,520 metros lineales de redes de atarjeas, desazolve de 336 metros de canales y drenes a cielo abierto y desazolve de un cárcamo de bombeo de aguas negras y limpieza de 46 fosas sépticas.</p>	<p>Se requiere de proyectos para mejorar la infraestructura de drenaje.</p>



Obras y Acciones

Municipio: Valle de Chalco Solidaridad

Obras y acciones programadas para el ejercicio 2010	
Operación y mantenimiento de la infraestructura existente	Construcción de nueva infraestructura
<p>Ante la problemática que se presentó durante los días 3,4 y5 de febrero de 2010, por las lluvias atípicas invernales que ocasionó la saturación del bordo del río de La Compañía en el km 27.5 de la Autopista México- Puebla colapsando el lado sur. Esta inundación afectó a más de 2,100 viviendas, en esta contingencia participaron las dependencias de los tres niveles de gobierno involucradas, para auxiliar a la población y restaurar el orden una vez controlado el bordo que se colapsó.</p> <p>Por parte del Organismo Operador se realizará el mantenimiento de la red de drenaje y del cárcamo de bombeo de aguas negras San Martín Xico y San Juan Tlalpizahuac.</p> <p>La CAEM realizará la limpieza, desazolve y dragado del Canal General.</p>	<p>Para evitar una situación semejante a la presentada, la Comisión Nacional del Agua concluirá la obra del colector profundo del río de La Compañía y el reforzamiento de 15 puntos vulnerables en los bordos.</p> <p>Se construirá la laguna de regulación y ampliación de la Laguna de regulación La Gasera y se realizará la elevación de la Autopista en el tramo comprendido del 4+500 al 5+100 con muro de contención.</p> <p>La CAEM, rehabilitará y aumentará las plantas de bombeo ubicadas en el Canal General.</p>

Directorio de Centros de Auxilio

Municipio : Valle de Chalco Solidaridad

Nombre	Dirección	Teléfono(s)
Unidad de Protección Civil	Av. Tezozómoc S/N, esq. López Mateos, Col. Xico, 1a Secc., Valle de Chalco Solidaridad, Méx.	59 71 40 60 - 59 71 78 90
Gerencia Regional de la CAEM (Texcoco)	Av. 3a Avenida S/N, Col. Evolución, Nezahualcóyotl, Edo. de Méx.	57 65 15 09 - 57 65 67 88
Organismo Municipal de Agua (ODAPAS)	Av. Adolfo López Mateos, casi esq. Av. Tezozómoc S/N, Col. Xico 1a. Sección Valle de Chalco S.	59 71 11 85
Comandancia de Bomberos	Av. Tezozómoc S/N, esq. López Mateos, Col. San Miguel Xico 2a. Sección, Valle de Chalco S.	59 71 40 60 - 59 71 78 90
Seguridad Pública Municipal	Av. Alfredo del Mazo esq. Av. Tezozómoc S/N, Col. Alfredo Baranda, Valle de Chalco S., Méx.	59 71 43 19 - 59 71 86 73
Seguridad Pública Estatal (Chalco)	Lateral Autopista y Av. Emiliano Zapata, Col. San Isidro, Valle de Chalco Solidaridad, Méx.	59 71 43 19

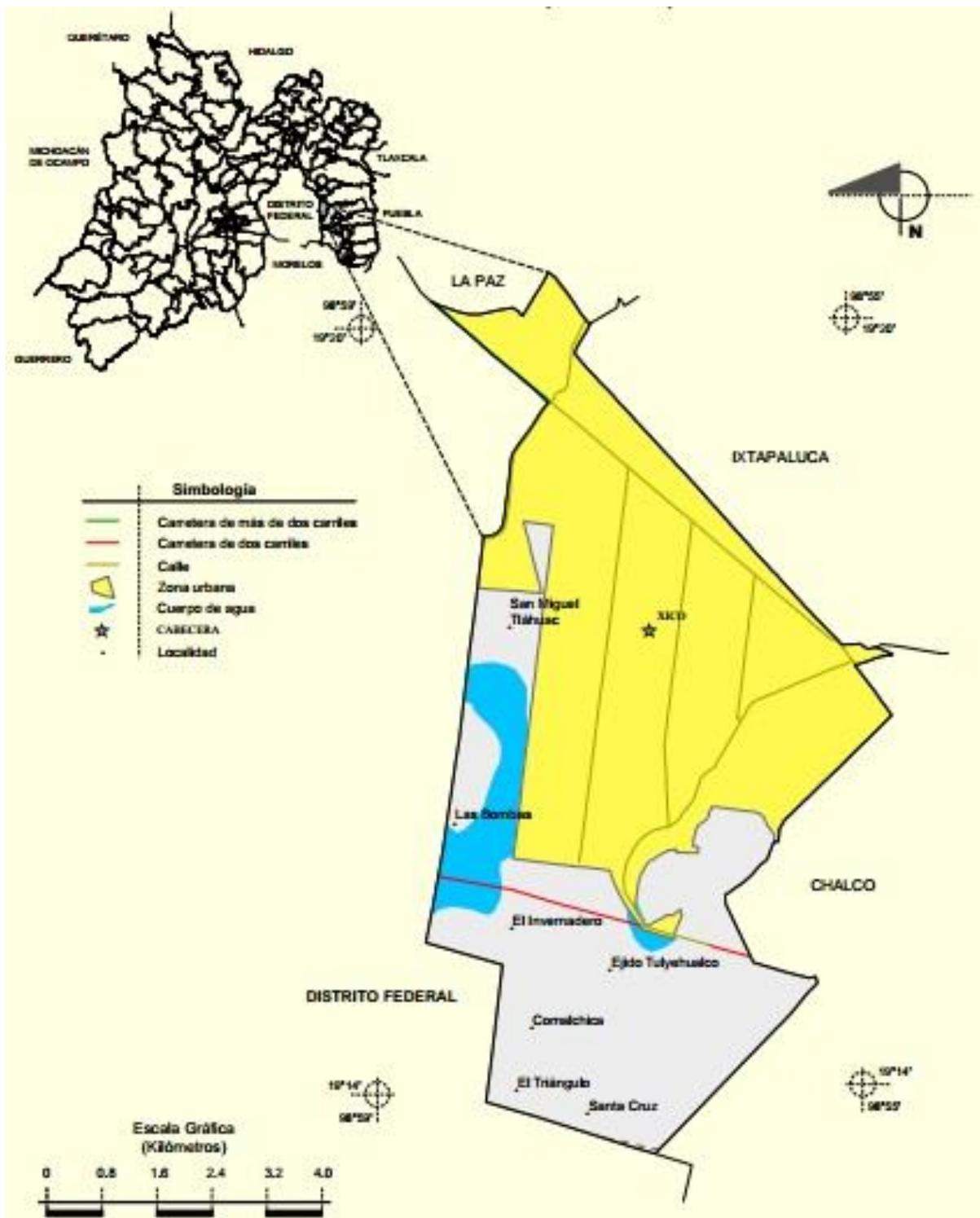


Figura 7.3 Ubicación Geográfica del Municipio de Valle de Chalco Solidaridad, (INEGI; 2010).

7.3 Anexo C; Reconocimientos.

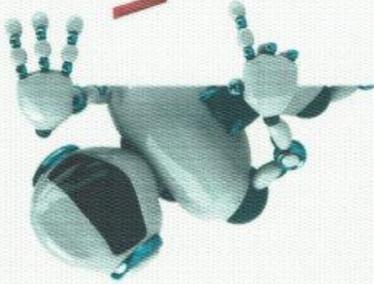


Universidad Autónoma del Estado de México
Centro Universitario UAEM Temascaltepec

Otorga la presente
CONSTANCIA

A: C. HÉCTOR DELGADO HERNÁNDEZ

Por su participación en el
VIII Coloquio de investigación 2012-B de la MACSCO
Llevado a cabo el 13 de Diciembre del 2012, en el
Centro Universitario UAEM Temascaltepec



U A E M
CENTRO UNIVERSITARIO
TEMASCALTEPEC
DIRECCIÓN



Dr. En Edu. Manuel Antonio Pérez Chávez
Encargado del Despacho del Centro Universitario
UAEM Temascaltepec y su Extensión Tejupilco



Dr. En Edu. Daniel Cardoso Jiménez
Subdirector Académico





Otorga la presente

Constancia

a

**S. Olmos-Peña, R. G. Cruz- Flores, C. Juárez- Landín, H. Delgado-
Hernández**

Por la presentación oral del trabajo:

**MODELO DE SOFTWARE PARA EL ANÁLISIS DE RIESGO DE INUNDACIÓN
UTILIZANDO EL ENFOQUE SISTÉMICO, CASO: VALLE DE CHALCO SOLIDARIDAD**

En el Congreso Internacional en Tecnología, Innovación y Docencia
(CITID 2015)

Celebrado del 20 al 24 de Abril del 2015

Zacatepec, Mor. a 21 de Abril del 2015

ING. ROBERTO ORTIZ DELGADILLO
DIRECTOR DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ZACATEPEC





The Mexican Society for Artificial Intelligence and the Autonomous Metropolitan University award this certificate to:

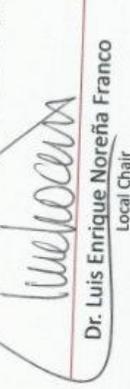
Ing. Héctor
Delgado Hernández

for attending

The 12th Mexican International
Conference on Artificial
Intelligence

México D.F., México. November 24 - 30, 2013


Dr. Alexander Gelbukh
Conference Chair


Dr. Luis Enrique Noreña Franco
Local Chair


M. en C. Rafaela Blanca Silva López
Local Co-Chair



UAEM

Universidad Autónoma
del Estado de México



Centro Universitario UAEM Valle de Chalco

**4^{to} Coloquio
Internacional
de Cómputo e Informática**
13 al 15 de noviembre de 2013

Otorga la presente

Constancia

Al Ing. Héctor Delgado Hernández

Por su participación con la Ponencia “Modelo de Software para el Análisis de Riesgo de Inundación Utilizando el Enfoque Sistémico, Caso: Valle de Chalco Solidaridad” en el marco del 4to. Coloquio Internacional de Computación e Informática

Valle de Chalco, Estado de México a 13 de Noviembre de 2013.

Dr. René Guadalupe Cruz Flores
Coordinador de Investigación

Dra. Magally Martínez Reyes
Directora del Centro Universitario

M. en Ed. Anabelem Soberanes Martín
Lider de C. A. Cómputo Aplicado



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA
SECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN



**XIV CONGRESO NACIONAL DE INGENIERÍA
ELECTROMECAÁNICA Y DE SISTEMAS**

OTORGA EL PRESENTE

DIPLOMA

A:

**S. OLMOS PEÑA,
H. DELGADO HERNÁNDEZ,
J. L. SÁNCHEZ RAMÍREZ
y C. JUÁREZ LANDÍN**

Por su participación con la conferencia

**ANÁLISIS PRELIMINAR DE LAS INUNDACIONES
EN EL MUNICIPIO DE VALLE DE CHALCO
UTILIZANDO UN MODELO SISTÉMICO**

México, D.F., 11 al 15 de noviembre de 2013

DR. MAURO ALBERTO ENCISO AGUILAR
Jefe de la Sección de Estudios de Posgrado
e Investigación de la ESIME

ING. RAFAEL NAVARRETE ESCALERA
Director de la ESIME Unidad Zacatenco



UAEM | Universidad Autónoma
del Estado de México
Centro Universitario UAEM Valle de Chalco



Constancia
A: Delgado Hernández Héctor

Por su participación con la Ponencia “Software model for flood risk analysis using the systemic approach, case: Valle de Chalco Solidaridad” en el marco del Simposio Académico de Ciencia, Investigación y Tecnología

Valle de Chalco, Estado de México a 5 de Diciembre de 2013.

M. en Ed. Anabelem Soberanes Martín
Subdirectora Académica del C.U.

Dra. Magally Martínez Reyes
Directora del Centro Universitario



Universidad Autónoma del Estado de México
 Centro Universitario UAEM Atlaomulco

S E O T O R G A L A P R E S E N T E

CONSTANCIA

A: HÉCTOR DELGADO HERNÁNDEZ

Por su PARTICIPACIÓN en el "IX Coloquio de Investigación de la Maestría en Ciencias de la Computación 2013-A", llevado a cabo en el Centro Universitario UAEM Atlaomulco, el día 30 de mayo del 2013.



"2013, 50 Aniversario Luctuoso del Poeta Heliberto Enriquez"

[Firma manuscrita]

M. EN A. FIDENCIO OCHOA FLORES
 Encargado del Despacho de la Dirección del
 Centro Universitario UAEM Atlaomulco



UAEM | Universidad Autónoma
del Estado de México
Centro Universitario UAEM Valle de Chalco



Constancia
A: Delgado Hernández Héctor

Por su participación con la Ponencia "Software model for flood risk analysis using the systemic approach, case: Valle de Chalco Solidaridad" en el marco del Simposio Académico de Ciencia, Investigación y Tecnología

Valle de Chalco, Estado de México a 5 de Diciembre de 2013.

M. en Ed. Anabelem Soberanes Martín
Subdirectora Académica del C.U.

Dra. Magally Martínez Reyes
Directora del Centro Universitario



UAEM | Universidad Autónoma
del Estado de México

CUTex
Centro Universitario UAEM Texcoco

Otorga a

Delgado Hernández Héctor

el presente

Reconocimiento

Por disertar su tema de investigación en este
Campus Universitario el 28 de noviembre de 2013,
en el marco del X Coloquio de Investigación de la
Maestría en Ciencias de la Computación 2013-B.

Patria, Ciencia y Trabajo

"2013, 50 Aniversario Luctuoso del Poeta Heriberto Enríquez"


Dr. en Ed. Carlos G. Vega Vargas
Encargado del Despacho de la Dirección
DIRECCIÓN



III
REUNIÓN
INTERNACIONAL
GT SOCIOLOGÍA DEL
RIESGO Y LA INCERTIDUMBRE
ASOCIACIÓN INTERNACIONAL DE SOCIOLOGÍA

Otorga la presente
CONSTANCIA a

Delgado Hernández Héctor

Por haber participado como **PONENTE** en la
III REUNIÓN INTERNACIONAL DEL GT 04
LÓGICAS Y PRÁCTICAS DEL RIESGO Y LA INCERTIDUMBRE

G. Mythen

DR. GABE MYTHEN
Presidente del Grupo Temático 04
Asociación Internacional de Sociología

Ciudad de México, 26 de febrero de 2016



8 Referencias

- Aerts, J. C., & Droogers, P. (Edits.). (2004). *Climate Change in Contrasting River Basins – Adaptation Strategies for Water, Food and Environment*. Cambridge, Massachusetts, Estados Unidos: CABI Publishing. Recuperado el 15 de Enero de 2014, de https://www.researchgate.net/profile/Peter_Droogers/publication/40744777_Adaptation_to_climate_change_a_research_agenda_for_the_future/links/0c96052d397db22466000000.pdf
- Andersen, T. J. (2002). *Innovative Financial Instruments for Natural Disaster Risk Management*. Washington, D.C., New York, Estados Unidos: Felipe Herrera Library - Inter-American Development Bank. Recuperado el 13 de Septiembre de 2014, de <https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/4802/Innovative%20Financial%20Instruments%20for%20Natural%20Disaster%20Risk%20Management.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Annan, K. A. (2005). "In larger freedom: towards development, security and human rights for all". Reporte, General Assembly. Recuperado el 02 de Noviembre de 2014, de <http://www.ohchr.org/Documents/Publications/A.59.2005.Add.3.pdf>
- Berke, P., Kartez, J., & Wenger, D. (1993). Recovery after Disaster: Achieving Sustainable Development, Mitigation and Equity. *Disasters*, 17(2), 93 - 109. Recuperado el 16 de Enero de 2015
- Bertalanffy, L. (1981). *A systems view of man*. (P. La Violette, Ed.) Michigan, Estados Unidos: Westview Press.
- Burack, E. H. (1990). *Planificación y aplicaciones creativas de recursos humanos: una orientación estratégica* (Primer edición en Español ed., Vol. 1). Ediciones Díaz de Santos. Recuperado el 27 de Mayo de 2017
- Burton, I., Kates, R. W., & White, G. F. (1993). *The Environment as Hazard* (Ilustrada ed.). New York, States Unites: Guilford Press. Recuperado el 12 de Septiembre de 2014
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). (2003). *Manual para la evaluación del impacto socioeconómico y ambiental de los desastres*. CEPAL. Recuperado el 12 de Agosto de 2014, de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/2781/S2003646_es.pdf?sequence=5
- Cerezo López, Y., Caballero Roldán, R., & Peñalba Rodríguez, O. (2007). *Iniciación a la programación en C#: un enfoque práctico*. Las Rosas, Madrid: Delta Publicaciones. Recuperado el 23 de Febrero de 2017
- Checkland, P. (1999). *Systems thinking, systems practice - Soft systems methodology*. Michigan: John Wiley. Recuperado el 19 de Febrero de 2014
- Checkland, P., & Scholes, J. (1990). *Soft Systems Methodology in Action*. Wiley. Recuperado el 3 de Noviembre de 2013
- Cuny, F. C., & America, O. (1983). *Disasters and development* (Ilustrada ed.). (G. Wilches, & Chaux, Trads.) Oxford University Press. Recuperado el 12 de Mayo de 2014
- Emery, F. E. (1981). *Systems thinking : selected readings*. Harmondsworth , Hillingdon, Londres: Penguin Books. Recuperado el 29 de Septiembre de 2015

- (2001). *Environment Management and the Mitigation of Natural Disasters: a Gender Perspective*. Report, Inter-Agency Secretariat of the International Strategy for Disaster Reduction (UN/ISDR), United Nations Division for the Advancement of Women (DAW), Ankara. Recuperado el 29 de Mayo de 2015, de http://www.un.org/womenwatch/daw/csw/env_manage/documents/EGM-Turkey-final-report.pdf
- Espinoza R., I. D., & Gómez C., V. C. (2009). *ANÁLISIS DE LOS RIESGOS OPERATIVOS Y OCUPACIONALES EXISTENTES EN EL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE PETRÓLEO DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE – NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI*. Barcelona: UNIVERSIDAD DE ORIENTE NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI. Recuperado el 23 de Enero de 2015, de <http://ri.biblioteca.udo.edu.ve/bitstream/123456789/1024/1/Tesis.An%c3%a1lisis%20de%20riesgo.pdf>
- Fischer, H. W. (1998). The role of the new information technologies in emergency mitigation, planning, response and recovery. *Disaster Prevention and Management: An International Journal*, 7, 28-37.
doi:<https://doi.org/10.1108/09653569810206262>
- Gamboa Sarmiento, S. C. (2004). *Creatividad y entornos virtuales de aprendizaje*. Bogotá, Colombia: U. Pedagógica Nacional. Recuperado el 2 de Noviembre de 2017
- Giner de la Fuente, F. (215). *Los sistemas de información en la sociedad del conocimiento*. Esic Editorial. Recuperado el 12 de Junio de 2015
- Granot, H. (1997). Emergency inter-organizational relationships. *Disaster Prevention and Management: An International Journal*, 6(5), 305-310.
doi:<https://doi.org/10.1108/09653569710193736>
- Graumann, A., Houston, T., Lawrimore, J., Levinson, D., Lott, N., McCown, S., . . . Wuertz, D. (2005). *Hurricane Katrina: A Climatological Perspective : Preliminary Report*. U.S. Department of Commerce. U.S. Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration, National Environmental Satellite Data and Information Service, National Climatic Data Center,. Obtenido de <https://www.hsdl.org/?view&did=485631>
- Helmer, M., & Hilhorst, D. (2006). Natural disasters and climate change. *Disasters*. Recuperado el 29 de Junio de 2015
- Hernández Orozco, C. (1996). *Análisis administrativo. Técnicas y Métodos*. Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia. Recuperado el 22 de Junio de 2016
- Huang, Z., Zhou, J., Song, L., Lu, Y., & Zhang, Y. (2010). Flood disaster loss comprehensive evaluation model based on optimization support vector machine. *Expert Systems with Applications*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.eswa.2009.11.039>
- Jonkman, S. N., & Kelman, I. (s.f.). An analysis of the causes and circumstances of flood disaster deaths. (2005, Ed.) *Disasters*(29), 75-97. Recuperado el 23 de Julio de 2014, de https://d1rkab7tlqy5f1.cloudfront.net/CiTG/Over%20faculteit/Afdelingen/Hydraulische%20Engineering/Hydraulic%20Structures%20and%20Flood%20Risk/staff/Jonkman_SN/Disasters_floodfatalities.pdf
- Kerry, E. (2005). Increasing destructiveness of tropical cyclones over the past 30 years. 436. Recuperado el 17 de Febrero de 2015, de <ftp://texmex.mit.edu/pub/emanuel/PAPERS/NATURE03906.pdf>

- Kouzmin, A., Jarman, A., & Rosenthal, U. (s.f.). Inter-organizational policy processes in disaster management. *Disaster Prevention and Management: An International Journal*, 4(2), 20-37. doi:<https://doi.org/10.1108/09653569510082669>
- Kreimer, A., & Arnold, M. (2000). *Managing Disaster Risk in Emerging Economies World Bank*. (A. Kreimer, & M. Arnold, Edits.) Washington D.C., Estados Unidos: The World Bank. Obtenido de <http://documents.worldbank.org/curated/en/372441468740717582/pdf/multi-page.pdf>
- Marsh, T. J. (Septiembre de 2001). The 2000/01 floods in the UK— a brief overview. *Weather*, 56(10), 343-345. doi:10.1002/j.1477-8696.2001.tb06506.x
- McCarthy, J. J., Canziani, O. F., Leary, N. A., Dokken, D. J., & White, K. S. (2001). *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. United States of America: CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS. Recuperado el 18 de Agosto de 2014, de http://hcl.harvard.edu/collections/ipcc/docs/27_WGIITAR_FINAL.pdf
- McEntire, D., & Fuller, C. (2002). The need for a holistic theoretical approach: an examination from the El Niño disasters in Peru. *Disaster Prevention and Management: An International Journal*, 11(2), 128-140. doi:<https://doi.org/10.1108/09653560210426812>
- Mileti, D. (1999). *Disasters by Design: A Reassessment of Natural Hazards in the United States Natural Hazards and Disasters: Reducing Loss and Building Sustainability in a Hazardous World: A Series*. Washington D. C., Estados Unidos: National Academies Press. Recuperado el 17 de Octubre de 2014
- Monday, J. L. (2002). *Building back better: Creating a sustainable community after a disaster*. Natural Hazards Informer. Recuperado el 16 de Noviembre de 2015
- NRI MORT User's Manual*. (2002). Recuperado el 12 de Diciembre de 2016, de http://www.nri.eu.com/NRI1_2002.pdf
- O'Brien, G., O'keefe, Phil, Rose, Joanne, & Wisner, Ben. (01 de Abril de 2006). Climate Change and Disaster Management. *Disasters*. doi:10.1111/j.1467-9523.2006.00307.x
- Office of the United Nations Disaster Relief Co-ordinator. South Pacific Programme Office. (1997). *The economic impact of natural disasters in the South Pacific with special reference to Fiji, Western Samoa, Niue and Papua New Guinea*. South Pacific Programme Office of the United Nations.
- Oficina del Coordinador para el Socorro en Casos de Desastre (UNDRO). (1979). *Prevención y mitigación de desastres: Compendio de los conocimientos actuales*. Naciones Unidas, Oficina del Coordinador para el Socorro en Casos de Desastre . Nueva York: Publicaciones de las Naciones Unidas. Recuperado el 15 de Diciembre de 2013
- OPS (Organización Panamericana de la Salud). (2000). *Los desastres naturales y la protección de la salud*.(575), 144. Recuperado el 22 de Octubre de 2014, de <http://iris.paho.org/xmlui/bitstream/handle/123456789/748/9275315752.pdf?sequence=1&isAllowed=y&ua=1>
- Ortegón, E., & Pacheco, J. F. (2004). *Los sistemas nacionales de inversión pública en Centroamérica: marco teórico y análisis comparativo multivariado*. Santiago de Chile, Chile: CEPAL. Obtenido de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5601/S046536_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Perrow, C. (2011). *Normal Accidents: Living with High Risk Technologies*. Princeton , New Jersey, Estados Unidos de Norte America: Princeton University Press. Recuperado el 19 de Mayo de 2015
- Quaranteili, E. (1984). "Organizational behavior in disasters and implications for disaster planning". *Monographs of the National Emergency Training Center, 1(2)*, 1-31. Recuperado el 11 de Julio de 2016
- Reyes, J. S., & Beard, A. N. (Junio de 2006). A Systemic Analysis of the Paddington Railway Accident. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers Part F Journal of Rail and Rapid Transit, 220(2)*, 121-151. Recuperado el 30 de Junio de 2014
- Reyes, J. S., & Beard, A. N. (Noviembre de 2009). A systemic analysis of the Edge Hill railway accident. *Accident; analysis and prevention, 41(6)*, 1133-1144. Recuperado el 14 de Agosto de 2015
- Reyes, J. S., & Beard, A. N. (2010). "A Systemic approach to managing natural disasters" en "Advanced ICTs for Disaster management and Threat Detection-Collaborative and Distributed Frameworks" IGI Global research collection. (E. Asimakopoulou, & N. Bessis, Edits.) Recuperado el 4 de Septiembre de 2014
- Rodolfo, K. S., & Siringan, F. P. (2006). Global sea-level rise is recognized, but flooding from anthropogenic land subsidence is ignored around northern Manila Bay, Philippines. *Disasters, 118-139*.
- Rogers, W. P. (1986). *Report of the presidential commission on the space shuttle challenger accident*. Washington D.C.: DIANE Publishing Company, Southgate Publishers. Recuperado el 22 de Febrero de 2014
- Schipper, L., & Pelling, M. (Marzo de 2006). Disaster risk, climate change and international development: scope for, and challenges to, integration. *Disasters, 30(1)*, 19-38. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1467-9523.2006.00304.x>
- Serrano Dúran, J. M. (2001). *Análisis de gestión de riesgos en el mantenimiento de un sistema eléctrico caso de: una subestación de alta tención*. México: INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL. Recuperado el 6 de Septiembre de 2015, de <http://www.sepi.esimez.ipn.mx/msistemas/archivos/Serrano%20Duran%20Jose%20Manuel.pdf>
- Sommerville, I. (2005). *Ingeniería del software* (Septima ed.). (M. I. Alfonso Galipienso, Trad.) Madrid, España: Pearson Educación. Recuperado el 9 de Septiembre de 2015
- Spathelf, P., Maaten, E. V., Maaten, M. V., Theunissen, Campioli, M., & Dorota, D. (2014). Climate change impacts in European forests: the expert views of local observers. *Annals of forest science. - Paris, 71:2(2014)*, 131-137. doi:DOI 10.1007/s13595-013-0280-1
- Spona, H. (2010). *Programación de bases de datos con MySQL y PHP*. Barcelona, España: Marcombo. Recuperado el 12 de Febrero de 2017
- Steenge, A. E., & Bočkarjova, M. (23 de Mayo de 2007). Thinking about Imbalances in Post-catastrophe Economies: An Input–Output based Proposition. *Economic Systems Research, 19(2)*, 205-223. Recuperado el 12 de Diciembre de 2014
- Thomalla, F., Downing, T., Spanger-Siegfried, E., Han, G., & Rockström, J. (1 de Marzo de 2006). Reducing hazard vulnerability towards a common approach between disaster risk reduction and climate adaptation. *Disasters, 30(1)*, 39-48. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1467-9523.2006.00305.x>

- Trenberth, K. (17 de Junio de 2005). Uncertainty in Hurricanes and Global Warming. *Science*, 308(5729), 1753-1754. doi:DOI: 10.1126/science.1112551
- Udry, C. (Septiembre de 1990). Credit Markets in Northern Nigeria: Credit as Insurance in a Rural Economy. *The World Bank Economic Review*, 4(3), 251-269. Recuperado el 27 de Febrero de 2014
- Udry, C. (Julio de 1994). Risk and Insurance in a Rural Credit Market: An Empirical Investigation in Northern Nigeria. *The Review of Economic Studies*, 61(3), 495-526. doi:DOI: 10.2307/2297901
- United Nations Development Programme. (2004). *Reducing Disaster Risk. A challenge for the Development*. New York: John S. Swift Co. Recuperado el 12 de Noviembre de 2013, de http://www.planat.ch/fileadmin/PLANAT/planat_pdf/alle_2012/2001-2005/Pelling__Maskrey_et_al_2004_-_Reducing_Disaster_Risk.pdf
- United Nations Development Programme. (2005). *Survivors of the tsunami: One year later. United Nations Development Programme*. New York. Recuperado el 30 de Octubre de 2013, de www.undp.org/bcpr
- Van Aalst, M. K. (30 de marzo de 2006). *National Center for Biotechnology Information*. Recuperado el 15 de 06 de 2016, de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/:http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16512858>
- Van Aalst, M. K. (2006). The impacts of climate change on the risk of natural disasters. En *Disasters* (págs. 5-18). Recuperado el 16 de mayo de 2013, de [humanitarianlibrary.org:https://www.humanitarianlibrary.org/sites/default/files/2013/06/Disasters%2C%20Impacts%20of%20Climate%20Change%2C%20Maarten%202006.pdf](https://www.humanitarianlibrary.org/sites/default/files/2013/06/Disasters%2C%20Impacts%20of%20Climate%20Change%2C%20Maarten%202006.pdf)
- Van der Veen, A., Steenge, A. E., Bockarjova, M., & Logtmeijer, C. (2003). *Structural Economic. Effects of Large- Scale Inundation: A Simulation of the Krimpen Dike Breakage*. Delft. Delft Cluster. Recuperado el 4 de Noviembre de 2013
- Vroom, V. H., & Yetton, P. W. (1973). *Leadership and Decision Making*. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press. Recuperado el 30 de Agosto de 2014
- Webster, P. J., Holland, G., Curry, J., & Chang, H. R. (Enero de 2005). Changes in Tropical Cyclone Number, Duration, and Intensity in a Warming Environment. *Science*, 309(5742), 1844-1846. doi:DOI: 10.1126/science.1116448
- Weichselgartner, J. (2001). Disaster mitigation: the concept of vulnerability revisited. *Disaster Prevention and Management: An International Journal*, 10(2), 85-95. Recuperado el 15 de Diciembre de 2015
- Wilson, H. C. (200). Emergency response preparedness: small group training- Part I- training and learning styles. *Disaster Prevention and Management: An International Journal*, 9(2), 105-116. Recuperado el 30 de Mayo de 2013