



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
POSGRADO EN GEOGRAFÍA
CENTRO DE INVESTIGACIONES EN GEOGRAFÍA AMBIENTAL
INSTITUTO DE GEOGRAFÍA
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS

**EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD A TSUNAMIS EN
CUYUTLÁN, COLIMA.**

TESIS:
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
DOCTOR EN GEOGRAFÍA

PRESENTA:
NÉSTOR CORONA MORALES

TUTOR:
MARÍA TERESA RAMÍREZ HERRERA

COMITÉ TUTOR:
MARCELO LAGOS LÓPEZ
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE

JOSÉ LUIS MACÍAS VÁZQUEZ
INSTITUTO DE GEOFÍSICA, UNAM

MÉXICO, D. F. DICIEMBRE 2012

AGRADECIMIENTOS

A CONACYT por proporcionar la beca para estudios de doctorado con clave de registro CVU 24068.

A PAPPIT-UNAM por su contribución con fondos para este estudio mediante el apoyo número IN123609 y a la SEP-CONACYT Ciencia Básica apoyo número 129456.

Al Posgrado UNAM, al Centro de Investigaciones en Geografía Humana por aceptarme en el programa de Doctorado en Geografía.

A la Dra. María Teresa Ramírez Herrera por guiarme en este proceso de formación académica.

A los miembros del comité de tutores, Marcelo Lagos López y al José Luis Macías Vázquez por sus atinados comentarios en las evaluaciones semestrales y la revisión final del documento de tesis. Así como a los miembros del sínodo: José Antonio Vieyra y Avto.

Agradecimiento a Pedro Urquijo por la asesoría y capacitación y participación en el levantamiento de entrevistas a sobrevivientes. A GTT Imagining por facilitar las imágenes WorldView 2 de alta resolución, particularmente a la Geógrafo Sedna Monter.

A la comunidad de Cuyutlán, por su apoyo al brindar información de los sobrevivientes y descendientes de sobrevivientes del maremoto. Especialmente a: Doña Pachita Gaspar, el Sr. Ramón Cortez, al Sr. Vidal Mojarro Vázquez, Sra. María de Jesús Morales, Ignacio de la Madrid, al Sr. José Solórzano, y al cronista de municipio de Armería, Lic. Miguel Chávez Michel.

ÍNDICE TEMÁTICO

INTRODUCCIÓN	
RESUMEN GENERAL	
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
OBJETIVOS	
General	
Específicos	
JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	
ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO	

CAPÍTULO I. TSUNAMIS EN EL MARCO DE LOS DESASTRES NATURALES EN EL CONTEXTO GLOBAL Y LOCAL

TSUNAMIS EN EL CONTEXTO DE LOS DESASTRES NATURALES	I-3
CONDICIONES GENERALES RESPECTO A LA GENERACIÓN DE TSUNAMIS	I-4
CONTEXTO SISMO-TECTÓNICO Y PRESENCIA DE TSUNAMIS EN LAS COSTAS DEL PACÍFICO MÉXCANO	I-5
Contexto tectónico	I-5
Contexto sísmico	I-6
Tsunamis en México	I-7
Tsunamis en Cuyutlán	I-9
CONCLUSIONES	I-10
REFERENCIAS	I-11

CAPÍTULO II. MAPEO Y RECONSTRUCCIÓN HISTÓRICA DEL GRAN TSUNAMI DEL 22 DE JUNIO 1932 EN LAS COSTAS DEL PACÍFICO MEXICANO

INTRODUCCIÓN	II-2
Historial de tsunamis en el área de estudio	II-3
MÉTODOS	II-6
RESULTADOS	II-9
Revisión de las características de Cuyutlán previas al Tsunami	II-9
<i>Sociedad y economía</i>	II-9
<i>Construcciones</i>	II-9
Características físicas del tsunami	II-10

<i>Origen y Tiempo de arribo</i>	II-10
<i>Nivel medio del mar y retroceso del mar</i>	II-12
<i>Altura de la inundación</i>	II-12
<i>Profundidad de Inundación</i>	II-13
<i>Materiales arrastrados por el tsunami</i>	II-15
<i>Otros</i>	II-15
<i>Efectos directos del tsunami</i>	II-15
<i>Efectos indirectos</i>	II-17
<i>Intensidad del tsunami</i>	II-18
DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	II-17
AGRADECIMIENTOS	II-20
REFERENCIAS	II-20

CAPÍTULO III. REVELANDO EL ORIGEN DEL GRAN TSUNAMI DEL 22 DE JUNIO DE 1932 EN LAS COSTAS DEL PACÍFICO MEXICANO

INTRODUCCIÓN	III-3
MÉTODOS	III-4
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	III-5
Tiempo reportado de arribo del tsunami y localización del deslizamiento	III-5
Modelo de generación del tsunami a causa de un deslizamiento submarino	II-6
<i>Tiempo de arribo del tsunami</i>	III-11
<i>Directividad</i>	III-11
CONCLUSIONES	III-11
AGRADECIMIENTOS	III-12
REFERENCIAS	III-12

CAPÍTULO IV. EVALUACIÓN DEL GRADO DE VULNERABILIDAD A LA AMENAZA DE TSUNAMIS: EL CASO DE CUYUTLÁN, COLIMA

INTRODUCCIÓN	IV-3
Amenaza de tsunami	IV-4
Vulnerabilidad	IV-4
Evaluación de vulnerabilidad a tsunamis	IV-5
El área de estudio y la amenaza de tsunamis	IV-6

MÉTODOS	IV-7
Definición de la amenaza por tsunamis	IV-7
Determinación de elementos para la evaluación de vulnerabilidad a tsunamis	
<hr/>	
IV-8	
Evaluación de Vulnerabilidad a tsunamis	IV-8
<i>Evaluación de la vulnerabilidad de la población a tsunamis</i>	IV-9
<i>Evaluación de la vulnerabilidad de las edificaciones (equipamiento e infraestructura)</i>	IV-12
<i>Evaluación de vulnerabilidad de los medios y formas de subsistencia (actividades económicas, sociales y culturales)</i>	IV-14
RESULTADOS	IV-14
El peor escenario de tsunamis en Cuyutlán	IV-14
Componentes de la amenaza de tsunami	IV-15
Perfil general del asentamiento poblacional de Cuyutlán	IV-18
<i>Dinámica poblacional</i>	IV-19
Vulnerabilidad de la población	IV-21
Vulnerabilidad de las edificaciones (Equipamiento e infraestructura)	IV-25
Vulnerabilidad las actividades económicas, sociales y culturales	IV-26
<i>Actividades sociales y culturales</i>	IV-27
DISCUSION Y CONCLUSIONES	IV-28
Definición de la amenaza de tsunamis y sus componentes	IV-28
Evaluación de vulnerabilidad a tsunamis en Cuyutlán	IV-29
BIBLIOGRAFÍA	IV-32

CONCLUSIONES GENERALES

ANEXOS

ANEXO I. MAPPING AND HISTORICAL RECONSTRUCTION OF THE GREAT MEXICAN 22 JUNE 1932 TSUNAMI

ANEXO II. TÉCNICAS HISTÓRICO-ETNOGRÁFICAS EN LA RECONSTRUCCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE TSUNAMIS: EL EJEMPLO DEL GRAN TSUNAMI DEL 22 DE JUNIO DE 1932, EN LAS COSTAS DEL PACÍFICO MEXICANO.

ANEXO III. REVEALING THE ORIGIN OF THE GREAT TSUNAMI OF JUNE 22, 1932 OFF THE PACÍFIC COAST OF MÉXICO.

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO I

- Figura I. 1 Cantidad de muertes provocadas por desastres naturales. _____ II-3
- Figura I. 2. A) Actividad sísmica en la costa del Pacífico Mexicano 17320-2012; B) Distribución de los epicentros de los sismos generadores de tsunamis en el periodo de 1732-2003 _____ II-6
- Figura I.3. Cantidad de sismos de acuerdo a su magnitud (M_s) _____ II-6
- Figura I. 4. Profundidad focal de los sismos generados en la zona de subducción del Pacífico Mexicano _____ II-9
- Figura I.5. A) Localidades afectadas en el tsunami de 1816; B) Detalle topográfico del pueblo de Cuyutlán _____ II-10

CAPÍTULO II

- Figura II. 1. Línea de costa afectada por tsunamis que han alcanzado a Cuyutlán. _____ II-4
- Figura II. 2. Localización del área de estudio. _____ II-5
- Figura II.3. Diagrama de flujo de la metodología. _____ II-6
- Figura II. 4. Método de interpolación de las alturas y profundidades de inundación. _____ II-9
- Figura II. 5. Mapa planimétrico de Cuyutlán en 1932. _____ II-10
- Figura II. 6. Probable localización de la zona de generación del tsunami del 22 de Junio de 1932 y dirección de propagación. _____ II-11
- Figura II. 7. Modelo de distribución de la altura de la inundación del tsunami del 22 de Junio de 1932. _____ II-12
- Figura II. 8. Modelo de profundidades del tsunami del 2 de Junio de 1932. _____ II-14
- Figura II. 9. Efectos directos y nivel de daños de las construcciones. _____ II-17
- Figura II. 10. Mapa de efectos indirectos del tsunami. _____ II-18

CAPÍTULO III

- Figura III.1. A) Tectónica Regional; B) Sismo-tectónica local y serie de sismos y tsunamis ocurridos en Junio de 1932. _____ III-3
- Figura III.2. Diagrama de flujo del modelo BPTM. _____ III-4
- Figura III.3 Modelo BPTM con isócronas a intervalos de 0.5 min. _____ III-5

Figura III.4. Modelos de deformación máxima de la superficie oceánica._____ III-8

Figura III.5. Modelo M12, Altura máxima del tsunami, directividad y tiempo de arribo.
_____ III-10

CAPÍTULO IV

Figura IV. 1. Localización del área de estudio._____ IV-7

Figura IV. 2. Diagrama de flujo del Índice de Acceso a Zonas Seguras._____ IV-9

Figura IV. 3. Comparación de alturas máximas de tsunami de escenarios sintéticos. _ IV-15

Figura IV. 4. Tiempo de arribo del tsunami._____ IV-16

Figura IV. 5. Profundidad máxima de inundación con base a la modelación del tsunami generado por un deslizamiento submarino igual al del 22 de Junio de 1932. _____ IV-16

Figura IV. 6. Velocidad del flujo del tsunami._____ IV-17

Figura IV. 7. Fuerza hidrodinámica del tsunami._____ IV-18

Figura IV. 8. Dinámica poblacional y sucesos que impactaron el desarrollo de Cuyutlán de 1554-2010. _____ IV-19

Figura IV. 9. Mapa de uso de suelo._____ IV-20

Figura IV. 10. Dinámica de ocupación del territorio a lo largo del año. _____ IV-20

Figura IV. 11. Modelo de tiempo disponible para evacuar a zonas seguras (TDE). ____ IV-22

Figura IV. 12. Modelo de índice de acceso a zonas seguras. _____ IV-23

Figura IV. 13. Distribución de la población de acuerdo su grado de vulnerabilidad en el periodo de menor ocupación. _____ IV-24

Figura IV. 14. Distribución de la población de acuerdo su grado de vulnerabilidad en el periodo de máxima ocupación. _____ IV-24

Figura IV. 15. A) Esquema de generación Índice de Daños de la Construcción (IDC), indicador de vulnerabilidad de las edificaciones, B) Mapa de vulnerabilidad de las edificaciones. _____ IV-25

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO I

Tabla I.1. Promedio anual de desastres ocasionados por fenómenos naturales. _____ II-4

Tabla I.2. Estadísticas de tsunamis por causa _____ II-4

Tabla I.3.1 Relación de tsunamis de origen local que se generaron por sismos con epicentro en la zona de subducción de las placas Rivera-Cocos-Norteamericana. (Parte 1) _____ II-8

Tabla I.3.2 Relación de tsunamis de origen local que se generaron por sismos con epicentro en la zona de subducción de las placas Rivera-Cocos-Norteamericana. (Parte 2) _____ II-9

CAPÍTULO II

Tabla II.1. Parámetros físicos del tsunami del 22 de junio de 1932 en la selección de informantes se restringió a testigos oculares o descendientes de sobrevivientes. _____ II-7

Tabla II.2. Lista de puntos de control y valores correspondientes de los modelos digitales del terreno. _____ II-12

Tabla II.3. Características de un tsunami de intensidad VIII según la escala de Papadopolous & Imamura (2001). _____ II-19

CAPÍTULO III

Tabla III.1. Parámetros de generación del tsunami por causa sísmica. _____ III-6

Tabla III.2. Parámetros de los escenarios de modelación de tsunamis generados por deslizamientos submarinos. _____ III-7

CAPÍTULO IV

Tabla IV.1. Interpretación de los valores de IAZS para definir el grado de vulnerabilidad de la población. _____ IV-9

Tabla IV.2. Velocidad promedio por grupo poblacional. _____ IV-10

Tabla IV.3. Factores de fricción. _____ IV-11

Tabla IV.4. Relación de daños en función de la fuerza hidrodinámica y el material de construcción de las edificaciones. _____ IV-12

Tabla IV.5. Categorías de la población y velocidad promedio por grupo. _____ IV-20

Tabla IV.6. Vulnerabilidad de las actividades económicas de Cuyutlán. _____ IV-25

Tabla IV.7. Vulnerabilidad de las actividades sociales y culturales de Cuyutlán. _____ IV-27