

ADVERTIMENT. La consulta d'aquesta tesi queda condicionada a l'acceptació de les següents condicions d'ús: La difusió d'aquesta tesi per mitjà del servei TDX (www.tesisenxarxa.net) ha estat autoritzada pels titulars dels drets de propietat intel·lectual únicament per a usos privats emmarcats en activitats d'investigació i docència. No s'autoritza la seva reproducció amb finalitats de lucre ni la seva difusió i posada a disposició des d'un lloc aliè al servei TDX. No s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant al resum de presentació de la tesi com als seus continguts. En la utilització o cita de parts de la tesi és obligat indicar el nom de la persona autora.

ADVERTENCIA. La consulta de esta tesis queda condicionada a la aceptación de las siguientes condiciones de uso: La difusión de esta tesis por medio del servicio TDR (www.tesisenred.net) ha sido autorizada por los titulares de los derechos de propiedad intelectual únicamente para usos privados enmarcados en actividades de investigación y docencia. No se autoriza su reproducción con finalidades de lucro ni su difusión y puesta a disposición desde un sitio ajeno al servicio TDR. No se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al resumen de presentación de la tesis como a sus contenidos. En la utilización o cita de partes de la tesis es obligado indicar el nombre de la persona autora.

WARNING. On having consulted this thesis you're accepting the following use conditions: Spreading this thesis by the TDX (www.tesisenxarxa.net) service has been authorized by the titular of the intellectual property rights only for private uses placed in investigation and teaching activities. Reproduction with lucrative aims is not authorized neither its spreading and availability from a site foreign to the TDX service. Introducing its content in a window or frame foreign to the TDX service is not authorized (framing). This rights affect to the presentation summary of the thesis as well as to its contents. In the using or citation of parts of the thesis it's obliged to indicate the name of the author

LA VULNERABILIDAD DE LA RESTAURACIÓN DE MONUMENTOS ANTE LOS SISMOS.

*Aplicación del método italiano de macro elementos a tres
Iglesias del S. XVII en San Sebastián del Oeste Jalisco,
México.*

Presenta: Rosa María Sánchez Sosa.
Director: José Luís González Moreno - Navarro.



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CATALUÑA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA DE BARCELONA.

Doctorado en Construcción, Restauración y Rehabilitación
Arquitectónica.

Agosto 2011.

ÍNDICE.

1	INTRODUCCIÓN.	6
1.1	Justificación.	8
1.2	Objetivo General.	11
1.2.1	Objetivos específicos.	
1.2.2	Objetivos añadidos.	
1.3	Ámbito de la investigación.	11
1.3.1	Temporal.	11
1.3.2	Geográfico.	12
1.4	Estado de la cuestión.	13
1.4.1	Documentación histórica.	13
1.4.2	Método de Macroelementos.	17
1.5	Metodología de la Investigación.	21
1.6	Estructura de la Investigación.	26
2	LOS REALES DE MINAS.	30
3	GEOLOGÍA Y SISMICIDAD.	56
3.1	Origen de los sismos.	57
3.2	Placas tectónicas.	58
3.3	Tipos de sismos.	60
3.4	Propagación de los sismos.	61
3.5	Escalas de medición.	62
3.6	Situación Sísmica de la República Mexicana.	63
3.6.1	Mapa de peligrosidad sísmica según el proyecto GSHAP.	64
3.6.2	Regionalización sísmica de la República Mexicana.	65
3.6.3	Placas tectónicas de la República y sus constantes velocidades relativas y desplazamientos promedio.	67
3.6.4	Áreas de ruptura, brechas sísmicas.	68
3.6.5	Distribución de daños por sismos.	71
3.6.6	Epicentros de temblores ocurridos en, o cerca, del territorio nacional durante el siglo XX.	72
3.6.7	Aceleraciones máximas del terreno para un periodo de retorno de cien años.	76
3.6.8	Macrosismo del 19 de septiembre 1985.	78
3.6.9	Instrumentación sísmica.	81
3.7	Situación Sísmica del Estado de Jalisco.	83

3.7.1	Regionalización sísmica.	83
3.7.2	Mapa geomorfológico del Estado de Jalisco.	85
3.7.3	Ubicación aproximada de epicentros de sismos característicos de la costa del Pacífico.	87
3.7.4	Bloque de Jalisco y eje neovolcánico mexicano.	88
3.8	Catálogo de temblores de gran magnitud en México.	93
3.9	Relación de templos dañados por los sismos de 1995.	100
3.10	Descripción de los sismos que afectaron a estas regiones.	103
3.11	Conclusión.	106
4	ANÁLISIS DE TEMPLOS.	112
4.1	San Sebastián del Oeste.	112
4.1.1	Aspectos históricos.	113
4.1.2	Aspectos tipológicos.	117
4.1.3	Aspectos constructivos.	122
4.1.3.1	Cimentación.	123
4.1.3.2	Muros.	125
4.1.3.3	Cubierta.	131
4.1.3.4	Contrafuertes.	137
4.1.3.5	Pilastras.	137
4.1.3.6	Arcos.	138
4.1.3.7	Dinteles y jambas.	141
4.1.3.8	Escaleras.	143
4.1.3.9	Otros elementos.	146
4.1.4	Manufactura y estado de conservación como condicionantes de vulnerabilidad.	156
4.1.4.1	Muros.	156
4.1.4.2	Arcos.	171
4.1.4.3	Cubiertas y techos.	174
4.1.4.4	El Campanario.	177
4.2	Santa María de "El Real Alto".	186
4.2.1	Aspectos históricos.	187
4.2.2	Aspectos tipológicos.	189
4.2.3	Aspectos constructivos.	192
4.2.3.1	Cimentación.	192
4.2.3.2	Muros.	196
4.2.3.3	Cubierta.	200

4.2.3.4	Pilastras.	205
4.2.3.5	Columnas.	205
4.2.3.6	Arcos.	206
4.2.3.7	Dinteles y jambas.	209
4.2.3.8	Escaleras.	210
4.2.3.9	Otros.	211
4.2.4	Manufactura y estado de conservación como condicionantes de vulnerabilidad.	212
4.2.4.1	Muros.	212
4.2.4.2	Cubiertas y techos.	231
4.3	Los Reyes.	242
4.3.1	Aspectos históricos.	242
4.3.2	Aspectos tipológicos.	249
4.3.3	Aspectos constructivos.	252
4.3.3.1	Cimentación.	252
4.3.3.2	Muros.	256
4.3.3.3	Cubierta.	262
4.3.3.4	Pilastras.	268
4.3.3.5	Columnas.	269
4.3.3.6	Arcos.	271
4.3.3.7	Dinteles y jambas.	273
4.3.3.8	Escaleras.	276
4.3.3.9	Otros elementos.	281
4.3.4	Manufactura y estado de conservación como condicionantes de vulnerabilidad.	282
4.3.4.1	Muros.	282
4.3.4.2	Arcos.	300
4.3.4.3	Cubiertas y techos.	303
4.3.4.4	La escalera de caracol.	310
4.4	Conclusiones Parciales.	313
5	HIPÓTESIS DE VULNERABILIDAD FRENTE A SISMOS.	314
5.1	San Sebastián del Oeste.	324
5.1.1	Determinación de macroelementos.	325
5.1.2	Análisis de hipótesis de ruptura.	338
5.2	Santa María de "El Real el Alto".	358
5.2.1	Determinación de macroelementos.	359
5.2.2	Análisis de hipótesis de ruptura.	372
5.3	Los Reyes	394
5.3.1	Determinación de macroelementos.	395
5.3.2	Análisis de hipótesis de ruptura.	412
6	RELACIÓN ENTRE PATOLOGÍAS DETECTADAS Y LAS HIPÓTESIS DE RUPTURA.	434

6.1	San Sebastián Mártir	434
6.2	Santa María de El Real Alto	438
6.3	Los Reyes	442
7	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	448
8	BIBLIOGRAFÍA	494
9	ANEXOS.	

1. Introducción:

“Aquella noche, (...) hizo un tan grande temblor de tierra que pensamos que se hundía el mundo y duró espacio de tres salmos de miserere (...) los frailes (...) hincados de rodillas en un corral con linda luna, veían dar vaivenes a las casas y los indios daban gritos. Y fray Jordan asombrado daba voces diciendo: ¡Jesucristo Señor! ¿Por estos perversos cristianos haces esto?”.

Fray Francisco Ximénez, 1690.¹

San Sebastián del Oeste fue un enclave minero muy importante en la época virreinal, teniendo significativas explotaciones de oro y plata. La vida de la población estuvo directamente relacionada con esta labor, por ello, tras el cierre de muchas de las excavaciones, y el consiguiente aminoramiento del empleo, San Sebastián sufrió un fenómeno de emigración de su población más joven. A causa de ello la población actual es, en su mayoría, adultos mayores o ancianos con un porcentaje muy bajo de jóvenes y niños. Paradójicamente, tal suerte, provocada por el abandono, trajo a San Sebastián la fortuna de quedarse casi intacta y conservar su fisonomía original. Desde que el visitante ingresa al pueblo, con el recibimiento ofrecido por sus enormes sabinos, siente un aire muy especial, con cierto encanto y magia, como si de verdad fuese transportado a otra época en un abrir y cerrar de ojos(Fig. 1).



1.) Vista aérea desde el monte aldeaño al camposanto, donde apreciamos la Iglesia de San Sebastián del Oeste.

¹ AA.VV. Los Sismos en la Historia de México. Ediciones Científicas Universitarias. Texto Científico Universitario. UNAM, Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social, Fondo de Cultura Económica. México. 1996. P.P 15.

1. INTRODUCCIÓN.

Guarda una gran armonía en todo su entorno. Su ecosistema aún se conserva, atesorando una importante riqueza de flora y fauna. Se pueden encontrar orquídeas silvestres, helechos, pumas, tzenzontles, halcones, etc. Está considerada como reserva de la biósfera. Del mismo modo, también es rico en el aspecto arquitectónico, al haber conservado los sistemas constructivos tradicionales de antaño, principalmente casas erigidas con adobe, adobón o de ladrillos, de techos de madera con teja de barro, en su mayoría, encaladas en blanco con guardapolvos en color terracota (al tono de su tierra arcillosa). Todo ello crea un conjunto histórico relevante en cuyo centro se edifica el templo como elemento de referencia indiscutible. Es increíble arribar a esos lugares, tan recónditos, y comprobar la fuerza mágica que significan estas iglesias para sus pobladores. Son, definitivamente, símbolos de identidad.

San Sebastián posee una iglesia construida en piedra caliza y cantera, con sistemas mixtos de mampostería, tanto en muros como en las bóvedas de nervadura. Por su lado, los poblados dependientes de San Sebastián, Santa María del Real Alto y los Reyes, tienen a su vez sus propios templos de referencia. El primero se construyó en adobón con techumbres y tapanco de tejamanil de madera y cubierta de teja. El segundo es de sistema tradicional de ladrillo rojo de lama con mampostería, en algunas partes de adobón y techumbre de madera de la región, principalmente de pino, cubiertas de teja de barro. También con tapanco de tejamanil.

Pero existe un gran riesgo recientemente. Se trata del corredor turístico creado entre Puerto Vallarta y San Sebastián que permite transportar al turista, en especial estadounidenses, a la época virreinal. Esta nueva actividad ha traído consigo la llegada a la población de vehículos todoterrenos, cuatrimotos, etc. que invaden el pueblo los fines de semana irrumpiendo en la tranquilidad habitual. Se ha iniciado una fase de especulación con las propiedades patrimoniales que no había sucedido nunca (Fig. 2).

Es una verdadera pena que permitamos que esto suceda. San Sebastián es una joya de la colonia y no se vale que permitamos la especulación ni la depreciación de una zona tan valiosa.



2.) Vista de la Hacienda Xalisco (actualmente pertenece a un norteamericano).

1.1 Justificación:

México es tierra de volcanes. Bien conocidos son el Popocatepetl, el Iztacíhuatl, el volcán de Colima, el Ceboruco o el Parícutín que enterró todo un pueblo dejando únicamente aflorar las torres de la iglesia como vestigio de lo que existió. Por consecuencia es también tierra de sismos o terremotos. Cinco son las placas tectónicas que influyen en la República Mexicana; la de América del Norte, la del Pacífico, la de Cocos, la Placa Rivera (en honor al muralista mexicano) y la del Caribe; por ello, la República Mexicana tiene gran actividad sísmica.



3.) Situación de la República Mexicana y Jalisco.²

En la figura 3, podemos apreciar el “Bloque Jalisco” que es la parte correspondiente a la Placa Rivera pero en la zona continental; el eje volcánico transmexicano que prácticamente atraviesa la República y las fallas Clarión y Circumpacífica, esta última es la más importante del globo terráqueo.

En lo que respecta a su regionalización sísmica (fig. 4), gran parte de su terreno occidental se encuentra flanqueado por la placa oceánica del Pacífico, siendo ésta zona de máxima actividad al oeste de la República o zona “D” (color naranja) de alto riesgo sísmico. El área del Golfo de México y el Caribe se clasifica como zona “A” (color crema) de riesgo bajo, mientras

² GOMEZ TREMARI, Raúl. Fundamentos de Diseño y Construcción Sismo Resistente. Universidad de Guadalajara. Edición revisada y ampliada 2009. Pag. 23

1. INTRODUCCIÓN.

que la zona “B” (color rosa) se ubica desde el noreste hacia el sureste de riesgo considerable. Ver figura siguiente.



4.) Volcanes y Zonas sísmicas.³

El Estado de Jalisco se encuentra afectado por tres zonas, principalmente las “B”, “C” y “D”. San Sebastián del Oeste se ubica en el noroeste del estado, muy cerca de la zona de la costa, a hora y media de Puerto Vallarta (zona D). Lo que significa que está considerada zona de alto riesgo (fig. 5).



5.) Situación sísmica del Estado de Jalisco.⁴

“Los sismos, ¿un mal necesario?”⁵

³ Sistema Sismológico Nacional. UNAM.

⁴ Ibidem.

1. INTRODUCCIÓN.

Es muy sabido que en zonas de alto riesgo sísmico es mejor que ocurran este tipo de fenómenos con mayor frecuencia, ya que disipan la energía guardada poco a poco en varios sismos de pequeña magnitud. En caso contrario, a mayor tiempo hay mayor posibilidad de macrosismos y sus fatales consecuencias.

*“Lo que todos quisiéramos es que las brechas sísmicas que existen en la zona de subducción de la costa del Pacífico liberaran energía por partes, y no en un solo acontecimiento”.*⁶

México ha tenido que aprender de las experiencias pasadas, muchas de ellas muy lamentables, como el macrosismo de 1985, de magnitud 8.1 de la escala de Richter, donde hubo una pérdida de veinte mil vidas tan solo en el Distrito Federal.

Al igual que japoneses, turcos, estadounidenses u otras naciones donde son frecuentes este tipo de fenómenos, hemos tenido que aprovechar las experiencias anteriores para aprender y poder educarnos con el fin de conseguir un comportamiento con la suficiente cordura

Cabe señalar que éste fue un factor desconocido para los colonizadores y determinó cambios en sus métodos y formas de construcción con el fin de adaptarse al nuevo contexto, no solo con materiales locales, sino también a los procesos constructivos, la mano de obra, el medio físico y geográfico de la Nueva España. Tuvieron que valerse de nuevas soluciones tanto formales como estructurales, en algunos casos, para intentar garantizar su permanencia.

San Sebastián no es la excepción. También le ha tocado aprender de este tipo de experiencias pero, lamentablemente, las intervenciones no siempre han sido acertadas.

Las tres iglesias han sufrido varias fallas debidas a los sismos o a la falta de mantenimiento, y han puesto en peligro la permanencia de estos monumentos.

Actualmente en México existe una reglamentación que protege y regula el uso de los monumentos declarados como patrimonio. Sin embargo, se excluyen los lineamientos específicos para determinar la vulnerabilidad sísmica o los caminos a seguir en los procesos de conservación para reducir el riesgo bajo fuerzas horizontales.

⁵ Palabras de Dr. Ing. Arq. Raúl Gómez Tremari. Presidente de la Sociedad de Ingeniería Sísmica del Estado de Jalisco. 1988-1989.

⁶ Palabras de la Doctora Sonia Elda Ruíz Gómez. Presidenta de la Sociedad de Ingeniería Sísmica de México en el periodo 1997-1998.

1. INTRODUCCIÓN.

Por ello es importante estudiar y analizar estas edificaciones, para aportar nuevos datos que faciliten los procesos de conservación de este bien patrimonial de México, resultado de una mezcla de culturas.

1.2 Objetivo General:

Prever y evitar la vulnerabilidad proporcionando bases para desarrollar soluciones de carácter constructivo y estructural para la restauración de los templos de San Sebastián del Oeste, Santa María de El Real Alto y Los Reyes, ubicados en zonas alto riesgo sísmico.

1.2.1 Objetivos Específicos:

Estudiar detalladamente las características estructurales y edificatorias de estos templos, para determinar su vulnerabilidad sísmica.

Determinar las diferentes fallas provocadas por los sismos en función del sistema constructivo utilizado.

Averiguar los daños y cambios que sufrieron los templos para ayudar a definir soluciones y recomendaciones de carácter constructivo y estructural.

1.2.2 Objetivos añadidos:

Colaborar a fomentar la idiosincrasia de los pueblos a través de la conservación de sus monumentos.

Concienciar a la población de la Conservación de sus Monumentos, respetando al máximo los materiales y sistemas de las diferentes épocas.

Salvaguardar la Arquitectura Religiosa que representa un símbolo con gran valor social.

1.3 Ámbito de la Investigación.

1.3.1 Temporal.

San Sebastián es una población fundada en la primera mitad del siglo XVI, existiendo ya una alcaldía en el año de 1542 y un templo en 1608 inicios del XVII, por lo que fue necesario estudiar la evolución de los edificios desde esas fechas hasta la actualidad. De igual modo se necesitó analizar casos análogos en los mismos periodos. Los templos y conventos fueron los

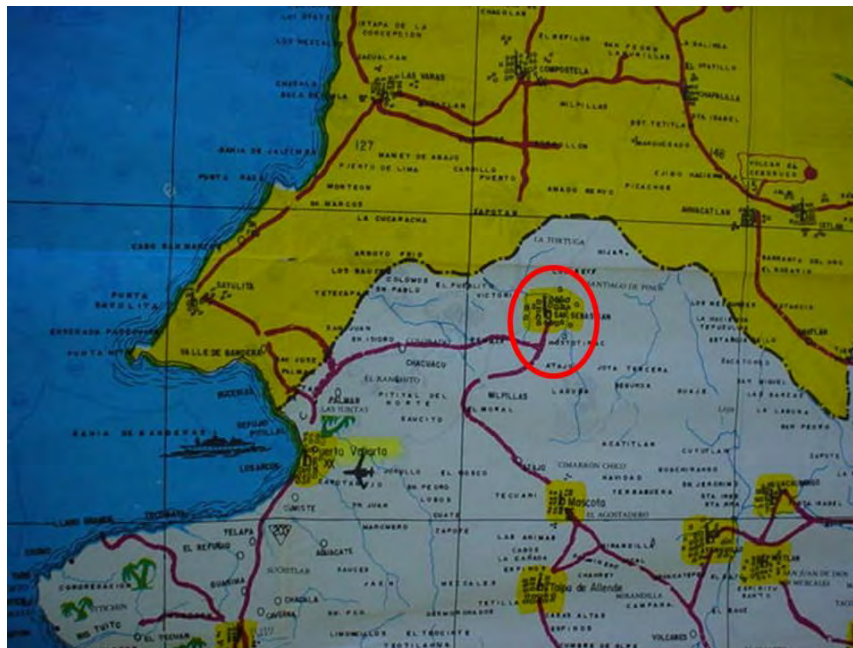
1. INTRODUCCIÓN.

edificios más importantes que construyeron las órdenes religiosas provenientes de España, Franciscanos, Agustinos y Dominicos especialmente, en su labor evangelizadora de los habitantes de estas nuevas tierras. Por ello hay una notoria cantidad de ejemplos en México. A destacar los estudios realizados sobre los templos en el estado de Oaxaca. Pero no se descartaron casos similares en otros lugares, en particular el caso italiano, donde combina de forma equivalente la construcción de mampostería y la presencia sísmica recurrente.

Referente al riesgo sísmico, se tuvo que hacer una búsqueda de todo el historial sísmico del Estado de Jalisco: periodos de recurrencia, características de los sismos, grados de devastación, direcciones más habituales, localización de epicentros, así como la manera en que repercuten en los diferentes tipos de suelos y los avances tecnológicos conseguidos hasta la actualidad

1.3.2 Geográfico.

San Sebastián del Oeste es cabecera municipal en el Estado de Jalisco desde 1914. Se encuentra al noroeste del Estado (fig. 6), muy cerca de Puerto Vallarta (aproximadamente a una hora y media) por un corredor turístico que, aún hoy en día, presenta algún tramo de terracería⁷.



6.) San Sebastián está ubicado al oeste de Jalisco.

⁷ Caminos rurales no pavimentados.

La población está entre los 20°39'45" y los 21°02'30" de latitud norte y entre los 104°35'00" y los 104°51'00" de longitud oeste, a una altura de 1,480 metros sobre el nivel del mar. Su extensión territorial es de 1,400.13 km².

Así mismo se tuvo que analizar la Regionalización Sísmica de la República Mexicana y, en particular del Estado de Jalisco, considerando el eje volcánico. De este modo se pudo tomar en cuenta, específicamente la región de San Sebastián, con sus repercusiones y respuestas dependiendo de sus tipos de suelos y de sus sistemas constructivos.

1.4 Estado de la cuestión

1.4.1 Documentación Histórica

Existe algunos textos dedicados al municipio de San Sebastián del Oeste, pero en ningún caso hay libros que lo aborden desde el punto de vista específico de la arquitectura. Sí hay, de todos modos, referencias importantes, y obligadas, en los textos del Sr. Cura Gabriel Pulido Sendis.

En *El Real y minas de San Sebastián*, de 1989, proporciona información de los siglos XVIII y XIX con un detallado listado de párrocos, actividades eclesiásticas, personajes de la época y, en particular, aspectos históricos de Los Reyes, licencia de obras y otras particularidades de las capillas del municipio: San Felipe de Híjar, Santiago de los Pinos, etc.

En *San Sebastián del Oeste. Auge y decadencia minera*, publicado en 1991, ofrece datos generales, censos antiguos, reseñas de la población, flujos migratorios, destrucciones de las minas, los cristeros, la Revolución, etc. pero en particular aporta información y especificaciones de las obras en los templos, sus restauraciones o modificaciones, gastos de obras e historias vinculadas con los edificios.

En *Nuestra Señora del Rosario de El Real Alto*, publicado en 2^o edición en 1994, menciona inventarios del templo, alhajas y ornamentos de la iglesia parroquial, descripciones de imágenes y el lugar en general, datos históricos del siglo XVII del archivo parroquial, censos del siglo XVIII y detalles de pesos y medidas antiguas⁸

⁸ Menciona las medidas usadas en el templo en su construcción: la vara castellana es de 83.06cm que equivale a 3 pies, 4 palmas o 36 pulgadas.

1. INTRODUCCIÓN.

Afortunadamente pudimos entrevistar al padre Pulido varias veces cuando se encontraba asignado en la población de Atenguillo, Municipio de Ameca, Jalisco. Lamentablemente falleció hace dos años. Dicho sacerdote estuvo asignado como sacerdote de San Sebastián del Oeste durante 27 años y tuvo a bien escribir los acontecimientos más importantes del pueblo, incluyendo algunos detalles de los templos. En mi opinión, es una de las fuentes primarias más importantes pese a que su redacción fuese algo confusa. Además contamos con la fortuna de haber entrevistado al padre en varias ocasiones conforme avanzaba el trabajo de investigación. Toda la población le recuerda con mucho cariño y es, sin duda, un personaje importante de la Historia de San Sebastián.

La Secretaría de Cultura, hace poco más de tres años, publicó un libro titulado *San Sebastián del Oeste*, de autores varios, pero con una vocación claramente turística, que no contiene muchos datos de interés para mí tema, pero sí algunas referencias.

He llevado a cabo entrevistas con diferentes personalidades del mismo pueblo. Entre ellos el Dr. Javier Curiel, oriundo de San Sebastián del Oeste, uno de los máximos interesados en que se restauren las iglesias y se persevere por la protección patrimonial del pueblo.

Existe un archivo municipal que sufrió muchos daños en un incendio ocurrido por los años veintes y un museo, muy interesante, a cargo de la Señora Guadalupe Pineda. También la Señora Francisca, mejor conocida como Doña Pachita, ha escrito dos libros con una serie de versos alusivos a San Sebastián y *El Real Alto*, en los cuales, de manera muy amena y coloquial, menciona varios sucesos importantes.

Así mismo se consultó el Archivo Histórico del Arzobispado de Guadalajara, el Archivo de la Diócesis de Tepic, *Arte Sacro de la Catedral de Guadalajara*, el Archivo Histórico de Jalisco, el Archivo del Cabildo Eclesiástico, el Archivo Municipal de Guadalajara y el Archivo del Instituto de Antropología e Historia (INAH-Delegación Jalisco) sin un éxito significativo ya que no se poseía información relevante.

Respecto a la planimetría, no existían levantamientos de los templos de San Sebastián o de Los Reyes. Sí existía un levantamiento meramente arquitectónico del templo de Santa María del Real Alto realizado por el M. en C. Ramón Reyes Rodríguez en julio del año 2000.⁹ Llevó más de dos años el llevar a cabo los levantamientos faltantes.

Riesgo Sísmico.

En los últimos años se ha dado un auge inmenso en las investigaciones vinculadas con el Riesgo Sísmico de los edificios. Este incremento de trabajos afines con el tema va de la mano con los desastres ocurridos a lo

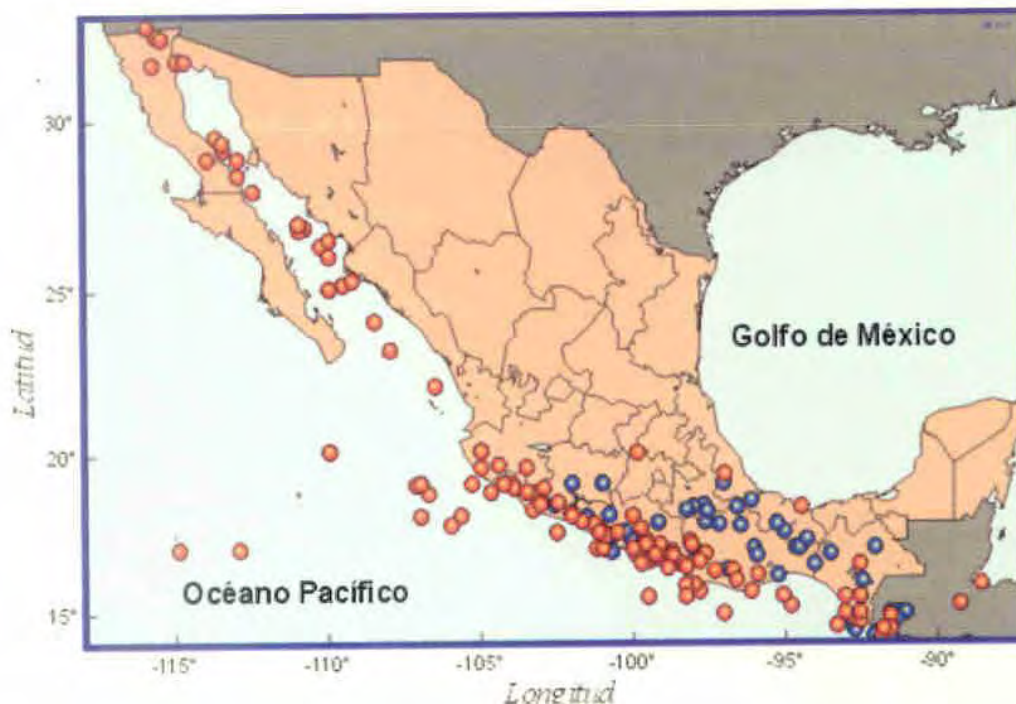
⁹ Era un croquis realizado en una hoja tamaño carta, que además tenía mal varias medidas.

1. INTRODUCCIÓN.

largo y ancho del planeta, como el sucedido el 26 de diciembre del 2004 (cerca de la isla de Sumatra) de 9°. Se pueden hallar varias publicaciones, particularmente en aquellos países azotados por fenómenos sísmicos, Estados Unidos, Japón o Italia.¹⁰ Todas y tantas experiencias dejan huella y preocupación por la búsqueda de soluciones para evitar daños mayores o al menos intentar preservar la vida humana.

En México, tras el macrosismo del 19 de septiembre de 1985 (de 8.1 grados de la escala Richter), los expertos se han visto obligados a dar soluciones para evitar una repetición de las consecuencias que tuvo.

Para acometer esta labor se cuenta con la Sociedad de Ingeniería Sísmica, con representación en el estado de Jalisco, el Servicio Sismológico Nacional (SSN) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) o el Centro Nacional para la Prevención de Desastres (CENAPRED), quienes se encargan de registrar, reportar y estudiar los sismos que van ocurriendo en la República, a través de una red nacional. Reportan la fecha y hora en que ocurrió el fenómeno, la latitud, longitud, profundidad, la magnitud y la ubicación exacta del epicentro (Fig.7). Dichos datos se están actualizando constantemente. Registran normalmente los sismos de 4 grados de la escala de Richter o superiores (por ello es importante ampliar más redes o estaciones sismológicas a nivel regional, para que detecten los de menor magnitud y poder contar con microregistros).



7.) Actividad sísmica registrada en los últimos cien años, se aprecia el Estado de Jalisco. (Servicio Sismológico Nacional).¹¹

¹⁰ Señaladas en la Bibliografía.

¹¹ SSN.

1. INTRODUCCIÓN.

No debemos olvidar que gran parte de la República Mexicana se encuentra en zona de alto riesgo sísmico. Año con año se están llevando a cabo Congresos de Ingeniería Sísmica donde se están combinando los conocimientos de ingenieros y arquitectos con conclusiones muy interesantes y relacionadas con mi tema¹². En ocasiones, dichas conclusiones resultan contradictorias pero suponen un paso más para dar continuidad a las mismas investigaciones.

Sin olvidar todos los trabajos elaborados fuera de México, trabajos que han ampliado en forma extraordinaria el conocimiento sobre las características estructurales, sus métodos de análisis y las técnicas de intervención, es importante considerar que estos conocimientos y procedimientos no son necesariamente aplicables a las condiciones particulares de los monumentos de México. Pueden variar, y en mucho, los tipos de suelos, las propiedades mecánicas (de resistencia, rigidez, comportamiento inelástico) de los materiales y elementos constructivos, así como la calidad de ejecución de dichos sistemas constructivos. Es bien sabido ya por varios autores¹³ que la mezcla de culturas trajo consigo varias transformaciones no solo en los aspectos decorativos, arquitectónicos y estructurales, sino también en la cuestión formal, por las proporciones de sus templos (materiales, grosores de muros, alturas, vanos, dimensiones y claros). Se cree que muchos de ellos se dieron como consecuencia de los sismos. Es decir, es evidente que la influencia de un sismo no se puede pasar desapercibida, ya que repercute directamente en la manera de hacer la Arquitectura.

Ya se han realizado varios ensayos de campo y laboratorio, donde se determinan curvas de esfuerzo-deformación de algunos materiales comunes. De igual modo, mediciones de vibración ambiental de algunos edificios sencillos para comprobar hipótesis sobre su comportamiento dinámico.¹⁴ Estos ejemplos pueden servir, siempre y cuando coincidan las mismas condiciones.

Si bien es cierto que existen muchas intervenciones, muy exitosas, para mejorar la seguridad estructural de algunos monumentos, también lo es que un gran número de ellos no han sido objeto de intervenciones serias de rehabilitación. Lo cual vale la pena mencionar.

¹² L Teresa Guevara P. Memorias Ponencias presentadas en el “Curso Internacional Protección del Patrimonio Construido en Zonas Sísmicas”, Comisión de estudios de Posgrado de la Facultad de Arquitectura y urbanismo de la Universidad Central de Venezuela FAU_UCV, Caracas, 1999.

AA.VV. Congreso Nacional de Ingeniería Sísmica. Guadalajara, Jalisco, octubre, noviembre de 1979.

¹³ Antonio Bonet Correa, Pál Kelemen, Damián Bayón, Ramón Gutierrez, y George Kubler.

¹⁴ MELI, Roberto. “Seguridad Sísmica de Edificios Históricos en la Ciudad de México” Congreso Nacional de Ingeniería Sísmica, Acapulco Guerrero, 1989. Volumen III.

1.4.2 Método de Macroelementos.

Existe un trabajo importantísimo realizado en Italia en las últimas décadas y que se concretó en el texto *LE CHIESE E IL TERREMOTO. Dalla vulnerabilità constatata nel terremoto del friuli al miglioramento antisismico nel restauro, verso una politica di prevenzione*¹⁵. Los investigadores italianos han tenido muchas experiencias respecto a seísmos vinculados con la Restauración de Monumentos. Recordemos el último tan desastroso, ocurrido recientemente en Aquila, un sismo con una magnitud de 6.2 que se produjo a las 3:30 horas locales (1.30 GMT) y tuvo su epicentro a 8.8 km de profundidad:

*Abr 6, 2009 - Un fuerte sismo sacudió una gran porción del centro de Italia, dejando al menos 150 muertos mientras viviendas, iglesias y otros edificios colapsaron. El epicentro del sismo fue en la montañosa región de Abruzzo, al este de Roma. Los fallecimientos fueron principalmente en L'Aquila, una ciudad del siglo XIII a aproximadamente 100 km al este de Roma con una población de 68.000 habitantes.*¹⁶

El método empleado, basado en *MACROELEMENTOS*, se aplicó una vez que sucedieron los terremotos. Podemos considerar una equivalencia entre el concepto de *Macroelemento* y el utilizado en América, elementos *SISMO-RESISTENTES*. Un *macroelemento* es una parte de la iglesia caracterizada por una respuesta sísmica suficientemente autónoma con respecto de otras partes de la estructura.¹⁷

El comportamiento global de la estructura es evaluado como la suma de la contribución de cada *macroelemento* de la iglesia. Se trata del análisis del comportamiento global de los muros de mampostería, considerando los vacíos tales como ventanas y puertas. Se obtiene mediante un adecuado ensamblaje de los *macroelementos* utilizando tanto pilares de mampostería como dinteles.

El modelo es útil para describir el comportamiento mecánico no lineal en el plano de los paneles de mampostería y determinar el daño que sufren este tipo de estructura cuando se ven sometidas a sismos.

La bondad de los elementos que utilizan *macroelementos* para representar muros de mampostería no reforzada radica en que éstos se caracterizan por tener un bajo número de incógnitas, con lo cual, los procedimientos

¹⁵ AA.VV. *LE CHIESE E IL TERREMOTO. Dalla vulnerabilità constatata nel terremoto del friuli al miglioramento antisismico nel restauro, verso una politica di prevenzione* Edizioni LINT Trieste, 1994. ITALIA.

¹⁶ <http://lta.reuters.com/article/topNews/idLTASIE53510X20090406?pageNumber=2&virtualBrandChannel=0>

¹⁷ http://www.icc.es/web/gcontent/pdf/pubtec/2003_2004/2003_irizarry_etal_curvas.pdf

1. INTRODUCCIÓN.

empleados para describir la respuesta del muro en su plano hasta alcanzar su colapso son relativamente simples.

Así que de tantos métodos que existen hoy en día para el análisis de estructuras de mampostería (que son mis tres casos), me pareció que era el más sencillo y fácil de comprensión, ya que involucra las formas y las relaciones entre largos, anchos y espesores de cada macro. Es decir, involucra la geometría de todo el proyecto (algo que sin duda debemos cuidar los arquitectos desde que estamos concibiendo un proyecto.

Otros autores han utilizado este método de análisis mediante macroelementos. En *Aplicaciones de SAT-Lab.*, donde se trabaja con marcos tridimensionales de acero, los ven prácticamente como elementos sismo-resistentes, como macroelementos no lineales tipo fibra¹⁸.

En una investigación de la red de la UPC se habla de "La capacidad de los edificios de mampostería no reforzada" y se emplea el análisis, en base a macroelementos, en edificios del ensanche barcelonés¹⁹.

En "Curvas de capacidad para edificios monumentales: La Iglesia de Santa María del Mar de Barcelona" del segundo Congreso de Ingeniería Sísmica, llevado a cabo en Málaga del 1 al 4 de abril del 2003, se analiza de manera transversal (por ser la dirección más vulnerable) dicha Iglesia por el método de macroelementos, incluyendo modelos tridimensionales. Intervinieron en dicho estudio varios ingenieros y arquitectos españoles e italianos,²⁰

En la investigación de "Un modelo integrado para el análisis de Riesgo Sísmico en Edificios" de la Universidad Católica de Chile²¹, o la Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural, A.C. aplican el método a elementos de concreto reforzado o de acero.²²

En general, ninguno se aplicaba a mis investigaciones de un modo tan claro como el texto italiano ya que las condiciones, a veces de sistemas o materiales, de geometrías o de número de niveles, difieren de mis edificios objeto de estudio. Fue necesaria la analogía de estas tres iglesias con otras similares, ya que cada una cuenta con sistemas constructivos diferentes.

¹⁸ <http://www.sat-lab.com/demos/decp02.html>

¹⁹ http://www.tesisexarxa.net/TESIS_UPC/AVAILABLE/TDX-1222103-092523//12CAPITULO11.pdf

²⁰ http://www.icc.es/web/gcontent/pdf/pubtec/2003_2004/2003_irizarry_etal_curvas.pdf

J. Irizarry(1), S. Podestà(2) y S. Resemini(3)

(1) Instituto Cartográfico de Cataluña, Parc de Monjuïc, s/n, Barcelona, España

(2) Departamento Mecánica Estructural, Universidad de Pavia, Italia

(3) Departamento de Ingeniería Estructural y Geotécnica, Universidad de Genova, Italia

²¹ <http://www.risiko.cl/imag/pdf/pub2.pdf>

Mario Alvarez, Tomas Fischer, Juan C. De la Llera y Rafael Riddel.

²² <http://www.smie.org.mx/accepted.html>

1. INTRODUCCIÓN.

San Sebastián del Oeste: Mampostería de piedra con sistema mixto de ladrillo o tabique y cubiertas de bóveda de nervadura a base de ladrillos y morteros de cal y arena (Fig.8).



8.) *San Sebastián del Oeste.*²³

Santa María de El Real Alto: Mampostería de adobe, techos y entrepisos de madera y tejamanil (fig.9).



9.) *Santa María de El Real Alto.*

²³ Fotos tomadas por la autora en la primera visita de campo en el año 2002.

1. INTRODUCCIÓN.

Los Reyes: De mampostería mixta de ladrillo y adobe, con cubierta de madera y tejamanil, piso de mosaico (fig.10).



10.) Los Reyes.

En los tres casos se han presentado agrietamientos y fracturas en muros y bóvedas, fallas parciales, daños en muros, pisos y techos.

La revisión de la seguridad estructural de los monumentos en cuestión, presenta una problemática muy particular. No se pueden aplicar los procedimientos usuales de diseño sísmico porque el tipo de estructuración y el comportamiento de los materiales son muy diferentes de los que han servido de base para dichos métodos. Se recomienda, cuando son de baja calidad las construcciones o se encuentran en mal estado los muros, reducir los esfuerzos resistentes propuestos. Que fue lo que hicimos.

Cabe señalar que es inédita y valiosa la información que obtuvimos de esta investigación, no solo porque ya se contará con la información sobre los levantamientos arquitectónicos, sino también con un análisis a fondo no solo constructivo y estructural, que puede servir de prevención, detectando las áreas vulnerables, para evitar perder estos bienes patrimoniales a causa de futuros sismos en estas zonas.

Puedo concluir que en la bibliografía revisada hasta hoy, no había un estudio riguroso de dichas iglesias. Hay algunas referencias importantes que me pueden servir de base, sobre todo algunas analogías, pero todo lo que es el trabajo de levantamientos, tanto arquitectónicos, fotográficos, de daños, etc. son inéditos.

Las aportaciones para la restauración de los templos son de máximo interés para muchas de las Instituciones que he ido visitando (CUAAD,

INAH, Secretaría de Cultura, Arte Sacro, etc.), además de los pobladores. Algo muy interesante es haber analizado el avance que se va logrando en Europa, respecto al estudio de este tipo de fenómenos y a las aportaciones hechas a la fecha en la mejora de la seguridad estructural, y transpolar a la realidad de los tres templos. En muchas de las veces estos procedimientos no son necesariamente aplicables a las condiciones particulares de los monumentos en México debido, principalmente, a los tipos de suelos, a los procedimientos constructivos o a la falta de conocimiento en la autoconstrucción. Cabe señalar que la mayoría de estas iglesias fueron llevadas a cabo sin la supervisión de un especialista en la materia. Los fenómenos físicos naturales no se pueden evitar, pero tampoco se pueden ignorar.

Probablemente estas iglesias no tienen una calidad arquitectónica elevada pero, sin embargo, son consideradas monumentos porque constituyen un testimonio del tipo de construcción y de la cultura de una época, además del valor religioso que tienen para sus pueblos.

Como ya se ha mencionado, no existían ni siquiera planos de levantamientos arquitectónicos, mucho menos análisis de sus comportamientos después de los sismos. Éstos servirán para determinar su vulnerabilidad y poder salvarlas de un futuro colapso. Se trata, por lo tanto, de un trabajo inédito.

1.5 Metodología de la Investigación.

La realización de la presente tesis ha supuesto una labor combinada de investigación documental y trabajo de campo con el consecuente procesamiento y análisis de la información.

En el ámbito documental se ha realizado la búsqueda de:

1. Bibliografía relativa a los aspectos históricos generales que han permitido definir el contexto de los Reales de Minas, desde sus orígenes hasta la época de los templos objeto de estudio. Dentro de este mismo rubro se buscó información referida directamente al municipio de San Sebastián y sus poblados, haciendo especial hincapié en los documentos históricos originales. De especial importancia fueron los textos del Padre Gabriel Pulido.

1. INTRODUCCIÓN.

2. Bibliografía especializada en geología y sismicidad en tres grados o niveles de profundización: mundial, México y el Estado de Jalisco. Para ello fue fundamental la información hallada en la *Asociación Geotécnica Mexicana* y el *Sistema Sismológico Nacional*.

3. Bibliografía vinculada al devenir histórico de los tres templos. Su inicio, modificaciones, obras realizadas, etc. En este caso el Archivo Parroquial de San Sebastián fue esencial. Se encontraron muchos documentos históricos originales datados del siglo XVIII a la actualidad, donde se mencionan un sinfín de detalles. También, nuevamente, los textos del Padre Pulido fueron de obligada consulta.

4. Bibliografía técnica de materiales y sistemas constructivos tradicionales.

5. Bibliografía concerniente a estudios análogos referentes a las consecuencias de los movimientos sísmicos sobre edificios antiguos. Este punto fue fundamental para justificar lo inédito de mi tesis. Entre los trabajos hallados (mencionados en el estado de la cuestión) se tomó el libro *LE CHIESE E IL TERREMOTO. Dalla vulnerabilità constatata nel terremoto del friuli al miglioramento antisismico nel restauro, verso una politica di prevenzione* para adaptar su método de “macroelementos” a los templos de San Sebastián del Oeste.

A tal efecto se consultaron los siguientes archivos y bibliotecas:

- a. Archivo del Cabildo Eclesiástico.
- b. Archivo del Municipio de San Sebastián del Oeste.
- c. Archivo Histórico del Arzobispado de Guadalajara. Arte Sacro de la Catedral de Guadalajara.
- d. Archivo Histórico del Arzobispado de Tepic.
- e. Red del Servicio Sismológico Nacional (SSN).
- f. Archivo Histórico Municipal de Guadalajara.
- g. Instituto Dávila Garibi (Cámara de Comercio de Guadalajara).
- h. Archivo Histórico de Zapopan (Archivo Franciscano)
- i. Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH)
- j. Biblioteca del Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño (CUAAD), Universidad de Guadalajara (UDG).
- k. Biblioteca del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Occidente (ITESO).
- l. Archivo General de la Nación.
- m. Archivo Histórico de la Ciudad de México.
- n. Archivo del Patrimonio Inmobiliario Federal.
- o. Archivo Histórico del Estado de Jalisco
- p. Biblioteca Pública del Estado de Jalisco. Universidad de Guadalajara.
- q. Consejo Nacional de Desastres.
- r. Instituto Nacional de Bellas Artes (México, D.F.)

1. INTRODUCCIÓN.

- s. Archivo General de Indias: Audiencia de Guadalajara (legajo 64) “Cartas y expedientes de los Cabildos Eclesiásticos de Guadalajara y Durango, 1552-1698”.
- t. Biblioteca del Exconvento de Churubusco.
- u. Centro Nacional para la prevención de Desastres (CENAPRED).
- v. Biblioteca de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona (ETSAB).
- w. Biblioteca de Cataluña.
- x. Biblioteca de la Real Academia de Bellas Artes de San Jorge.
- y. Biblioteca del Colegio de Arquitectos de Cataluña (COAC).
- z. Varias páginas de la web (señaladas en la bibliografía).

Por su parte, el trabajo de campo fue muy extenso dado que no existen trabajos previos sobre los tres templos. Cabe señalar que ante la dificultad de realizar dicha labor en estos lugares, tan recónditos como hermosos, se realizó el trabajo con el apoyo de un grupo de estudiantes bajo mi coordinación (fig.11). El resultado, tras una decena de visitas, fue el levantamiento arquitectónico, análisis de materiales y de deterioros de los tres templos y un acervo aproximado de 5,680 fotografías.



11.) El equipo de alumnos para el levantamiento arquitectónico y nuestro medio de transporte, la camioneta de “el cuate”.

Se abarcaron los siguientes aspectos:

1. Indagación geotectónica. Las indagaciones efectuadas fueron hechas siguiendo los siguientes objetivos: identificar los tipos de cimentación en cada caso, el perfil estratigráfico y las características geotécnicas de esas áreas. Dichas observaciones fueron hechas considerando las normativas geotérmicas sobre el terreno y sobre la roca, con pruebas elaboradas previamente en el laboratorio.²⁴

2. Levantamientos arquitectónicos. Ante la inexistencia de planos, se realizaron los planos del Estado Actual incluyendo plantas, alzados,

²⁴ Todos estos datos fueron obtenidos de varias investigaciones ya hechas, las cuales se señalan en cada capítulo correspondiente.

1. INTRODUCCIÓN.

secciones, axonometrías en general, algunos renders y animaciones. El trabajo se materializó con sistemas tradicionales de medición

3. Levantamiento de deterioros. Se han anotado tanto los daños estructurales como los no estructurales siguiendo el siguiente proceso:

- a. Identificación del daño,
- b. Determinación de la causa
- c. Identificación de interrelaciones de la falla con otras partes o elementos del edificio.

Se ordenaron según elementos constructivos bajo los siguientes parámetros:

- a. Condiciones de la cimentación (hundimientos, grietas, desplomes, etc.). Relación con el terreno.
- b. Patologías en muros (grietas, fisuras, desplomes, separación de esquinas, etc.). Relación con cubiertas y techos.
- c. Daños vinculados con perforaciones (ventanas, puertas)
- d. Daños en elementos de refuerzo (pilastras, contrafuertes, etc.).
- e. Relación de daños interior/externo.
- f. Patologías en los sistemas de techado interno y cubiertas.
- g. Casos específicos (campanarios, escaleras, etc.)

4. Monitoreo de desplazamientos y deformaciones. El monitoreo de las deformaciones estructurales se ha llevado a cabo de forma manual durante 4 años consecutivos (dos veces por año). Algunos se localizan en forma de grietas, fisuras y/o fracturas, también se han considerado las variaciones en la geometría de plantas y alzados y en sus elementos estructurales. Se han considerado los tres elementos²⁵:

- a. Desviación de la verticalidad de las paredes o pilastras.
- b. Inflexiones del entretecho y horizontalidad en general.
- c. Variaciones de nivel.

El control de verticalidad de muros se hizo a través de hilos, plomos y flexómetros, mediante un método sencillo y común en México. Se usaron escuadras, hilos, niveles y mangueras con agua. Cabe señalar que en algunas ocasiones volvimos a los sitios justo después de que sucedieron sismos. Obviamente no contamos con aparatos sofisticados para llevar a cabo estas pruebas, principalmente por su coste y dificultad de traslado, pero consideramos que pese a ser sencillas, son válidas para el efecto de la investigación.

Se llevaron a cabo reuniones con personalidades en el Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño de la Universidad de Guadalajara; con el INAH

²⁵ AA.VV. Manuale per la riabilitazione e la ricostruzione postsismica degli edifici. Dei tipografia del genio civile. Italia.

1. INTRODUCCIÓN.

(Instituto Nacional de Antropología e Historia); con la Secretaría de Cultura del Estado de Jalisco; con el Presidente Municipal de la Cabecera de San Sebastián del Oeste (para conseguir el apoyo de hospedaje y comida) y con el Presbítero Job Contreras Ramírez.

Una vez recopilada la información se pasó a procesar y analizar bajo los siguientes puntos:

1. Aspectos Históricos: Se averiguaron los acontecimientos que sufrieron los edificios en fuentes primarias tales como: Los sismos en la Historia de México, o los libros de San Sebastián del Oeste del Pbro. Gabriel Pulido Sendis, así como en secundarias:

- a. Archivo del Municipio de San Sebastián del Oeste.
- b. Archivo Histórico del Arzobispado de Guadalajara. Arte Sacro de la Catedral de Guadalajara.
- c. Archivo Histórico del Arzobispado de Tepic
- d. Archivo Histórico de Jalisco
- e. Red del Servicio Sismológico Nacional (SSN), etc.

2. Aspectos Tipológicos: Se han descrito y analizado, formal y espacialmente los templos. Se registraron las dimensiones y características de los diferentes elementos, mediante su levantamiento planimétrico y fotográfico. Asimismo fueron medidas sus proporciones, alturas, superficies, etc., de atrios, naves, campanarios, presbiterios, ábsides, sacristías, y otros elementos anexos. Finalmente se comparando secciones, volúmenes, proporciones, etc.

3. Aspectos Constructivos: Se estudiaron las calidades de los materiales, sus sistemas constructivos, tomando en cuenta sus resistencias y respuesta sísmica en cimentación, muros, pilastras, contrafuertes, arcos, dinteles y jambas, escaleras y otros.

4. Manufactura y estado de conservación como condicionantes de vulnerabilidad: Se detectaron los daños y alteraciones, fisuras, fallas, grietas, fracturas²⁶, hundimientos, asentamientos diferenciales, tensiones

²⁶ GOMEZ TREMARI, Raúl. Fundamentos de Diseño y Construcción Sismo-resistente. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco 1988. P.p. 204-205. Se ha tomado la siguiente clasificación:

Fisuras: Cuando la separación es menor o igual a 0.4 milímetros y una magnitud de daño mínimo.

Grietas: Cuando la separación es menor o igual a 1 milímetro, calificada con una magnitud de daño moderado.

Fracturas: Cuando la rotura traspasa el material en su espesor totalmente y la separación es menor o igual de 5 milímetros. Donde ya se disminuye la resistencia y la rigidez del elemento y puede haber problemas de estabilidad en el mismo, obligando al refuerzo y reparación de daños.

diagonales típicas de sismo, etc. tomando en cuenta el tipo de material, y los esfuerzos a que han sido sometidos.

Se realizó un análisis de las proporciones de los templos, tanto en sus componentes horizontales como verticales, para determinar aquellos elementos que puedan ser detonadores de problemas. Fue fundamental observar aspectos como la homogeneidad de los materiales, el estado de conservación, el diseño estructural, la manufactura de elementos, esbelteces excesivas y patologías en general que puedan suponer debilidades frente a sismos y, en consecuencia, ser el origen de daños mayores. Considerando la vulnerabilidad como la susceptibilidad o disposición intrínseca de los elementos ambientales a sufrir un daño o una pérdida. La vulnerabilidad esta generalmente expresada en términos de pérdidas o daños potenciales que se esperan se presente de acuerdo con el grado de severidad o intensidad del fenómeno ante el cual está expuesto.²⁷

5. *Determinación de Macroelementos:* Se dividió y analizó cada uno de los Macroelementos de las iglesias de estudio, tomando en cuenta la relación existente entre ellos. Considerando sus proporciones, anchos de muros, distancias, largos, etc., se procedió a describir el edificio por elementos independientes considerando la interrelación entre ellos.

6. *Análisis de las hipótesis de ruptura:* Se plantean posibles rupturas o colapsos futuros de los macroelementos, con el fin de realizar una labor de prevención. Para ello, se realizaron esquemas de mecanismos de daños y algunos modelos tridimensionales con la afectación de las ondas, tomando en cuenta la dirección de los temblores en la zona y su frecuencia.

Desde luego fueron muchas horas invertidas y siempre fue difícil llegar (fig. 1 2), pero valió mucho la pena. Además lo importante es que son temas inéditos y son una necesidad latente, ya que urge dar soluciones de intervenciones reales, óptimas y factibles.

1.6 Estructura de esta memoria.

El capítulo 1 es la *Introducción* a la cual corresponden estas líneas.

En el capítulo 2, titulado *Los Reales de Minas*, se aborda de manera general lo que significan en México estos asentamientos tan importantes y su explotación minera. Cómo se conformaban, para qué eran, porque fueron tan especiales. Esto se consideró pertinente ya que estas zonas de estudio fueron importantes enclaves mineros en sus tiempos de mayor auge, sobre todo entre los siglos XVII y XIX la decadencia vino con la Revolución Mexicana

²⁷ www. Sísmica de México\doc5948

1. INTRODUCCIÓN.

en 1910. Pretendo dar un panorama general de los que significaron para estos sitios.

En el Capítulo 3, titulado *Geología Y Sismicidad*, se muestra, de lo general a lo particular, la situación actual del globo terráqueo, la formación geológica del planeta Tierra y el mecanismo de comportamiento de la corteza terrestre, para explicar porque ocurren los sismos y como se propagan. Se incluyen las regionalizaciones sísmicas de la República Mexicana y de Jalisco, su geología, así como los sismos más importantes que se han registrado a lo largo de muchos años. Y en particular aquellos que han afectado a la zona de estudio, ya que es importante entender el comportamiento de estos fenómenos.

Se abordaron los objetos de estudio a través de dos vertientes. Analizando, en primer lugar, las magnitudes e intensidades de los temblores ocurridos desde 1912²⁸ que han afectado a San Sebastián a través del registro instrumental en los últimos cien años (tomando en cuenta sus periodos de recurrencia). Posteriormente se hizo la evaluación cualitativa basada en el análisis de documentos históricos que describen los daños producidos por sismos ocurridos en épocas anteriores (así como algunas respuestas en sus elementos y su comportamiento relacionadas con sus sistemas constructivos).

En el capítulo 4, titulado *Análisis de Templos*, comienza a tener forma una parte esencial de la investigación de esta tesis. Muestra el resultado de la recolección de datos relevantes obtenidos tras la observación directa y el levantamiento planimétrico. Se desarrolla el estudio en cada uno de los templos bajo los parámetros indicados en la metodología. Se explican evoluciones históricas, sistemas constructivos y estados de conservación.

El capítulo 5, titulado *Hipótesis de Vulnerabilidad frente a sismos*, es la parte medular en el presente estudio. Plantea los esquemas de mecanismos de daños para cada templo. Se muestran las hipótesis de colapso mediante gráficos y algunos modelos tridimensionales.

En el capítulo 6 se hace una comparación entre las patologías encontradas durante las visitas de campo y las hipótesis del capítulo 5.

El capítulo 7 son las *Conclusiones*. Aquí se plantean las reflexiones finales fruto de toda la investigación. También se hacen las *Recomendaciones generales para la conservación y restauración de estos templos*.

Finalmente, vienen los anexos que son los planos arquitectónicos, a escala y la *Bibliografía consultada*.

²⁸ Denominado etapa instrumental de la sismología mexicana, fue en 1910 cuando se fundó el Servicio Sismológico Nacional y se inició la Red Sismológica Nacional.

1. INTRODUCCIÓN.



12.) Bajando del Camino de El Real Alto hacia San Sebastián.

Los caminos para llegar a estos sitios son muy interesantes no solo por su flora y fauna, sino por su entorno en general. Es sin duda un viaje placido aunque bastante cansado, inclusive para los amantes de la naturaleza y de las emociones fuertes. Mientras vas subiendo o bajando vas admirando la belleza de esos paisajes, la pureza de ese aire, te oxigenas y te das cuenta que existe algo mucho más allá, inexplicable.

Significaron todo un reto, pero definitivamente quedo muy satisfecha y desde luego, valió la pena el esfuerzo realizado.

2. LOS REALES DE MINAS.

“1631 - En el verano soleado de 1631, Juan Rangel de Biezma tomó una piedra negra, le pasó la lengua y descubrió la plata: frente a él se alzaba una montaña cubierta de guijarros iguales. Juan Rangel había topado con La Negrita, un cerro de plata que parió a un pueblo al ...”¹

Los famosos Reales de Minas fueron importantes asentamientos urbanísticos que se dieron en la época virreinal, cerca de enclaves mineros. Se ubicaban alrededor de minas de oro, plata, cobre, zinc, etc. repartidos por todo el territorio nacional, principalmente en los actuales estados de Guanajuato, Jalisco, Zacatecas, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Guerrero y Chihuahua.

Constaban de todos aquellos elementos que se requerían para su propia subsistencia, tiendas de raya, haciendas, trojes, almacenes, fortín, santuarios, templos, casa para los mineros, quintas con huertas e inclusive, en ocasiones, alhóndigas como el famoso caso de Guanajuato, San Luis Potosí o Zacatecas. Llegaron a ser tan importantes que, hoy en día, se guardan como verdaderas joyas arquitectónicas. A señalar, el caso de Real de Catorce (fig. 1), en san Luis Potosí, que fue declarado Pueblo Mágico por la Secretaría de Cultura en el 2001.

En la actualidad algunos Reales de minas han mantenido o recuperado cierta vida pero, lamentablemente, muchos de ellos se encuentran en un completo desamparo debido al abandono o agotamiento de las minas correspondientes.



1.) Real de Catorce.

¹ <http://guestmexico.com/en/node/1171/print> (feb. 2009).

Alrededor de las minas se generaron toda una serie de divisiones administrativas del territorio, cabeceras de señorío, alcaldías mayores, cantones, partidos de la intendencia, jurisdicciones, etc.²

El funcionamiento de las minas en América, aunque algunas se explotaban desde el periodo prehispánico, se iniciaba con la expedición de las Cédulas Reales establecidas desde el 3 de diciembre de 1501. Éstas regían su uso y permitían explotarlas pagando un quinto, un diezmo o el vigésimo a la Corona.³ Desde este modo los diezmos y primicias fueron un recurso permanente para el Tesoro o, como entonces se decía, una de las rentas de la Corona.⁴

Otro sistema era las capitulaciones, que eran contratos para trabajar las minas.

“1501 - de 1501, una Real cédula para que los indios pagasen la mitad del oro que sacasen ó tuviesen al día siguiente, pero ya en Granada, se expidió otra Real cédula para que ninguna persona pudiese llevar á vender guanines ni otros metales & las Indias ni á otras partes...”⁵

El 20 Diciembre de 1503, se lleva a cabo el establecimiento legal de las encomiendas o de los repartimientos de indios. Surgió de una Real Provisión de 20 de diciembre de 1503, en la que se establecía la esclavitud de los indios y el buen trato, siempre y cuando cumpliera con las obligaciones que se les encomendaran.⁶ Mediante la encomienda, se aseguró el asentamiento español en estas tierras y se garantizó la mano de obra necesaria para explotar las minas, decretándose la obligación de convivir con los españoles.⁷

Existe una crónica de la historia que cuenta, según una carta expedida en Medina del Campo el 20 de diciembre de 1503, aspectos de la comida. Mencionaba “sus ollas de carne guisadas” como alimento, especificando para los empleados de las minas “pan y ají” con una libra de carne por día. Pero si se da fe a las crónicas de la época, se dice que no lo comieron nunca

² Alcaldía: Territorio o Distrito de su jurisdicción; Cantón: región o territorio; Intendencia: distrito a que se extiende la jurisdicción; Partidos: distrito o territorio de una jurisdicción o administración; Distrito: cada una de las demarcaciones en que se divide un territorio sujeto a autoridad administrativa; Departamento: División de un territorio sujeto a autoridad administrativa. Según el Pbro. Gabriel Pulido Sendis (entrevista el 18 de enero del 2003, en Atenguillo, Jalisco).

³ www.tesis.ufm.edu.gt/adm/1995/43971/tesis.htm

⁴ books.google.com/books?id=OfQAAAAAYAAJ&pg=PA525

⁵ books.google.com/books?id=rSACAAAAAYAAJ&pg=PP45

⁶ tedejo5.wordpress.com/jorge-mier-hoffman-5/

⁷ iuscivitas.homeunix.com/mediawiki/index.php?title=Encomienda&printable=yes

los indios encomendados, preferían sus raíces y su propio régimen, que consistía en maíz, frijol, etc.

Aunque en principio no hubo una legislación estricta sobre el impuesto, hubo ordenanzas como en 1504, por la cual los buscadores de oro de La Española pagaron el quinto real durante los diez primeros años.⁸ En el Derecho Municipal Indiano, se confirmó tempranamente el principio de la fiscalidad real en la actividad minera, que mediante la cédula de Los Reyes Católicos de 1504, estableció que a la Real Corona le correspondía la quinta parte neta de los minerales.⁹ Fue también conocido como el *Quinto Real* o *Quinto del Rey*. Don Fernando y Doña Isabel en Medina del Campo, el 5 de febrero de 1504, declararon y mandaron que a todos se les permitiese buscar, catear y labrar las minas de oro y plata donde quiera que las hallasen, con la condición de pagar el *Quinto Real* a la corona. Esto dentro de los territorios de lo que fue la América Española. Era un impuesto forzoso, imposible de eludir y que, en previsión de ello, las autoridades fiscalizaban premiando a los denunciadores hasta con la mitad del producto no quintado que caía en decomiso.¹⁰ Dicho *Quinto Real* fue suprimido hacia el 1735.



2.) Las casitas de San Sebastián para los trabajadores de las minas.¹¹

⁸ es.wikipedia.org/wiki/Relaciones_exteriores_de_Nueva_Espa%C3%B1a. Febrero 2007.

⁹ www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/eco/tribminch.htm. Febrero 2007

¹⁰ my.opera.com/unhuevon/blog/2007/06/14/diccionario-historico-biografico-del-peru-letra-q. Febrero 2007

¹¹ Dibujo realizado en San Sebastián por el alumno Juan Pablo Monteón (Q.E.P.D.) el 8 de junio del 2002.

2. LOS REALES DE MINAS.

Alrededor del 1511, fue fundada la Real Audiencia y, el mismo año, comenzaron las casas de moneda a acuñar el mucho oro que producían las minas. Estas casas, por cierto, no duraron mucho tiempo.

La economía de la colonia dependía casi totalmente de la fuerza de trabajo indígena, cuyo número se había reducido significativamente de una población original de alrededor de medio millón a cerca de treinta mil en 1514.¹²

“1514 - Juana la Loca (1479-1555). En el año 1514, la reina castellana aprueba una cédula real por la cual se conceden las minas del pueblo a Diego Hurtado de Mendoza, tercer Duque del Infantado, señor del Real de Manzanares, al que perteneció Torrelodones.”¹³

El año 1518 es considerado como la apertura del tráfico Atlántico de esclavos directamente de África a las colonias. En ese año, el monarca español Carlos V, concedió la primera de las licencias reales o asientos, autorizando el traslado de esclavos a las colonias.

En 1520 llegaron las primeras expediciones a la región de Occidente del país, lo que corresponde a nuestra zona de estudio.

“1520 - En el año de 1520, Francisco Cortés de San Buenaventura llegó a un espacioso valle a su regreso de Colima, entrando al territorio de Xalisco. Se encontró con numerosos indígenas quienes le proveyeron de aves, maíz, pescado, y otras provisiones básicas. Desde ...”

“En 1522, Hernán Cortés encargó a Cristóbal de Olid, en compañía de Juan Rodríguez de Villafuerte, explorar la región de occidente con el propósito de realizar la conquista de los pueblos que se hallaban en la zona costera del Pacífico.”¹⁴

La conquista de San Sebastián la efectuó, en 1523, el capitán Francisco Cortés de San Buenaventura acompañado por Juan de Escárkena. En 1530 pasó por este lugar Nuño de Guzmán con su ejército, que al ser recibido sin hostilidades por los indígenas, tuvo el pretexto para apoderarse de todo lo que había conquistado Francisco Cortés.

¹² books.google.com/books?id=xyt0OuAgshoC&pg=PA6. Marzo 2007

¹³ es.wikipedia.org/wiki/Torrelodones. Marzo 2007

¹⁴ www.posadasierravista.com/historia.html. Marzo 2007.



3.) Vista General de San Sebastián.¹⁵

En el S. XVI se establecieron en México las órdenes de los Franciscanos, Dominicos y Agustinos. Para el año de 1524 la orden Franciscana se estableció en México, en el centro oeste de la sierra de Nuevo Santander, y fundaron El Real de Minas de los infantes. En Michoacán:

“En el año de 1525 se descubrió una mina de plata riquísima, nombrada de Morcillo; y por ser de tanta abundancia, no se contentaron los oficiales reales con los quintos que tocan a la real corona, sino que quitándosela a su dueño, se la aplicaron y adjudicaron toda al rey...”¹⁶

Asimismo en Taxco, Guerrero:

“Fundada en 1529, se convirtió en un Real de Minas de gran importancia, en donde el propio Hernán Cortés mandó construir una

¹⁵ Dibujo hecho por el alumno Juan Pablo Monteón (Q.E.P.D.) en la segunda visita de campo que realizamos el 8 de junio del 2002.

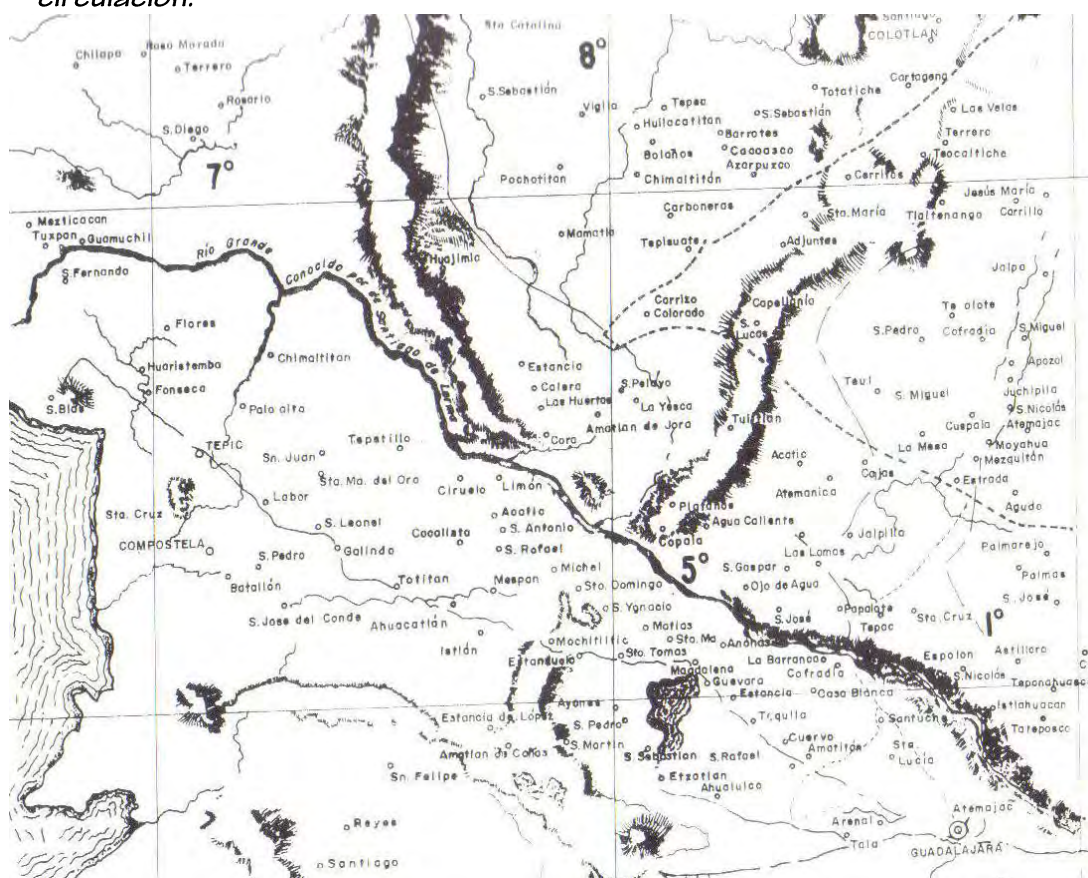
¹⁶ www.ofmmichoacan.org/index.php?option=com_content&task=view&id=42&Itemid=29&el_mcal=-1. Enero 2008.

2. LOS REALES DE MINAS.

*Hacienda de beneficio, que se llamó de Cantarranas, la cual en la actualidad se conserva, siendo la sede del Centro de Estudios para ...*¹⁷

Los triunfos en las batallas con los indios y el descubrimiento de minas de oro en América eran noticias que llegaban a España como una invitación a la aventura en aquellos días de 1535. Fue tanto el auge de las monedas de oro de las minas que se les dio un valor diferente que las de oro de baja ley:

*“15 Jul 1536 - En vista de ello por ordenanza del Virrey Don Antonio de Mendoza de 15 de julio de 1536, se fijó la relación de este oro de baja ley con de oro de minas y así un peso de oro de minas equivalía a 13 reales de plata. Años después desaparecieron totalmente de la circulación.”*¹⁸



4.) Estado de Jalisco, tomado del que publicó la Sociedad de Geografía y Estadística, 1867 (Mapoteca “Manuel Orozco y Berra”. Col General, Jalisco, varilla 4, núm. 2225. Escala en leguas). Zona de la Yesca.¹⁹

¹⁷ mx.geocities.com/realdesandiego/index_archivos/Page351.htm. Octubre 2008

¹⁸ tepuscomex.tripod.com/historia.html. Octubre 2008

¹⁹ MURÍA, José María. **Los Límites de Jalisco**. El Colegio de Jalisco; CONACyT; Congreso del Estado de Jalisco. México 1997.Pp.109.

Poco a poco se fueron extendiendo por todas las regiones según iban explorando y encontrando más minas. Los siguientes datos nos pueden dar, cronológicamente, un avance de cómo se fue dando la aparición de los Reales de Minas.

“1540 - A 3 minutos se encuentra el antiguo Real Minas San Sebastián de Quiebralomo, hoy vereda Quiebralomo, fundado en 1540. En sus alrededores existen unos 35 socavones dejados por los españoles, como consecuencia de la extracción de oro que en este lugar se efectuó ...”²⁰

Vale señalar que el San Sebastián, al que se hace mención, no es el mismo de nuestro estudio en el que se realizaron 100 socavones, hallándose plata, algo de zinc y, solo en algunos, oro.

“1542 - San Miguel de Allende es una de las principales ciudades Coloniales Mexicanas fundada por Fray Juan de San Miguel en el año 1542. Fue una parada muy importante en el Antiguo Camino Real, parte de la ruta minera entre Guanajuato, Zacatecas y San Luis Potosí.”²¹

Son descubiertas las minas de Hostotipac²² (también conocido como Hostotipaquillo) en 1542 y es nombrada jurisdicción de la misma, la alcaldía mayor Real de Minas de San Sebastián. Así, durante la colonia fue uno de los principales centros mineros de la Nueva España.²³

“El auge minero de Ostotipac comienza a raíz de la conquista explotando las minas del antiquísimo pueblo de Ostotipac, después sigue explotando las minas que hay en los tres reales españoles fundados en el año de 1605, finalizando alrededor de 1690, pues para el año de 1696 los moradores están muy pobres, el mineral de los Reyes esta despoblado y en el Real de Resurrección las vetas se han enterrado.”²⁴

“2 Feb 1545 - La fundación del pueblo actual de Guachinango fue el día 2 de febrero del año 1545. Un capitán del destacamento de Nuño Beltrán de Guzmán, llamado Juan Fernández de Hajar descubrió una

²⁰ www.riosucio-caldas.gov.co/nuestromunicipio.shtml?apc=m-t2--&m=T. Septiembre 2008.

²¹ www.villasdeallende.com/CityofSanMiguelEspañol/AcercaDeSanMiguel.aspx. Septiembre 2008

²² Ostotipac y Hostotipac se trata del mismo sitio, pero lo he encontrado en varias fuentes de ambas maneras. Nos estamos refiriendo también al sitio donde se encuentra ubicada la iglesia de Santa María, mejor conocido hoy en día como “El Real Alto”.

²³ MURIÁ, José María. Los Límites de Jalisco. El Colegio de Jalisco; CONACyT; Congreso del Estado de Jalisco. México 1997.Pp.109.

²⁴ PULIDO SENDIS, Gabriel. San Sebastián del Oeste, Jalisco en el S. XX. Auge y decadencia minera. Enero de 1991. P. 44.

valiosa mina de plata. Para trabajarla, construyeron casas para los mineros y... ²⁵

Este pueblo de Guachinango está muy próximo a la región de San Sebastián del Oeste. También hay una población muy cercana, llama San Felipe de Híjar, probablemente en homenaje a Nuño Beltrán de Guzmán.

1546 - En 1546, durante la época de la Colonia, por orden del Virrey Antonio de Mendoza se fundó la estancia de Guanajuato denominándosele Real de Minas de Guanajuato. ²⁶

1548 - Después, hacia 1548, se nombró al primer clérigo o cura beneficiado, convirtiéndose en parroquia. Durante toda esta época, el Real y Minas de Guachinango, fue uno de los productores de plata más importantes de la Nueva Galicia. ²⁷

Recordemos que con el nombre de Nueva Galicia se conoció lo que actualmente es el estado de Jalisco y, por esas fechas era muy común que la iglesia estuviera muy relacionada con la explotación de las minas y la riqueza argentífera. Se llegó a obligar, de una manera diplomática y a través del ayuntamiento, a que las personas permanecieran en fiestas religiosas.

1546 - La primera advocación Mariana en Zacatecas, fue la de Nuestra Señora de Montserrat y así fue nombrado este real de minas en 1546

con el nombre de Nuestra Señora de Montserrat, por el parecido del Cerro de la Bufa con el Montserrat Catalán, pero este nombre ... ²⁸

“Ya en marzo de 1549 los señores del Ayuntamiento «acordaron y mandaron que todos los vecinos de la ciudad fuesen obligados a estar y residir en ella todas las Pascuas del año, que son la Resurrección y de Espíritu Santo y Navidad y día de Corpus Christi y Semana ... ²⁹

“En 1554, luego de la fundación del real de minas de Santa Fe de Guanajuato, llegó al lugar Perafán de Rivera con el cargo de gobernador. El representante de la Corona llevaba consigo una imagen de la Virgen María que le entregó el Rey de España.” ³⁰

La indiscutible riqueza argentífera de Guanajuato, y por lo tanto las buenas rentas que la Corona recibía de tal, trajeron como consecuencia que el rey

²⁵ www.cajasolidariaguachinango.com.mx/link/guachi.html. Noviembre 2008

²⁶ www.foroeducacionambientalmexico.org.mx/GtoCapital.html. Octubre 2007

²⁷ www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/jalisco/mpios/14038a.htm. Octubre 2007

²⁸ noticias.diocesisdezacatecas.org.mx/index2.php?option=com_content&task=view&id=377&pop=1&page=0&Itemid=1. Septiembre 2007.

²⁹ www.luisvives.com/servlet/SirveObras/ecu/05818318790503973089079/p0000003.htm. Octubre 2008

³⁰ pe.kalipedia.com/geografia-mexico/tema/senora-guanajuato.html?x1=20080512klpgeogmx_15.Kes&x=20080512klpgeogmx_18.Kes. Octubre 2008.

pronto se fijara en ello y se hizo patente por medio de la donación de una imagen de la Virgen María que llegó a Guanajuato en 1557.



5.) Carta de Nueva España hacia 1813 (Mapoteca “Manuel Orozco y Berra”. Col Orozco y Berra, República Mexicana, varilla 3, núm. 1307. C. 1849, sin escala.³¹

Durante los años siguientes algunas de las minas se quedaron sin trabajadores y se llegó a obligar a españoles, mestizos, negros o mulatos libres, desprovistos de ocupación y aptos para el trabajo, a trabajar en ellas. Considerando la escasez y decadencia del mineral y la conveniencia de acrecentar la real hacienda, el Virrey D. Luis de Velazco el 30 de abril del 1602, declaró que cualquier persona pudiera registrar dichas vetas con obligación de dar al dueño de la pertenencia la mitad de los beneficios.³² Más tarde se descubrirían nuevas minas:

“En 1605 se descubren sus minas, llamándose a partir de entonces Real de Reales de Hostotipaquillo. Los primeros en hacer los molinos para beneficiar metales fueron Isabel Pérez y los hermanos Diego y Francisco Rodríguez Ponce.”³³

Tal parece ser que estas nuevas minas en Hostotipaquillo se sumaron a las descubiertas en 1542. Aunque vale señalar que en el libro del Pbro. Gabriel Sendis, también menciona:

“La ambición de Metales preciosos como es el oro y la plata fue el origen de la fundación de San Sebastián en el año de 1605. Su nombre de debe

³¹ MURIÁ, José María. Los Límites de Jalisco. El Colegio de Jalisco; CONACyT; Congreso del Estado de Jalisco. México 1997. Pp. 37

³² books.google.com/books?id=raEJAAAAIAAJ&pg=PA409. Octubre 2007

³³ www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/jalisco/mpios/14040a.htm. Octubre 2008.

2. LOS REALES DE MINAS.

a que el 20 de Enero, se descubrieron sus minas o a que Agustinos dedicaron la Iglesia a la honra de San Sebastián y les dieron una imagen del mismo Santo, o al parecido que tiene el lugar con San Sebastián, España.³⁴

La jurisdicción del Real de San Sebastián comprendía los reales de San Sebastián, Real de los Reyes, Jolapa, Real de Santiago, San Nicolás, entre otras minas de plata.³⁵



6.) Ingreso a la Mina de la Quiteria, actualmente aún la siguen explotando, se encuentra en el camino de San Sebastián a Los Reyes.

De hecho, esta zona de estudio fue un enclave minero importante en los siglos XVII y XVIII, viviendo dos esplendorosas épocas de actividad minera. De las 100 minas alrededor de San Sebastián del Oeste, hoy en día se pueden apreciar varias bocas en el camino a las iglesias de estudio y se puede visitar La Quiteria, donde se sigue extrayendo plata. En las minas que se

³⁴ PULIDO SENDIS; Gabriel. El Real y Minas de San Sebastián (Documentos y Apuntes). San Sebastián del Oeste, Jal. 1989. P. 6

³⁵ MURÍA, José María. Los Límites de Jalisco. El Colegio de Jalisco; CONACyT; Congreso del Estado de Jalisco. México 1997.Pp.109.

2. LOS REALES DE MINAS.

sigue explotando, ya no se trabaja con el mismo auge de aquellos tiempos tan gloriosos.

A continuación las minas que se encontraban en estas zonas:

LUGAR	NOMBRE	DENUNCIANTE	AÑO	EXP.
San	Santa Gertrudis	José Ramos V.	1865	18
Sebastián	Santa Quitería	Francisco Duerta	1867	36
	Sn Juan Nepomuceno	Jesús Castellón y Soc.	1869	65
	Santa Cruz	Pablo Encarnación	1870	69
	San Martín	José Ramos V.	1871	67
	Lodosa	Arcadio Sánchez	1873	85
	Los Leones	Pablo Encarnación	1873	87
	Buena Vista	José Ma. Cortés y Cia.	1875	96
	La Carolina	Encarnación Gómez	1876	107
	Los Cuates	Francisco Cortés y Soc.	1876	116
	La Esperanza	Arcenio León	1876	131
	La Villega	Juan José Ramos	1877	139
	La Providencia	Sebastián Pérez	1877	147
	El Socorro	Ignacio Aguirre y Soc.	1877	151
	Las Güijas	Juan Rentería	1878	170
	Sabala	Sebastián Pérez	1878	173
	Las Animas	Gregorio Curiel	1878	174
	San Antonio	Sebastián Maheda y Soc.	1878	175
	El Rosario	Leocadio Rentería	1878	178
	Buenvista	Gregorio Curiel	1878	194
	San José	Sebastián Pérez	1880	204
El Real Alto	El Favor	Juan José Ramos	1880	205
Los Reyes	El Refugio	Martín Quintero y Soc.	1881	219
Sn Sebast.	El Rosario	Flaviano Encarnación	1881	220
El Real Alto	El Porvenir	Miguel García y Soc.	1881	227

2. LOS REALES DE MINAS.

<i>San Sebast.</i>	<i>Sacramento</i>	<i>Baudelio Bernal y Soc.</i>	<i>1881</i>	<i>247</i>
<i>Los Reyes</i>	<i>San José de Amaltea</i>	<i>Julio Rodríguez</i>	<i>1881</i>	<i>251</i>
<i>Los Reyes</i>	<i>Mes de María</i>	<i>Magdaleno Meda</i>	<i>1881</i>	<i>253</i>
<i>Sn. Sebast.</i>	<i>El Carmen</i>	<i>Néstor González y Cia.</i>	<i>1882</i>	<i>266</i>
<i>Sn Sebast.</i>	<i>El Isote</i>	<i>Narciso Díaz y Soc.</i>	<i>1882</i>	<i>269</i>
<i>Sn. Sebast.</i>	<i>Los Negros</i>	<i>Sebastián Peña</i>	<i>1882</i>	<i>273</i>
<i>Santiago</i>	<i>La Plomosa</i>	<i>Narciso Díaz y Soc.</i>	<i>1882</i>	<i>295</i>
<i>Sn Sebast</i>	<i>Patiño</i>	<i>Manuel Gil</i>	<i>1884</i>	<i>325</i>
<i>Sn Sebat.</i>	<i>San Simón</i>	<i>Febronio Dueñas</i>	<i>1884</i>	<i>321</i>
<i>Los Reyes</i>	<i>La Victoria</i>	<i>Francisco de P. Briseño</i>	<i>1884</i>	<i>329</i>
<i>Sn Sebast.</i>	<i>San Joaquín</i>	<i>Guadalupe Quintero</i>	<i>1885</i>	<i>349</i>
<i>Sn Sebast.</i>	<i>La Soledad</i>	<i>Ramón C. Uribe y Soc.</i>	<i>1885</i>	<i>357</i>
<i>Monte Gde.</i>	<i>La Paz</i>	<i>Agapito Guzmán</i>	<i>1886</i>	<i>374</i>
<i>Sn. Sebast.</i>	<i>La Aurora</i>	<i>Antonio Zaroní</i>	<i>1886</i>	<i>375</i>
<i>Sn. Sebast.</i>	<i>Socorredora</i>	<i>Lugardo Ramírez</i>	<i>1886</i>	<i>352</i>
<i>Sn. Sebast.</i>	<i>Los Verdes</i>	<i>Félix Aguirre</i>	<i>1887</i>	<i>395</i>
<i>Los Reyes</i>	<i>Sta. Eduwiges</i>	<i>Eduwiges Hdez. y Soc.</i>	<i>1887</i>	<i>398</i>
<i>El Real Alto</i>	<i>Llanito de Hielo</i>	<i>Antonio Zaroní</i>	<i>1887</i>	<i>401</i>
<i>Los Reyes</i>	<i>Guadalupe</i>	<i>José Flores y Soc.</i>	<i>1887</i>	<i>412</i>
<i>Monte Gde.</i>	<i>San Juan</i>	<i>Juan Ruelas y Soc.</i>	<i>1888</i>	<i>430</i>
<i>El Real Alto</i>	<i>La Bufa</i>	<i>Guadalupe Quintero</i>	<i>1888</i>	<i>434</i>
<i>Sn. Sebast.</i>	<i>La Servilleta</i>	<i>Eduardo Azpeitia P.</i>	<i>1888</i>	<i>440</i>
<i>S. Sebast.</i>	<i>Pilares de Oro</i>	<i>Antonio Zaroní</i>	<i>1888</i>	<i>454</i>
<i>Los Reyes</i>	<i>El Relicario</i>	<i>Gregorio Melín</i>	<i>1888</i>	<i>461</i>
<i>Los Reyes</i>	<i>El Rayo de los Reyes</i>	<i>Epigmenio Macedo y Soc.</i>	<i>1888</i>	<i>473</i>
<i>Sn. Sebast.</i>	<i>La Consolidada</i>	<i>Pablo Encarnación y Soc.</i>	<i>1888</i>	<i>483</i>
<i>El Real Alto</i>	<i>El Tajo Compani</i>	<i>Mineral del Refugio</i>	<i>1888</i>	<i>495</i>
<i>Sn. Sebast.</i>	<i>Cerro de la Cruz</i>	<i>Tirso Madrigal y Soc.</i>	<i>1888</i>	<i>507</i>
<i>Sn. Sebast.</i>	<i>El Coyote</i>	<i>Fernando Guzmán</i>	<i>1889</i>	<i>520</i>

2. LOS REALES DE MINAS.

<i>Los Reyes</i>	<i>San José de Gracia</i>	<i>Leonardo Avalos y Soc.</i>	<i>1889</i>	<i>555</i>
<i>Sn. Sebast.</i>	<i>San Salvador</i>	<i>Sóstenes Rivera y Soc.</i>	<i>1889</i>	<i>565</i>
<i>Sn. Sebast.</i>	<i>Las Maravillas</i>	<i>Forves y Cia.</i>	<i>1889</i>	<i>567</i>
<i>Sn. Sebast.</i>	<i>Benus</i>	<i>Pío Quinto Maheda y Soc.</i>	<i>1889</i>	<i>584</i>
<i>Sn. Sebast.</i>	<i>El Consuelo</i>	<i>Ascención Ramos</i>	<i>1889</i>	<i>608</i>
<i>Sn. Sebast.</i>	<i>El Capote</i>	<i>Alberto Beck</i>	<i>1890</i>	<i>659</i>
<i>Sn. Sebast.</i>	<i>La Aureola</i>	<i>Manuel Ramírez</i>	<i>1895</i>	<i>48</i>
<i>Sn. Sebast.</i>	<i>La Catalana</i>	<i>Feliciano Guerra</i>	<i>1895</i>	<i>56</i>
<i>Los Reyes</i>	<i>El Vagio</i>	<i>Florentino Sormellero</i>	<i>1896</i>	<i>8</i>
<i>Los Reyes</i>	<i>La Atayala</i>	<i>Manuel Cuéllar</i>	<i>1896</i>	<i>18</i>
<i>Sn. Sebast.</i>	<i>La Catalina</i>	<i>Irineo Quintero</i>	<i>1896</i>	<i>38</i>
<i>Sn. Sebast.</i>	<i>La Dormida</i>	<i>Gabino Villalvazo</i>	<i>1896</i>	<i>89</i>
<i>Sn. Sebast.</i>	<i>La Silveria</i>	<i>Cristino Sendis</i>	<i>1898</i>	<i>50</i>
<i>El Real Alto</i>	<i>La Castellana</i>	<i>Fortino Cabrera</i>	<i>1898</i>	<i>52</i>
<i>Sn. Sebast.</i>	<i>La Reina</i>	<i>Damián García</i>	<i>1898</i>	<i>60</i>
<i>Sn. Sebast.</i>	<i>Cuauhtémoc</i>	<i>Magdaleno González</i>	<i>1898</i>	<i>95</i>
<i>Sn. Sebast.</i>	<i>La Perla</i>	<i>Efrén Aguirre</i>	<i>1899</i>	<i>63</i>
<i>Los Reyes</i>	<i>Santo Niño</i>	<i>Lugardo Ramírez</i>	<i>1900</i>	<i>82</i>
<i>Sn. Sebast.</i>	<i>El Coparchi</i>	<i>Daniel Avalos</i>	<i>1900</i>	<i>82</i>
<i>Sn. Sebast.</i>	<i>La Purísima</i>	<i>Aurelio Ramírez</i>	<i>1901</i>	<i>69</i>
<i>Sn. Sebast.</i>	<i>San Luís</i>	<i>Y. Hernández</i>	<i>1902</i>	<i>144</i>
<i>Sn. Sebast.</i>	<i>Romansa</i>	<i>José Guerrero</i>	<i>1903</i>	<i>313</i>
<i>Sn. Sebast.</i>	<i>La Concepción</i>	<i>Henry Bollinog</i>	<i>1904</i>	<i>346</i>
<i>Sn. Sebast.</i>	<i>La Oriental</i>	<i>Teodoro Hernández</i>	<i>1904</i>	<i>401</i>
<i>Sn. Sebast.</i>	<i>La Patria</i>	<i>Indalecio Bernal y Soc.</i>	<i>1904</i>	<i>440</i>
<i>Sn. Sebast.</i>	<i>La Favorita</i>	<i>León Callejas</i>	<i>1905</i>	<i>526</i>
<i>El Tajo</i>	<i>San Pascual</i>	<i>Felipe N. Peña</i>	<i>1905</i>	<i>582</i>
<i>El Real Alto</i>	<i>Mariam</i>	<i>W. M. Fritzlant</i>	<i>1906</i>	<i>721</i>
<i>El Real Alto</i>	<i>Virginia</i>	<i>Calixto Sánchez</i>	<i>1907</i>	<i>756</i>

2. LOS REALES DE MINAS.

El Real Alto	San Efrén	<i>Irán Brcevo Parkes</i>	1907	781
El Real Alto	<i>El Judío Errante</i>	Iván Bruno	1907	798
El Real Alto	<i>El Nuevo viajero</i>	<i>J. Macaléster</i>	1907	824
Sn. Sebast.	San Antonio	Ascención Ramírez	1908	831
Sn. Sebast.	La Peña Parada	J. W. Macolister	1908	833
Sn. Sebast.	Las Avillas	<i>Luis H. Rvon Buscant</i>	1908	851
El Real Alto	La Viuda Triste	Armando Quintero	1908	882
Santiago	La Colorada	Efrén Aguirre	1909	892
San Sebast.	El Fraile	<i>Alberto Beck</i>	1890	659
Hostotipac	Los Negros	Marcelino Arredondo	1890	675
Sn. Sebast.	La Esmeralda	Salvador H. Quintero	1890	768
Sn. Sebast.	El Zapote	Honorio Encarnación	1890	687
Sn. Sebast.	La Ancora	Feliciano González	1890	703
Sn. Sebast.	La Blanca	Victoriano Rentería	1890	704
Los Reyes	La Golondrina	Refugio Jiménez	1890	709
Santiago	Santiaguito	Felipe Nerey y Soc.	1890	718
Sn. Sebast.	La Cuata	Eduardo Vázquez	1891	735
Sn. Sebast.	La Sivería	Epigmenio Macedo	1891	740
Los Reyes	San José	Tirso Madrigal	1891	741
Sn. Sebast.	El Progreso	Efrén Aguirre	1891	762
Sn. Sebast.	La Guadalupe	Juan Santana	1891	782
Sn. Sebast.	Las Cruces	Honorio Encarnación	1891	813
Sn. Sebast.	La Sorpresa	Salvador H. Quintero	1891	814
Sn. Sebast.	El Tajo	<i>Alberto Beck</i>	1891	847
El Real Alto	El Tajo	Braulio Aguirre	1892	853
Sn. Sebast.	La Mexicana	Florencio Ruíz	1892	863
Sn. Sebast.	La Constancia	Salvador H. y Soc.	1892	865
Sn. Sebast.	La ilusión	Felipe N. Brambila	1892	868
Los Reyes	La Reforma	Gumencindo Peña	1892	872

2. LOS REALES DE MINAS.

<i>Sn. Sebast.</i>	<i>Bienechora</i>	<i>Senobio Villaseñor</i>	<i>1892</i>	<i>874</i>
<i>Sn. Sebast.</i>	<i>La Trinidad</i>	<i>Patricio Ponce de León</i>	<i>1892</i>	<i>885</i>
<i>Sn. Sebast.</i>	<i>La Maroma</i>	<i>Doroteo Izquierdo</i>	<i>1892</i>	<i>33</i>
<i>Los Reyes</i>	<i>La Catas</i>	<i>Manuel y -----</i>	<i>1893</i>	<i>79</i>
<i>Sn. Sebast.</i>	<i>Oscurama</i>	<i>Ascención Ramos</i>	<i>1893</i>	<i>115</i>
<i>Los Reyes</i>	<i>La Fortuna</i>	<i>Jesús Mardueño</i>	<i>1893</i>	<i>130</i>
<i>Los Reyes</i>	<i>Santa Teresa</i>	<i>Carlón Bosón</i>	<i>1898</i>	<i>15</i>
<i>Pijinto</i>	<i>La Duquesa</i>	<i>Francisco W. Page</i>	<i>1909</i>	<i>899</i>
<i>El Real Alto</i>	<i>La Unión</i>	<i>Ignacio Aredoy</i>	<i>1909</i>	<i>901</i>
<i>Santiago</i>	<i>La Camelia</i>	<i>Félix C. Hernández</i>	<i>1910</i>	<i>930</i>
<i>Los Reyes</i>	<i>El Cometa</i>	<i>Frit G. Kaiser</i>	<i>1909</i>	<i>933</i>
<i>Santiago</i>	<i>La Revoltosa</i>	<i>Efrén Aguirre</i>	<i>1910</i>	<i>934</i>
<i>Sn. Sebast.</i>	<i>Saturno</i>	<i>Efrén Aguirre</i>	<i>1912</i>	<i>969</i>
<i>Sn. Sebast.</i>	<i>Zapopan</i>	<i>Miguel Sanjuan</i>	<i>1919</i>	<i>1926</i>
<i>Sn. Sebast.</i>	<i>El Águila de Oro</i>	<i>Eduardo García</i>	<i>1919</i>	<i>1022</i>
<i>Sn. Sebast.</i>	<i>Continuación</i>	<i>Carlos A. Kelson</i>	<i>1919</i>	<i>1043</i>
	<i>Poniente de Aragón</i>			
<i>Sn. Sebast.</i>	<i>Los Aliados</i>	<i>Marcelo Defosse</i>	<i>1919</i>	<i>1045</i>
<i>Los Reyes</i>	<i>El Carmen</i>	<i>Francisco Nuño y Asoc.</i>	<i>1922</i>	<i>1118</i>
<i>Sn. Sebast.</i>	<i>La Demócrata</i>	<i>Antonio Esparza</i>	<i>1922</i>	<i>1133</i>
<i>Sn. Sebast.</i>	<i>El Escobal</i>	<i>Santiago Frochcart</i>	<i>1923</i>	<i>1144</i>
<i>Sn. Sebast.</i>	<i>San Sebastián</i>	<i>Antonio Esparza</i>	<i>1926</i>	<i>1219³⁶</i>

Podemos observar, en esta lista, que las primeras minas tenían, por lo general, nombres de Santos y que después fueron cambiando dependiendo de las épocas. A partir de 1895 (señaladas en rojo) se puede notar, por el nombre de la mina o por el de los denunciante, que la propiedad pasó a manos extranjeras, inglesas, norteamericanas, alemanas y francesas, además de las españolas.

³⁶ Inventario de las Minas, Libro No. 1 del Año 1857 a 1926. Agencia de Minería Mascota. Sacado del libro: PULIDO SENDIS, Gabriel. San Sebastián del Oeste, Jalisco en el S. XX. Auge y decadencia minera. Enero de 1991. P.p. 38-43

2. LOS REALES DE MINAS.

Todas estas minas, algunos de sus nombres se repiten en varios lados, estaban dentro del municipio, lo que demuestra la riqueza de las montañas entre Los Reyes, San Sebastián y el Real Alto. En 1865 se deben denunciar las minas ante la autoridad correspondiente, la Agencia de Minería de Mascota. En 1869 hay un paro total de la actividad minera según lo dijo el Sr. Cura D. Bernabé Bermúdez. En 1880 de nuevo se viene un auge y, más tarde, en 1890 de nuevo hay un paro transitorio que no dura mucho. Para solventar problemas económicos, los comerciantes pidieron a la Cámara de Comercio una bajada de los impuestos con la condición de subirlos de nuevo una vez que se regularizasen los trabajos mineros.



7.) La tienda de raya de San Sebastián del Oeste y al fondo la Iglesia³⁷

Comienza de nuevo tal entusiasmo por las minas que de 1865 a 1900 hay 81 minas denunciadas y, del año 1890 al 1910, otras 44. La decadencia comienza en 1910 con la Revolución Maderista. La Quiteria resurge en 1912 para terminar en 1921. Parece que hoy en día aún sigue trabajando.³⁸

La talla de la Virgen del Rosario, que se encuentra en Santa María de El Real Alto, se dice que es una talla española en madera del S. XVI. Teniendo esto en cuenta, es muy posible que la leyenda del transporte en “burrito” de la imagen hasta el Real Alto, sea verdadera. En realidad la donación, a modo de regalo, de tallas u otros objetos religiosos por parte de españoles, era común en aquellas épocas.

³⁷ Dibujo realizado durante la segunda visita de campo por el alumno Ricardo Nava.

³⁸ *Ibid.* P.p. 44-45

2. LOS REALES DE MINAS.

1608 - Una imagen de bulto de la Virgen de la Caridad de Illescas, localidad española de la provincia de Toledo, pudo haber sido llevada al Real Sitio de Minas por el capitán español Francisco Sánchez de Moya. Allí estaba, en efecto, esa imagen, en 1608, según acredita...³⁹

"1640 - En 1640 el Rey de España, Felipe IV le otorgó al Real de Minas el título de "Capital del Mundo de la Plata" y con ello Parral se estableció como la Sede del Gobierno de la Nueva Vizcaya."⁴⁰

En la década de 1640 se abrieron en Sonora los primeros reales de minas. En esos años, los jesuitas se encontraron con unos franciscanos que desde Nuevo México trataban de establecer misiones entre los ópatas septentrionales. Podemos decir que la parte norte de la República Mexicana fue la última en descubrirse en lo que respecta a los Reales de Minas.

"29 Abr 1651 - Lencho, que descendemos de la familia Arellano a la que perteneció don PEDRO DE ARELLANO Y SOSA quien fuera el cura confesor de Sor Juana Ines de la Cruz, el nació en Real de Minas de Tasco el 29 de abril de 1651 y fue hijo de don FRANCISCO DE..."⁴¹

La cita anterior es un dato curioso por lo que toca a nuestra famosa escritora Sor Juana Inés de la Cruz, por aquello de "hombres necios, que acusáis a la mujer...", quien fuera una de las primeras defensoras de los derechos de las mujeres mexicanas.

"9 Ago 1690 - Poco más tarde, las agresiones de los corsarios i piratas sugirió la idea de fortificar las costas del Pacífico i de construir para ello cañones de (16) Real cédula de 9 de agosto de 1690. Esta mina i otra llamada de San Pedro Nolasco situada en la falda."

Hacia fines del XVII el problema del bandolerismo estalló de una forma notoria, especialmente en las zonas del norte. Las razones aun no son claras, pero parecen deberse al crecimiento demográfico, la consiguiente aparición de una "plebe" muy heterogénea, el desarrollo de barrios marginales, etc.

1711 - Poco sobrevivió á, los dos hermanos el P. Nicolás Calatayud, uno de los más ameritados y apreciados de la Provincia: nació en el Real de minas de S. Sebastian, del Departamento de Jalisco en 1711, de una de las familias de más gratos recuerdos para la Nueva ...

³⁹ www.cirobianchi.blogia.com/2007/092802-yo-soy-la-virgen-de-la-caridad.php

⁴⁰ www.lalibreta.com.mx/not_detalle.php?id_n=2078

⁴¹ groups.google.com.mx/group/Genealogia-Mexico/browse_thread/thread/159c81cf42fd512c

2. LOS REALES DE MINAS.

1709 - Dice Galiano: «Escasando los fondos, y no queriendo el Gobierno estar sin los que tenía en América, siendo grande á la sazón el producto de las minas mejicanas, y habiendo los Ingleses con su superioridad marítima puesto empeño en interceptarles el paso á la ...»⁴²

Posteriormente algunos acontecimientos generaron incertidumbres en la Corona. En julio de 1739, veintitrés mineros del Sombrerete le hicieron llegar al virrey una representación en la cual denunciaban las arbitrariedades del conde, así como la inseguridad del real de minas con motivo de los pleitos iniciados por los parciales a los contrincantes.⁴³ Para 1740 las cosas habían cambiado. Los misioneros ya no eran indispensables para mantener a los indios bajo control, al contrario, ellos mismos habían propiciado la rebelión de 1740 con su trato inconsiderado a yaquis y mayos.⁴⁴

Parece ser que, si para 1741 las minas no estaban exhaustas, las dificultades que se presentaron para la extracción del mineral resultaron difíciles de superar. A ello contribuyeron el muy alto costo, el peligro de los indios, el derecho del quinto real, y luego del décimo, etc.⁴⁵

1746 - Las minas fueron la articulación de la región con la economía mundial, pero también fueron el lugar de tragedias como el colapso del socavón Matagente durante el terremoto de 1746, en que murieron alrededor de 300 trabajadores mineros.⁴⁶

No podemos hacer omisión de varias tragedias que ocurrieron en las minas y relacionadas con los sismos. La cita anterior ocurrió en Perú, pero hubo muchos otros que ocurrieron en México. No debemos olvidar que las regiones aledañas al Pacífico son zonas sísmicas activas.

Tal parecía que se acababa la riqueza minera y entonces sucedió, en 1749, el descubrimiento de más minas.

1749 - de minas de Bolaños, que la bondad de Dios nuestro Señor descubrió el año de 1749. La riqueza que se manifestó al principio fue tanta, que creímos justamente dejaría atrás toda la fama del cerro del Potosí, pues fue como un río de plata que inundó todo este reino ...»⁴⁷

1761 - El Virreinato de Méjico, llamado también de Nueva España, no contaba con una legislación especial para su gobierno en materia de

⁴² books.google.com/books?id=YiwLAAAAIAAJ&pg=PA146. Octubre 2008

⁴³ nuevomundo.revues.org/index3203.html. Octubre 2008.

⁴⁴ bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/estados/libros/sinaloa/html/sec_54.html. Octubre 2008

⁴⁵ www.iih.unam.mx/moderna/ehmc/ehmc11/139.html. Septiembre 2007

⁴⁶ www.blogsperu.com/blog/13748/. Septiembre 2007

⁴⁷ books.google.com/books?id=v501AAAAMAAJ&pg=PA55. Septiembre 2007

2. LOS REALES DE MINAS.

minas, rigiéndose la industria especialmente por las Ordenanzas del Nuevo Cuaderno.⁴⁸

Algunos Reales de Minas fueron posteriormente elevados a la categoría de Villas o inclusive de Ciudades.

1778 - Alrededor de 1778 se descubrieron más vetas. El nombre que recibió el lugar fue Real de Minas de Nuestra Señora de la Limpia Concepción de Guadalupe de los Álamos de Catorce, pero con el tiempo se le llamó simplemente Real de Catorce, que es como hoy lo conocemos.⁴⁹

Ubicado en el Altiplano potosino, Real de Catorce se fundó en 1779 tras el descubrimiento de ricas minas de plata, lo que provocó que México fuera uno de los más grandes productores de este mineral.⁵⁰ También las minas de carbón tuvieron mucho auge.

Real, al igual que Guanajuato y otros puntos con una vasta historia minera, fue "víctima" de los torbellinos sociales, económicos y políticos, éstos que lo mismo crean y consolidan pueblos para después abandonarlos. Los vestigios de innumerables construcciones dan cuenta de ello. Situaciones similares ocurrieron en el Real de San Sebastián del Oeste.

Posteriormente se hicieron varias escuelas sobre minería, una fue la Escuela Real de Minas en París y otra en México, en la Real y Pontificia Universidad de México.

"1792 - El Real Seminario de Minería, antecedente de la Escuela Nacional de Ingenieros, se funda en 1792. Su programa de estudios, dividido en cuatro años, incluía matemáticas superiores, física, química, topografía, dinámica, hidráulica, laboreo de minas, lenguas y..."⁵¹

"1824 - Al terminar la guerra de Independencia, todo lo que estaba bajo el dominio de la corona deja de llamarse real como el ejercito, los caminos, las minas, etc. así en 1824, al hacerse la división política de la República..."⁵²

Las siguientes citas corresponden a un real decreto por el cual se permitía a los mineros disponer del producto de sus minas, claro que éste ya no consistía en oro y plata, sino en e carbón, azufre, etc.

⁴⁸ html.rincondelvago.com/concesion-minera-en-panama.html. Octubre 2008

⁴⁹ bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/estados/libros/sanluis/html/sec_41.html. Octubre 2008

⁵⁰ www.reforma.com/estados/articulo/439/876862/ Agosto 2006

⁵¹ abcuniversidades.internext.com.mx/Plantel/366/Universidad_Nacional_Autonoma_de_Mexico_Ciudad_Universitaria/ .Octubre 2008

⁵² www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/hidalgo/municipios/13038a.htm. Octubre 2008

*4 Jul 1825 - Visto el real decreto de 4 de Julio de 1825 dando reglas para la adquisición del dominio de las minas. Su explotación y laboreo, en cuyo art. 2.º se declara ser de libre aprovechamiento, sin necesidad de concesión, las tierras calizas de toda especie ...*⁵³

*“4 Jul 1825 - 15 del Real decreto de 4 de Julio de 1825. legislación vigente á la sazón, dispone que mientras los mineros cumplan con las obligaciones y condiciones señaladas en el mismo podrán disponer de su derecho y de los productos de las minas como de cualquiera otra ...”*⁵⁴

*“4 Jul 1825 - por el título del citado Real decreto de 4 de julio de 1825 para disponer los mineros del producto de sus minas, sea y se entienda con respecto á los de las minas de azufre, limitada á la facultad de poder extraerlos libremente al extranjero, ó de venderlos á la ...”*⁵⁵

“18 Dic 1825 - Esto sucedía después que el listado se había declarado por Real decreto de 4 de Julio y Real instrucción de 18 de Diciembre de 1825 dueño absoluto de todo el señorío y dominio supremo de las minas de carbón de España, ó sea del subsuelo; después que mantenía un ...”

*“Ene 1833 - En enero de 1833, Juárez fue electo diputado al Congreso del Estado de Oaxaca. Con motivo de la Ley de Expulsión de Españoles dada por el Congreso General, el obispo de Oaxaca, D. Manuel Isidoro Pérez, no obstante que estaba exceptuado de esta pena, rehusó”*⁵⁶

*“29 Abr 1841 - Respecto á las aguas encontradas en los trabajos mineros, se declaró, por una Real orden de 29 de Abril de 1841, que pertenecían á los concesionarios mientras conservasen la propiedad de las minas, pero después pasaban al dominio del Estado”*⁵⁷

Y así sucesivamente se fueron suscitando una serie de hechos en relación a las minas, al producto de las mismas, a los ingenieros, etc.

*“11 Abr 1849 - 38 de la ley de minería, expedida en 11 de abril de 1849, oído el Consejo Real, y á propuesta de mi ministro de Comercio, Instrucción y Obras públicas, he venido en aprobar el adjunto Reglamento para el cuerpo de ingenieros de Minas”.*⁵⁸

*“8 Mar 1852 - de las comprendidas en la citada Real orden de 8 de Marzo de 1852, el registrador de una mina solo puede adquirir derechos cuando haya dado por su parte entero cumplimiento á la ley de Minería y al reglamento para su ejecución:.. Considerando que el art. 37 del...”*⁵⁹

⁵³ books.google.com/books?id=xQQKAAAIAAJ&pg=PA413 Diciembre 2008

⁵⁴ *Ibid.* PA157

⁵⁵ books.google.com/books?id=CLLixpXQ9ZcC&pg=PA337. Diciembre 2008

⁵⁶ www.cambiodemichoacan.com.mx/imprime.php?id=40320. Diciembre 2008

⁵⁷ books.google.com/books?id=x-YYAAAAYAAJ&pg=PR64. Diciembre 2008

⁵⁸ books.google.com/books?id=xYHzXXivCGEC&pg=PA53. Diciembre 2008

⁵⁹ books.google.com/books?id=sNoDAAAQAAJ&pg=PA201. Noviembre 2008.

2. LOS REALES DE MINAS.

Feb 1857 - La Capital y algunas de sus minas. Plano según la Escala de j^ Medida métrica. Levantado en Febrero de 1857.—Manuscrito original. 2.114. Ileyno de México. Guana- xuato; Real de Minas el más rico del mundo que se ha descubierto hasta ahora.—Grabado en plomo. 2.115.⁶⁰

En 1859, la ley del 6 de julio declara en el artículo 29 que las sustancias metalíferas son propiedad del Estado, y aunque nadie puede disponer de ellas sin consentimiento del Gobierno, los particulares pueden adquirir y trabajar las minas, según lo dice el artículo 37.⁶¹

La historia de la plata se presenta llena de leyendas y antiguos cuentos pintados de este argentino color. Hoy forman parte de los Pueblos Mágicos en México, esos sueños de plata siguen hilándose, en espiral, hacia el futuro.

⁶²

En San Sebastián cuentan que era tanta la gente que vivía en aquella época de auge de las minas que mataban 8 reses diarias y no eran suficientes para abastecer de carne a la población. En 1880 el metal de exportación era llevado en mulas a la estación de San Marcos, en piedra bruta. El principal metal de San Sebastián fue la Plata, el oro en menor escala. Los principales centros mineros, La Quiteria, Los Reyes, El Tajo Mining, tenían cada uno su propia hacienda de beneficio. El encargado del mineral de Los Reyes y La Victoria era Pablo Encarnación.



8.) El camino de los Reyes a San Sebastián del Oeste.⁶³

⁶⁰ books.google.com/books?id=eHBGAAAAMAAJ&pg=PA256. Diciembre 2008

⁶¹ *Ibid.* PA232

⁶² www.accessmylibrary.com/premium/0286/0286-3949161.html. Diciembre 2008

⁶³ Dibujo realizado por el alumno Juan Pablo Monteón (Q.E.P.D.) © en la segunda visita de campo que hicimos el 8 de junio del 2002.

Entre los años de 1904 y 1906 se utilizó el agua como fuerza motriz, canalizándola y provocando caídas con la fuerza suficiente para mover los morteros y pequeños molinos para el metal. Esto evitó seguir enviando la piedra en bruto y cambiarlo por polvo más purificado que se transportaba a la misma estación de San Marcos o a Ameca. Dicen que era tal la presión de agua que, en ambos chorros que salían horizontalmente de La Quiteria, era capaz de barrenar ladrillos, tablonés gruesos y otros materiales resistentes.⁶⁴

En 1883 la Compañía Minera de Jalisco, de la familia Escandón, era la propietaria de esta mina y fue vendida a principios del siglo XX al francés Alfredo Lonergan. Más tarde, en 1904, José Buel compró el negocio a Lonergan, siendo así el primer norteamericano que se estableció, con todo y familia, en esos lugares. Fue él quien trajo el primer molino y quien utilizó la fuerza motriz del agua. En la primer década del siglo XX se instaló una planta eléctrica que iluminaba hasta el Porvenir y El Real Alto. En el año de 1906 llevaron un molino cilíndrico a La Quiteria, siendo este un paso muy decisivo en la superación técnica, ya que estaba capacitado para moler 500 toneladas cada 24 horas, aumentándose en un 50% la producción. Al ver dicho auge, los del Tajo Mining trajeron de inmediato otro molino de las mismas características.

“Hasta el año de 1910 todos los negocios estaban en bonanza, era un gran movimiento el que se observaba sobre todo en San Sebastián que era el Centro de la toda la región minera.”⁶⁵

Jalisco trabajaba con la compañía americana Navid Belmont; el gerente de la Quiteria era José Buel; el de El Porvenir era Malon Carlos y el de Jalisco era Alberto Lonergan y posteriormente Alberto Beck.

Entonces, la Revolución Mexicana, que comenzó su sangriento avatar en 1910, hizo que muchas minas quedaran abandonadas, y muchos Reales se convirtieron en pueblos fantasmas. Real de Catorce, por ejemplo, cerró minas y la mayoría de los habitantes abandonó el pueblo. Para esas épocas vivían cerca de 12000 personas.⁶⁶

La decadencia de San Sebastián se dio de igual modo a inicios de la Revolución, cuando comenzaron las dificultades para los grandes capitalistas extranjeros quienes ante Don Porfirio Díaz contaron con muchas garantías. Los primeros en abandonar fueron los de El Porvenir, luego los de La Victoria mineral de Los Reyes y, finalmente, los de La Quiteria

⁶⁴ PULIDO SENDIS, Gabriel. San Sebastián del Oeste, Jalisco, en el siglo XX. Auge y decadencia minera en San Sebastián. Enero de 1991. P. 44

⁶⁵ Libro de Gobierno No. 10, Pag. 86-98. Sacado del libro: PULIDO SENDIS, Gabriel. San Sebastián del Oeste, Jalisco en el S. XX. Auge y decadencia minera. Enero de 1991. P.p. 45-46

⁶⁶ www.mty.itesm.mx/dhcs/deptos/co/co95-832/Proy_2002_S2/Real/culturapublished/historia.htm

en el año 1921. Eso fue motivo para que posteriormente versara lo siguiente, en forma de canto, la Profesora Concepción Lepe:

*“Huyeron espantadas las gentes forasteras
quedando solamente las tristes chimoleras
como único recuerdo de ayer.*

*Vendrá una compañía a proveer trabajo
pero esas de Jalisco que tanto han explotado
son unas viejas ruinas que no volverán”.*⁶⁷

*“El poblado llegó a contar con 20 mil habitantes, cuando en la actualidad apenas si llegan a 7 mil. En 1825 el pueblo de Real de San Sebastián tenía ayuntamiento y pertenecía al departamento de Mascota en el 6° Cantón de Autlán. Las comisarías que comprendía eran las de: Real de Hostotipac, Real Santiago y Real de Avillas; así como los ranchos de Colesio y Santa Ana”.*⁶⁸

Fue por ello que se produjo un fenómeno de emigración, en principio a zonas aledañas, en busca de mejores oportunidades y, posteriormente, a otras localidades de la República o a los Estados Unidos. Hasta la fecha la pirámide de edades se vio afectada principalmente en los que respecta a jóvenes adolescentes y adultos. Aún hoy en día predominan los viejos y los niños en su población. Afortunadamente, gracias a la Universidad de Guadalajara que construyó una Preparatoria hace algunos años, se ha aminorado la emigración de algunos jóvenes en busca de mejores oportunidades.



9.) Vista de San Sebastián del Oeste, al fondo la singular torre de su Templo.

⁶⁷ PULIDO SENDIS. *Op. Cit.* P. 47

⁶⁸ AA.VV. Enciclopedia de los Municipios de México. Estado de Jalisco. San Sebastián del Oeste.
[http://es.wikipedia.org/wiki/San_Sebasti%](http://es.wikipedia.org/wiki/San_Sebasti%20del_Oeste)

Paradójicamente, una de las bellezas de San Sebastián es, precisamente, el haberse quedado casi en completo abandono y olvido. Es por ello que sigue siendo un lugar muy auténtico y da la sensación de que se hubiese detenido el tiempo.



10.) La Hacienda Xalisco.

Felizmente se les va dando la importancia necesaria a dichos Reales de Minas:

"5 Mar 2005 - "El Centro UNESCO Castilla La Mancha otorga y extiende a la ciudad de Guanajuato, ciudad histórica de Santa Fe y Real de Minas de Guanajuato, en honor a los reconocidos méritos que posee como Ciudad Patrimonio Cultural de la Humanidad, y especialmente cervantina, el título de Capital..."⁶⁹

En el escudo que representa al Municipio de San Sebastián podemos apreciar la fecha de su fundación: 1524, año en que fue conquistada la población por Francisco Cortés de San Buenaventura. Dicho escudo fue aprobado el día 1º de julio de 1983, en sesión de Cabildo, bajo el acta número 9.

Se divide en tres partes o cuarteles. En el superior izquierdo aparecen una pala y un pico que simbolizan los instrumentos de trabajo utilizados en lo

⁶⁹ www.accessmylibrary.com/premium/0286/0286-3900237.html

2. LOS REALES DE MINAS.

que fue la principal actividad económica del municipio, la explotación minera. En el cuartel superior derecho aparece una rama de cafeto, que alude a las actividades agrícolas del municipio. En la parte inferior aparece el paisaje de San Sebastián del Oeste con sus montañas como fondo. Existen dos lanzas cruzadas por la parte posterior del mismo escudo, las puntas aparecen en las esquinas superiores y los astiles en las inferiores. El escudo está rematado por listeles, el listel superior tiene la fecha de su fundación, 1524, y en el listel inferior se inscribe el nombre actual del Municipio.⁷⁰



11.) Escudo de San Sebastián.

Hoy en día, la mayoría de estos Reales de Minas se pueden visitar y ofrecen un atractivo turístico muy singular y sin igual. Son una de las maravillas arquitectónicas que existieron, muy autóctonos. Los ofertan para otro tipo de turismo que esté interesado por la historia de esos pueblos mágicos con sus leyendas y mitos, como los versos de Doña Pachita (Q.E.P.D.). Pese a ello existe el peligro de la especulación por parte de inversionistas extranjeros. Ojalá podamos preservar y garantizar esa magia de tan hermosos poblados.

⁷⁰ AA.VV. Enciclopedia de los Municipios de México. Estado de Jalisco. San Sebastián del Oeste. http://es.org/wik/San_Sebasti%. Diciembre 2008.

3. GEOLOGÍA Y SISMICIDAD.

Cuando los desastres son provocados por fenómenos naturales pueden ser de origen hidrometeorológico (sequías, lluvias, inundaciones, vientos, huracanes, heladas) o de origen geológico (sismos o seísmos tectónicos o volcánicos, los tsunamis o maremotos). No hay que olvidar que también existen otros causados por el mismo hombre, en detrimento de la Naturaleza (conflictos bélicos: guerras, explosiones, bombas nucleares -sismos artificiales-, bombas biológicas, terrorismo, sabotaje, derrumbamiento de techos de cavernas y minas -sismos de colapso-; contaminantes químicos: plantas industriales, sanitarios: contaminación del aire, del agua y de los suelos; socio-organizativos: accidentes industriales o tecnológicos, aéreos, marítimos, del espacio, etc.). Los ocasionados por el hombre, obviamente, los podríamos evitar pero los naturales son incontrolables y debemos aprender a vivir con ellos. Debemos tenerle mucho respeto a la Naturaleza que tanto nos sigue enseñando.

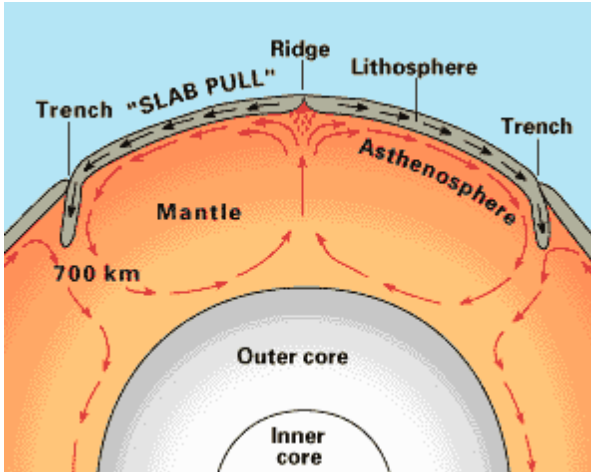


1.) *Leyenda de los Soles: "El quinto Sol, cuarto movimiento, su signo el quinto Sol Ollín. Se llama Sol de movimiento, porque se mueve. Como dicen los viejos, habrá movimiento de tierra, habrá hambre y con esto todos pereceremos."*

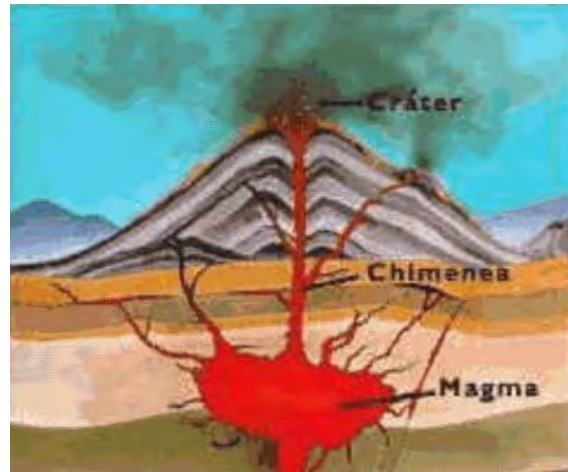
En el año uno Pedernal (1480), hubo un Temblor de tierra durante la noche. Códice Telleriano-Remensis.

“Los temblores forman parte de nuestras culturas”.¹

3.1 ORIGEN DE LOS SISMOS.

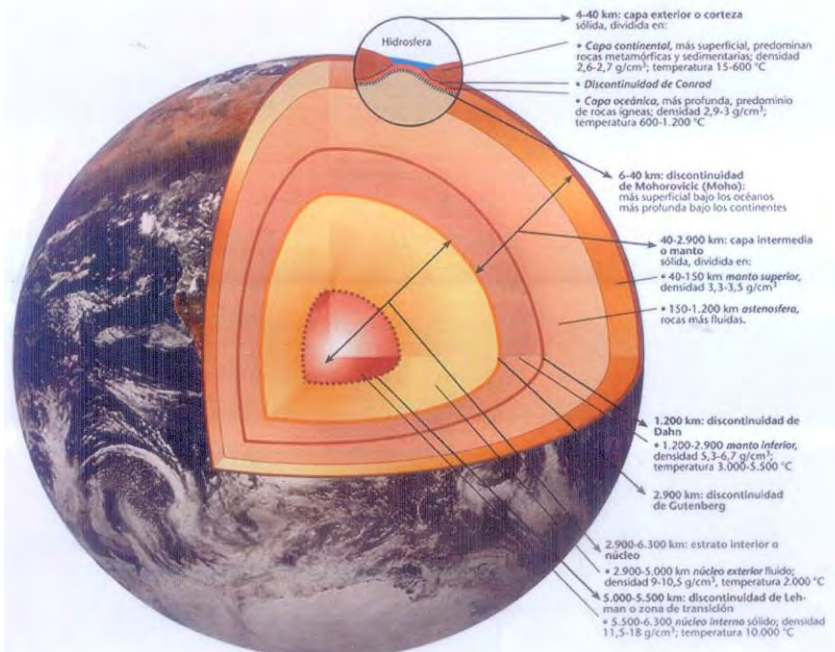


2.) sección de la tierra.



3.) Erupción volcánica.

Los sismos pueden ser de origen tectónico (fig.2) y volcánico (fig.3). Se producen debido a los movimientos constantes y al calor interno de la Tierra, disipación de energía o magma (gas que se encuentra en estado líquido que después se convierte en piedra), provocando el movimiento de las Placas tectónicas en la superficie o las explosiones volcánicas.



4.) Sección del globo terráqueo.²

¹ Dr. Carlos Valdés González

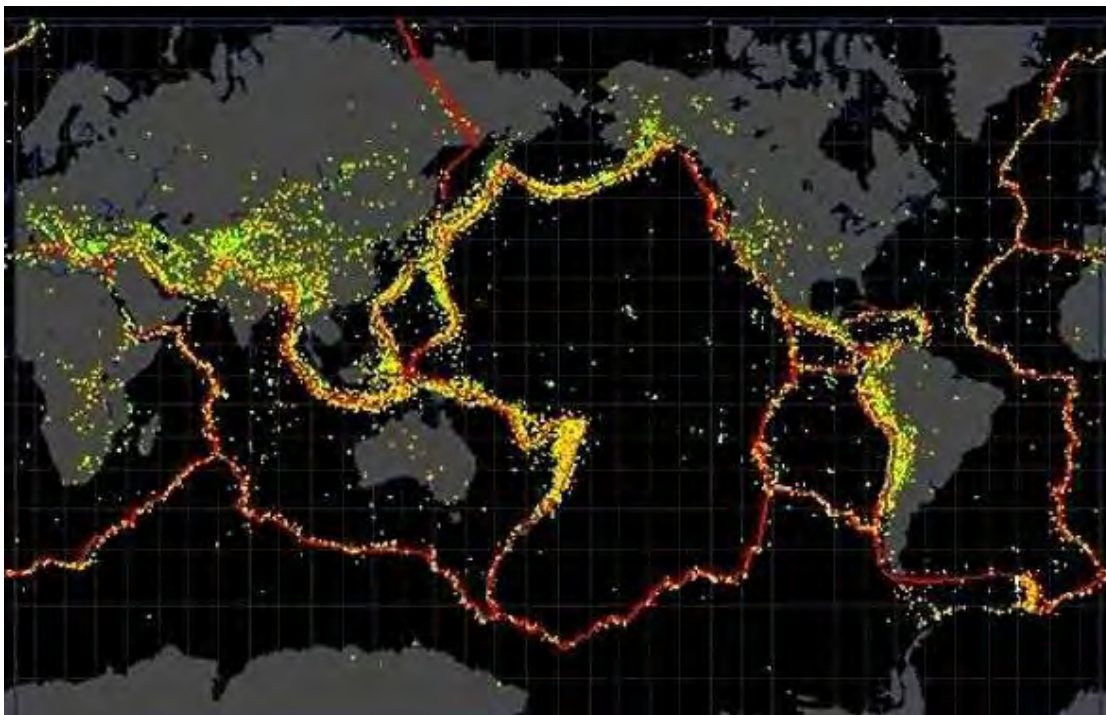
3. GEOLOGÍA Y SISMICIDAD.

El globo terrestre, con un radio de 6,898 km., está conformado por una serie de capas concéntricas. El núcleo interno, de 2,3040 km de diámetro, se considera en estado sólido. Le sigue el núcleo externo de 2,300 km. de espesor y constitución líquida. Después, el manto terrestre de 2,900 km. en estado sólido y plástico, sobre el cual se encuentra la corteza terrestre o litósfera de un espesor entre 60 y 100 km. Aparentemente es un cuerpo rígido que flota sobre el resto del manto.

Los científicos suponen, basados en evidencias e investigaciones geológicas, que, hace alrededor de 200 millones de años, el globo terrestre solo estaba compuesto por dos áreas: La Pangéa (todas las tierras o los continentes unidos) y la Panthalasa (todos los mares). De hecho Sir Francis Bacon proponía en 1620 que las coincidencias entre los perímetros del Continente Africano y América del Sur, no podían ser casuales.

El conocimiento del comportamiento de la corteza terrestre permitió desarrollar la *Teoría de la Tectónica de Placas*. En la actualidad los geofísicos suponen que la corteza de la tierra está dividida en 20 grandes placas. A los límites o fronteras de las placas tectónicas se les denomina *fallas*, y es aquí donde se originan la mayor cantidad de sismos.³

3.2 PLACAS TECTÓNICAS.



5.) Placas de la corteza terrestre y sismos registrados.

² AA.VV. La Tierra. Gran enciclopedia de bolsillo. Editorial Molino. Barcelona 1995. P. 27

³ MENDOZA Julio. "Los sistemas estructurales de la arquitectura habitacional de la Ciudad de Colima en el S. XX". Universidad de Colima. 2005. P.P. 12_14

La corteza de la tierra ha estado sujeta a una serie de movimientos internos (a través de estas placas litosféricas) de distinta intensidad que, con el paso del tiempo, transformaron su fisonomía al crear montañas, llanuras, fallas, ascensos de la superficie marina y todo tipo de accidentes. Estas placas (del griego tekton, “el que construye”) representan un proceso natural que indica que la tierra es un planeta vivo. De este modo, apreciando la sismicidad en el mundo (fig.5) se pueden delimitar la serie de placas que conforman el planeta.⁴ En color amarillo se indica el registro de los últimos temblores. Las líneas rojas indican las placas en que está dividido el globo terráqueo y las manchas grises son los continentes. La placa del Pacífico (la central, la mayor de todas) es una placa oceánica de las más activas. Podemos corroborarlo en su periferia, de Alaska hasta la Patagonia y desde las Islas Aleutianas a Nueva Zelanda. En esta región se encuentra también una intensa actividad volcánica, de aquí que se identifique como *Cinturón de Fuego del Pacífico* o *Cinturón Circunpacífico* (punto caliente interior que dio origen a las islas Hawaii y a numerosos volcanes). Precisamente ahí se encuentra situada la República Mexicana.



6.) Las placas en tres dimensiones.

5

Los sismos ocurren, principalmente, en regiones geográficas bien identificadas. En los límites o fallas de las placas hay un movimiento constante, pues se separan o chocan incesantemente. La mayor parte del vulcanismo activo se produce en el eje de las dorsales, en los límites divergentes, pero al ser submarino y de tipo fluidal, poco violento, pasa muy desapercibido. Detrás vienen las regiones contiguas a las fosas por el lado de la placa que no subduce. México

⁴ GUTIÉRREZ, Carlos. et al., (2001) *Sismos*, Serie Fascículos. CENAPRED, Secretaría de Gobernación México. P. 18

⁵ AA.VV. La Tierra. Gran enciclopedia de bolsillo. Editorial Molino. Barcelona 1995. P. 28

siempre ha sido una región de importantes volcanes activos, el Popocatepetl, el Iztaccíhuatl, el Fuego de Colima, el Ceboruco, etc., u otros como el Nevado de Toluca, el Paricutín, o el de Tequila actualmente inactivos o extintos.

Las placas pueden ser oceánicas o mixtas (continental y oceánica).

En la zona del Océano Pacífico se generan una gran cantidad de sismos de importancia que llegan a afectar a más de dos terceras partes de las localidades del país.

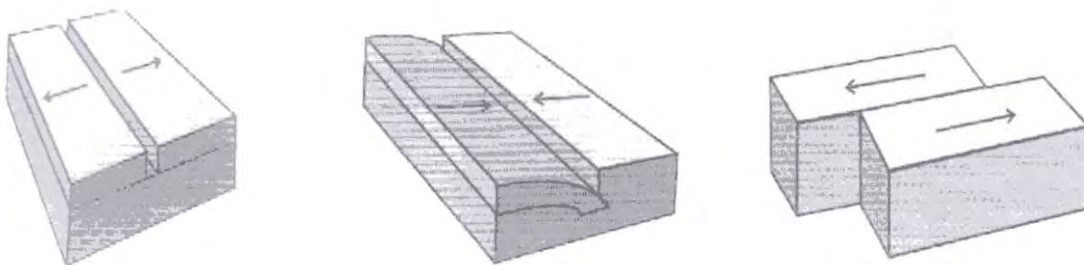
3.3 TIPOS DE SISMOS.

NATURALES:

- Tectónicos:** Intraplaca: en el interior de las placas.
Interplaca: fricción entre placas.
Maremotos o Tsunamis: En el fondo del océano en donde el movimiento vertical del piso genera la propagación de ondas a través de olas que llegan a la costa.
- Volcánicos:** fracturas de rocas, erupciones.
- De Colapso:** Locales, derrumbamiento cavernas y minas.

ARTIFICIALES: Explosiones comunes o nucleares.

Las Placas chocan entre sí generando movimientos *divergentes*, *convergentes* o *laterales* (fig.7), como se muestra en las siguientes figuras:

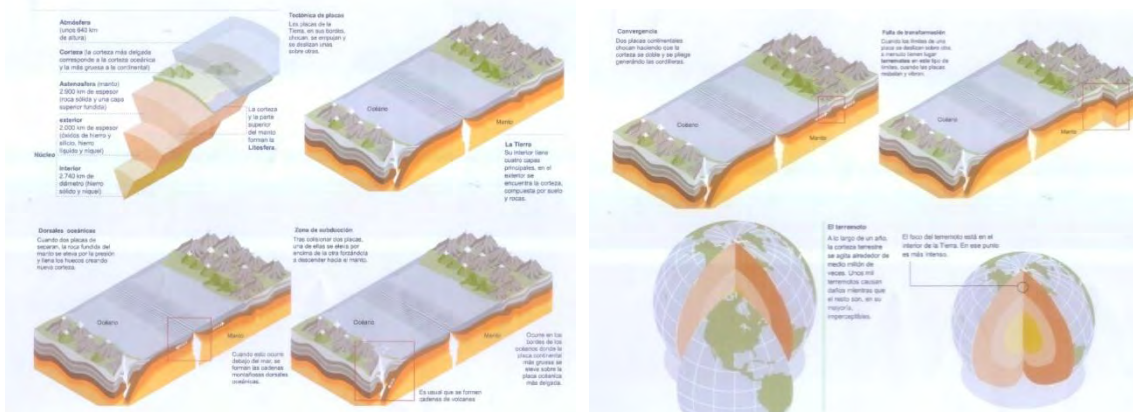


7.) Movimiento de las placas.

Divergentes: se separan entre sí, y él magna emerge.

Convergentes: una placa se introduce dentro de otra o dos chocan entre sí (el movimiento convergente tiene un efecto de deslizamiento conocido como subducción).

Laterales de transformación o transcurrentes: dos placas se deslizan lateralmente entre sí.⁶



8.) Secciones del globo y movimientos de las placas.

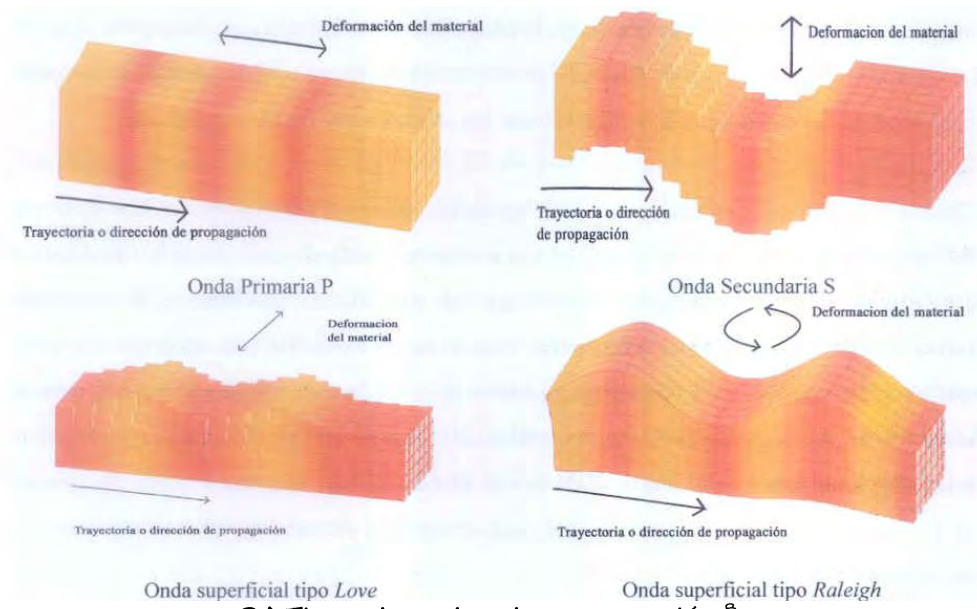
3.4 PROPAGACIÓN DE LOS SISMOS.

Una vez que se libera esta energía acumulada, los sismos se propagan a través de ondas, en todas direcciones, a partir del foco (hipocentro) donde se generó el rompimiento entre las placas. El epicentro del sismo es el punto ubicado en la superficie terrestre obtenido verticalmente a partir del foco. Dichas ondas son de tres tipos:

- **ONDAS INTERNAS (O DE CUERPO):** Viajan en todas direcciones por el interior de la tierra. De éstas, la denominada **ONDA PRIMARIA (P)** viaja entre 1,100 y 8,000 metros por segundo y su velocidad depende del tipo de roca por donde viaja. Tiene como característica que de manera alternada *comprime* y *expande* la roca en la dirección de su trayectoria. Viaja a través de sólidos y líquidos (rocas, magma y océanos).
- **ONDAS SECUNDARIAS (S):** Viajan entre 500 y 4,400 metros por segundo. Esta onda deforma el material lateralmente respecto a su trayectoria, por ello no se propaga en fluidos, líquidos o gases.
- **ONDAS SUPERFICIALES:** Se propagan por la superficie de la corteza terrestre, viajando a menor velocidad que las internas y a su vez se clasifica en dos: Ondas Love (en honor a su descubridor A. E. H. Love), que deforman las rocas en dirección horizontal, y ondas Raleigh (en honor a Lord Raleigh), que producen movimiento vertical, similar a las ondas marinas.⁷

⁶ GUTIÉRREZ, Carlos. et al., (2001) *Sismos*, Serie Fascículos. CENAPRED, Secretaría de Gobernación México. P. 18 p.7

⁷ *Ibid.* P. 9 y 10



9.) Tipos de ondas de propagación.⁸

Es importante aclarar que todos los sismos son oscilatorios y trepidatorios, aunque a veces las personas perciban más un movimiento que otro.

3.5 ESCALAS DE MEDICIÓN.

Existen varias escalas para medir los sismos:

RICHTER: Es una escala *objetiva* que mide la *magnitud*, exclusiva del epicentro y representa la potencia del sismo en sí, o el tamaño del temblor. Su valor va de 1 a 10 y tiene decimales. Es una escala logarítmica. La diferencia de un grado equivale a 32 veces la energía liberada. Por ejemplo un sismo de magnitud 7.0 equivale a 32 sismos de magnitud 6.0 o 1024 sismos de magnitud 5.0

En 1932 Charles F. Richter desarrolló esta escala de magnitud para representar a los sismos.

MERCALLI: Escala *subjetiva* que mide la *Intensidad*, mide los daños y efectos ocasionados por los sismos una vez que ocurrieron. Va del grado I al XII. Varía de acuerdo a la distancia en donde se efectúa la medición e intervienen las condiciones del terreno, las prácticas constructivas y la densidad de edificación. Esta forma de medición tuvo su origen en 1883, año en que S. Rossi y F. Forell propusieron la primer escala de *Intensidad* con valores entre 1 al 10. En el año de 1902 Giuseppe Mercalli propuso otra escala de doce grados en números romanos. Esta escala fue modificada en el año de 1931 por H. Hood y F. Newman,

⁸ *Ibidem.* P.9 y 10.

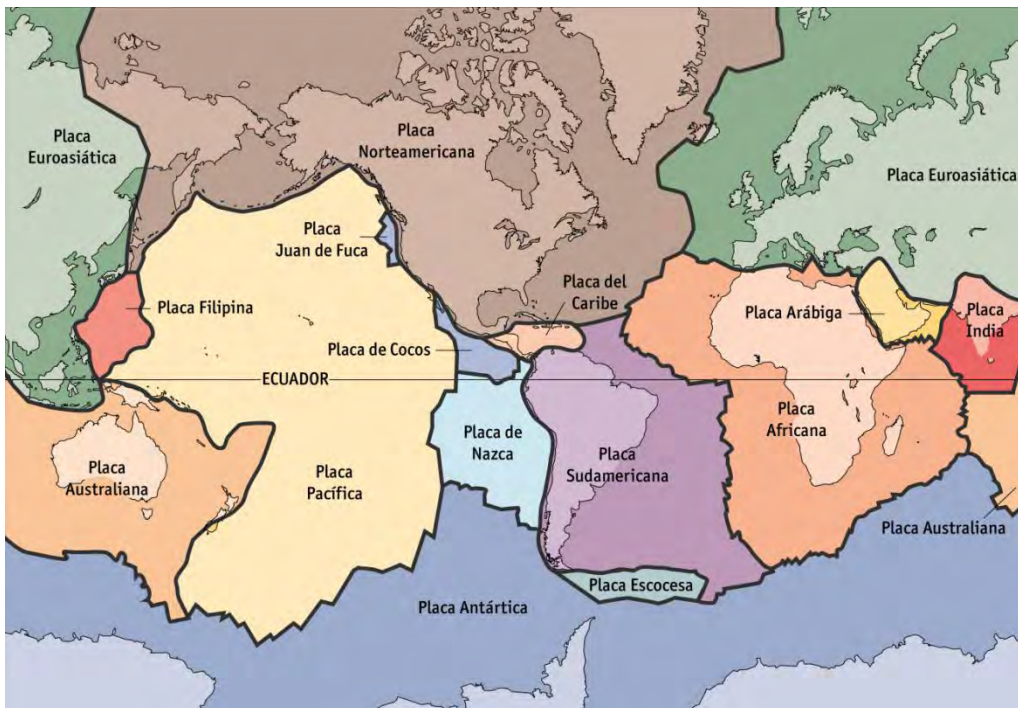
incluyendo parámetros de las construcciones modernas. Esta escala de *Intensidad de Mercalli* es la que se utiliza en la actualidad.

SIEBERG: Escala de Intensidad que también va del I al XII romanos, muy similar a la de Mercalli.

De acuerdo a la magnitud y ocurrencia de sismos en el mundo (Kulhanek 1990), ocurren dos sismos por año con magnitud entre 8 y 8.9 grados, de 15 a 20 sismos entre 7 y 7.9 grados y entre 100 y 150 sismos de magnitud 6 a 6.9 grados. Los sismos de mayor magnitud en el siglo XX ocurrieron en 1960, en Chile, con valor de $M=9.5$; en 1964, en Alaska, con valor $M=9.2$; el sismo de Kobe, Japón, en 1995 registró una intensidad de grado XI en la escala de Mercalli.⁹

En el año de 1932 ocurrieron varios grandes sismos, todos con epicentro en el Estado de Jalisco, uno de ellos, el del 3 de junio, resultó ser el mayor registrado instrumentalmente con una magnitud de 8.4 de la escala de Richter.

3.6 SITUACIÓN SÍSMICA DE LA REPÚBLICA MEXICANA.



10.) Las placas del globo terráqueo. ¹⁰

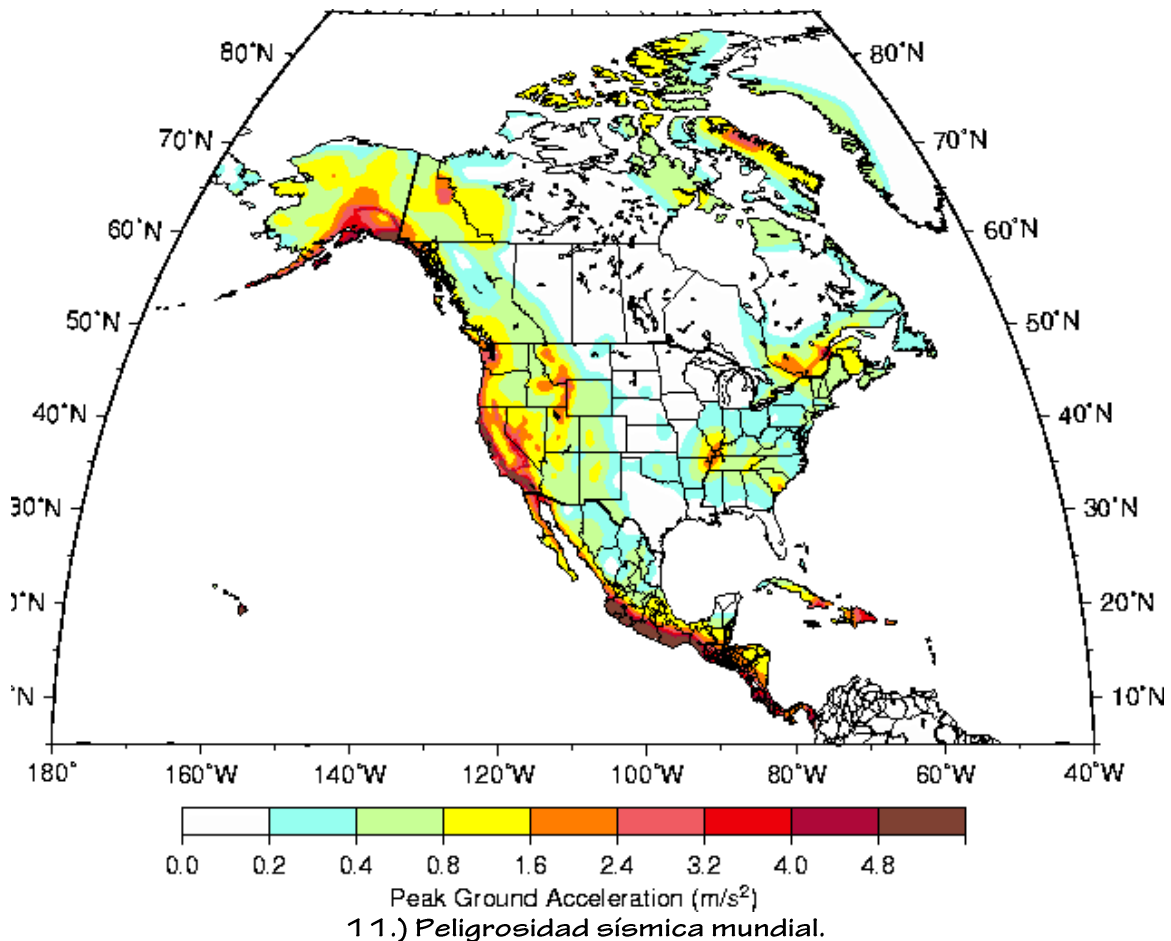
⁹ Citado por GUTIERREZ, Carlos (2001) en Capítulo 2, Riesgos Geológicos, *Sismos en Diagnóstico de Peligros e identificación de riesgos de desastres en México*. Cenapred, Secretaría de Gobernación, México

p.39
¹⁰ SSN

Como podemos observar (fig.10), son doce grandes placas tectónicas en las que está dividido el globo terráqueo, aunque cada vez se bifurcan en más o, a nivel regional, se descubren nuevas micro placas (la Placa de Rivera o la Placa Tamayo, la de Juan de Fuca, etc.). Observando con detenimiento la situación de México (en la parte central del mapa), podemos ver que es afectado por cuatro importantes placas: desde el norte, La Placa Norteamericana, que prácticamente cubre toda la República; al oeste la Placa del Pacífico; al sur la Placa de Cocos (vale señalar que es de las más activas y afecta a nuestra zona de estudio); y por último, al sureste, la Placa del Caribe.

Si consideramos que todas estas placas están en constante movimiento, por el reacomodo entre ellas, significa que el riesgo sísmico de México es mucho mayor al de otros países. De esas cuatro placas, tres afectan al Estado de Jalisco.

3.6.1 MAPA DE PELIGROSIDAD SÍSMICA SEGÚN EL PROYECTO GSHAP.

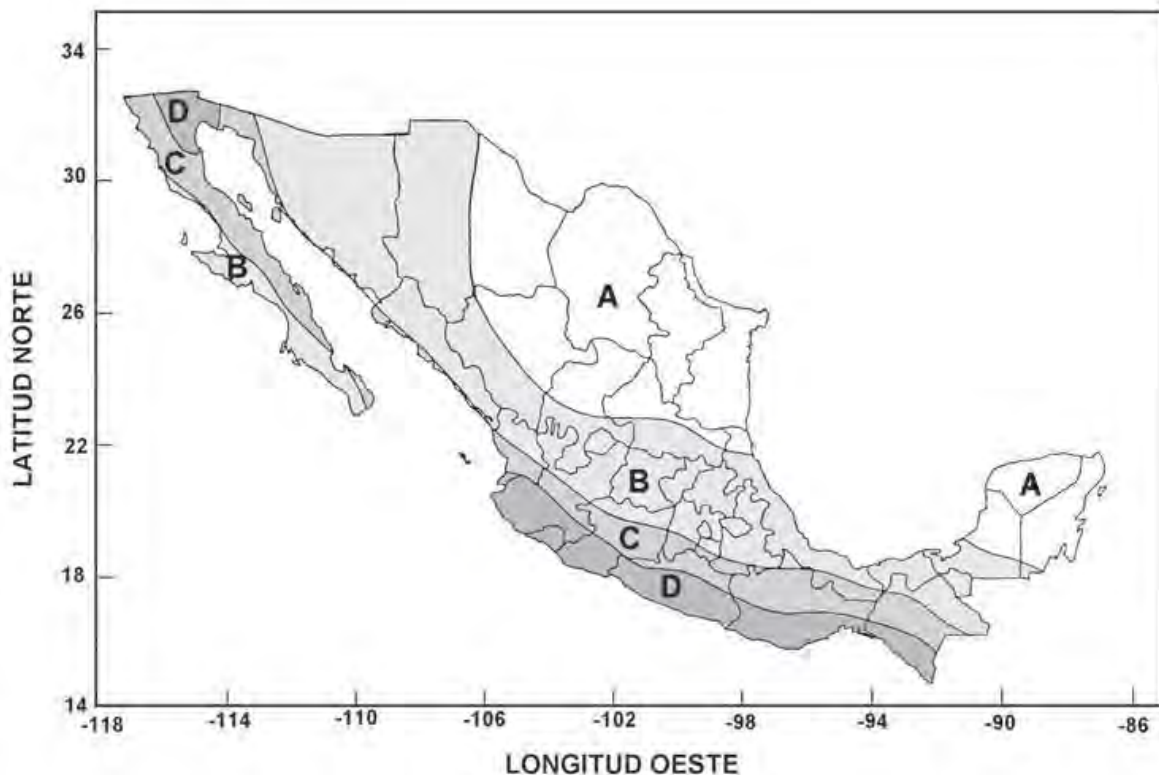


3. GEOLOGÍA Y SISMICIDAD.

La peligrosidad sísmica está definida como el nivel probable de sacudida del suelo asociado con la recurrencia de terremotos (Giardini et al., 1998).

Entre los años 1992 y 1998 se realizó el proyecto de Peligrosidad Sísmica Global (GSHAP)¹¹ coordinado por Giardini et al., (1998) y apoyado por el Programa Internacional para la Reducción de los Desastres Naturales de las Naciones Unidas. La recopilación del catálogo mundial de peligrosidad sísmica se realizó para el cálculo de las estimaciones de movimientos del terreno, con velocidades y/o aceleraciones máximas en todo el planeta. Los resultados son generales pero sirven como "nivel de referencia" a la hora de realizar un proyecto de cálculo de peligrosidad sísmica a nivel regional.¹²

3.6.2 REGIONALIZACIÓN SÍSMICA DE LA REPÚBLICA MEXICANA.



12.) Regionalización sísmica de la República Mexicana. ¹³ D Severo; C Alto; B Moderado; A Bajo

¹¹ Global Seismic Hazard Assessment Program (GSHAP). Diciembre 2009

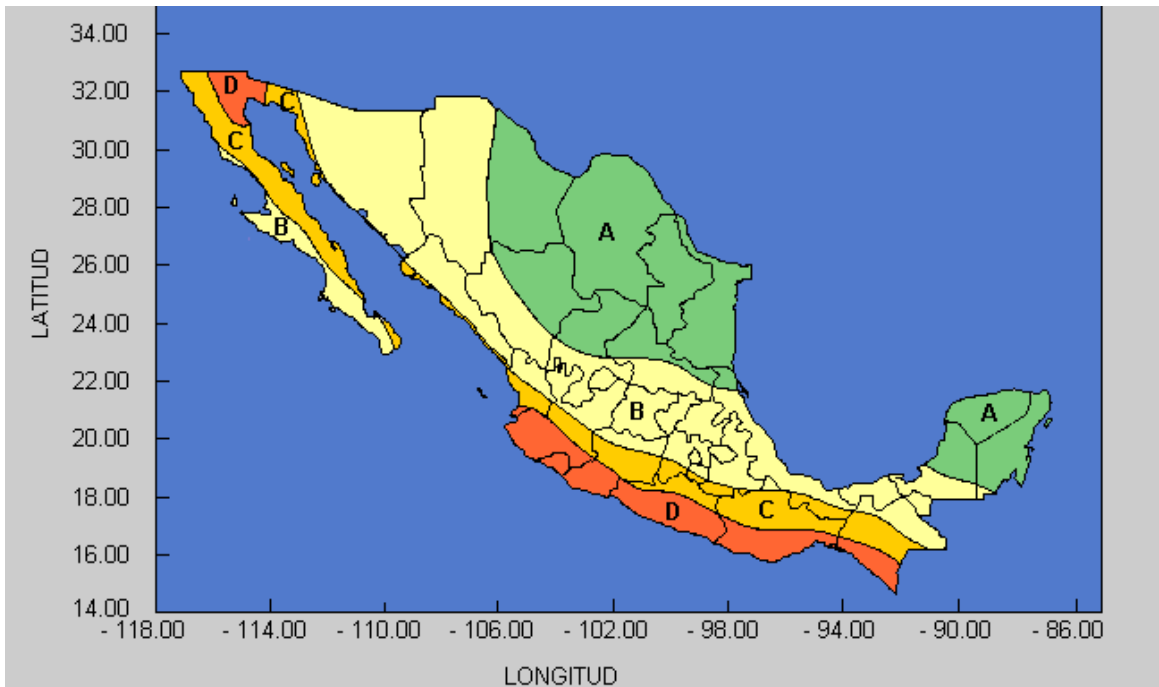
¹² <http://www.minas.upm.es/fundacion/jgs/ftproot/2001-2002/GrupoB/MRutz/MRutz.pdf>, Octubre 2007

¹³ <http://www.crid.or.cr/digitalizacion/pdf/spa/doc16159/doc16159-2a.pdf> . Agosto 2006

En el Manual de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) Capítulo. Diseño por Sismo, se encuentra publicado el mapa de Regionalización Sísmica de México.

3. GEOLOGÍA Y SISMICIDAD.

Es necesario aclarar que estos estudios requieren la participación o asesoría de especialistas en cada materia, tanto por la necesidad de manejar instrumentos para la adquisición de datos, como por el análisis de la información e interpretación de resultados. Nuestra zona de estudio queda prácticamente en la D.



13.) Regionalización sísmica de la República Mexicana. ¹⁴

- A) Región asísmica
- B) Región penesísmica
- C) y D) Región sísmica.

San Sebastián del Oeste queda ubicado en la franja naranja del estado de Jalisco, declarada como zona severa o de alto riesgo sísmico, lo cual habrá de considerarse.

¹⁴ <http://www.crid.or.cr/digitalizacion/pdf/spa/doc16159/doc16159-2a.pdf> . Diciembre 2008

3.6.3 PLACAS TECTÓNICAS DE LA REPÚBLICA Y SUS CONSTANTES VELOCIDADES RELATIVAS Y DESPLAZAMIENTOS PROMEDIO.



15.) Velocidades relativas y desplazamientos de placas.¹⁵

En este mapa (fig. 15) se aprecian no solo las placas a nivel regional (nótese la Placa de Rivera, la cual se supone tiene un efecto torsionante), sino también sus velocidades relativas y desplazamientos promedio en centímetros al año.¹⁶ Este nos sirve para ver la dirección de los temblores ocurridos y registrados, así como la tendencia de los desplazamientos de cada placa. Así, la orientación suroeste-noreste es una dirección más o menos frecuente (movimiento convergente de subducción), aunque no debemos descartar la noroeste-sureste (transformante o deslizamiento) que corresponde a la placa norteamericana con respecto de la del Pacífico. La península de Baja California se mueve hacia el noroccidente, gobernada por las fallas del Sistema San Andrés. La Placa de Cocos, que abarca desde Jalisco, Michoacán y Oaxaca, subduce bajo la Placa de Norteamérica (se aprecia en la gráfica la trinchera mesoamericana). La del Caribe, a su vez, con dirección este-oeste (transformante o de deslizamiento). La Península de

¹⁵ <http://www.crid.or.cr/digitalizacion/pdf/spa/doc16159/doc16159-2a.pdf> Diciembre 2008

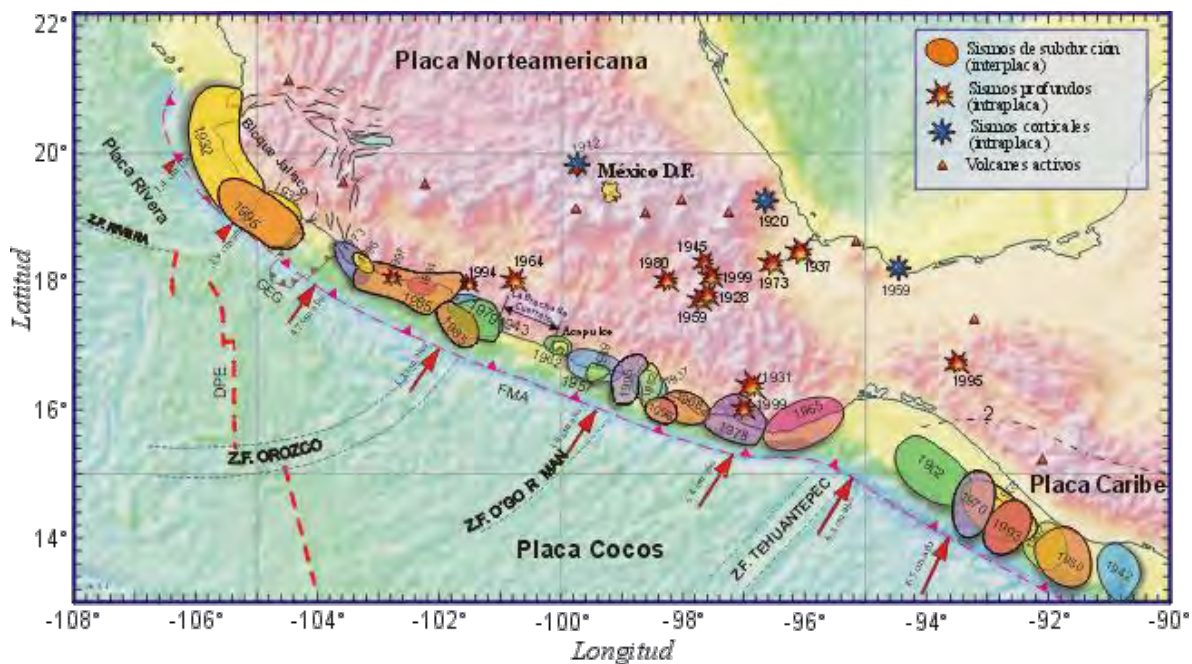
¹⁶ *Ibid.*

Yucatán se desliza en sentido de las manecillas del reloj y el Cinturón Volcánico Transmexicano (CVT), sigue en actividad desde el Pacífico hasta el Golfo de México.

De acuerdo a los registros de los sismos con magnitud mayor a 7.0, ocurridos en la República Mexicana durante el siglo XX, de cada cuatro sismos, tres tuvieron su origen en profundidades menores a 40 km. de la superficie terrestre. Del total de los 71 sismos registrados, 3 de ellos con magnitud superior a 8.0 grados, tuvieron su origen a menos de 40 km. de profundidad. De los 68 restantes, entre magnitud 7.0 y 8.0 grados, en 52 ocasiones la profundidad fue menor a 40 km. y solo en 16 fue mayor¹⁷. Esto significa que mientras más superficiales sean, son más peligrosos.

Se indica también una zona de subducción importante de la placa de cocos en la de América del Norte que afecta nuestra zona de estudio.

3.6.4 ÁREAS DE RUPTURA, BRECHAS SÍSMICAS



16.) Zonas de ruptura de los grandes sismos del S. XX.

Las brechas también son conocidas como zonas de quietud o “GAPS”. Entre los años de 1899 y 1911, en la “Brecha de Guerrero”, ocurrieron 4 sismos con magnitudes entre 7.5 y 7.7. Desde entonces no se ha presentado un sismo mayor a 7.5 en esa zona, por lo que se considera un

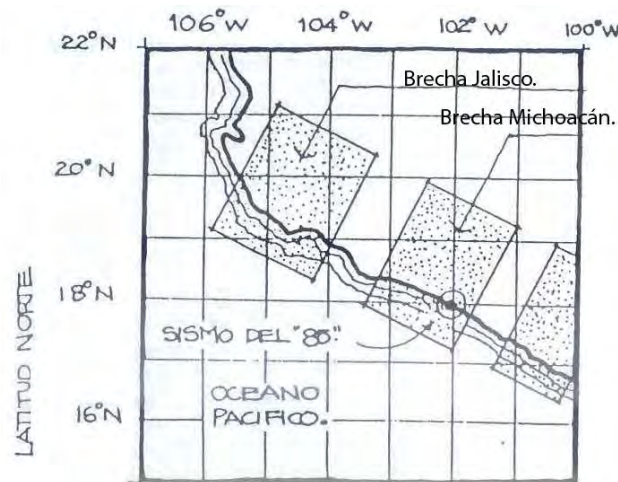
¹⁷ MENDOZA Julio. “Los sistemas estructurales de la arquitectura habitacional de la Ciudad de Colima en el S. XX”. Universidad de Colima. 2005. P. 20

3. GEOLOGÍA Y SISMICIDAD.

sitio probable para un gran sismo.¹⁸ También en la zona de Jalisco, cerca de la Placa Rivera. En zonas sísmicas de alto riesgo es mejor que poco a poco se disipe la energía a través de pequeños sismos y no que se vaya acumulando. Si no es así, se presenta el riesgo de un macro sismo que puede ser fatal para estas zonas geográficas.

En la zona de Jalisco (fig. 17) podemos observar dos de los más importantes sismos registrados: el de 1932 y el de 1995. Vale señalar que el de 1932 es el más grande registrado en la historia, de 8.2 grados de la escala de Richter, y fue en el estado de Jalisco.

“Brecha sísmica: Segmento de contacto entre placas en el que no se ha producido un temblor de importancia en un lapso relativamente grande aproximadamente 30 años o más.”¹⁹



17.) Brechas de la República: Jalisco, Michoacán y Guerrero.²⁰



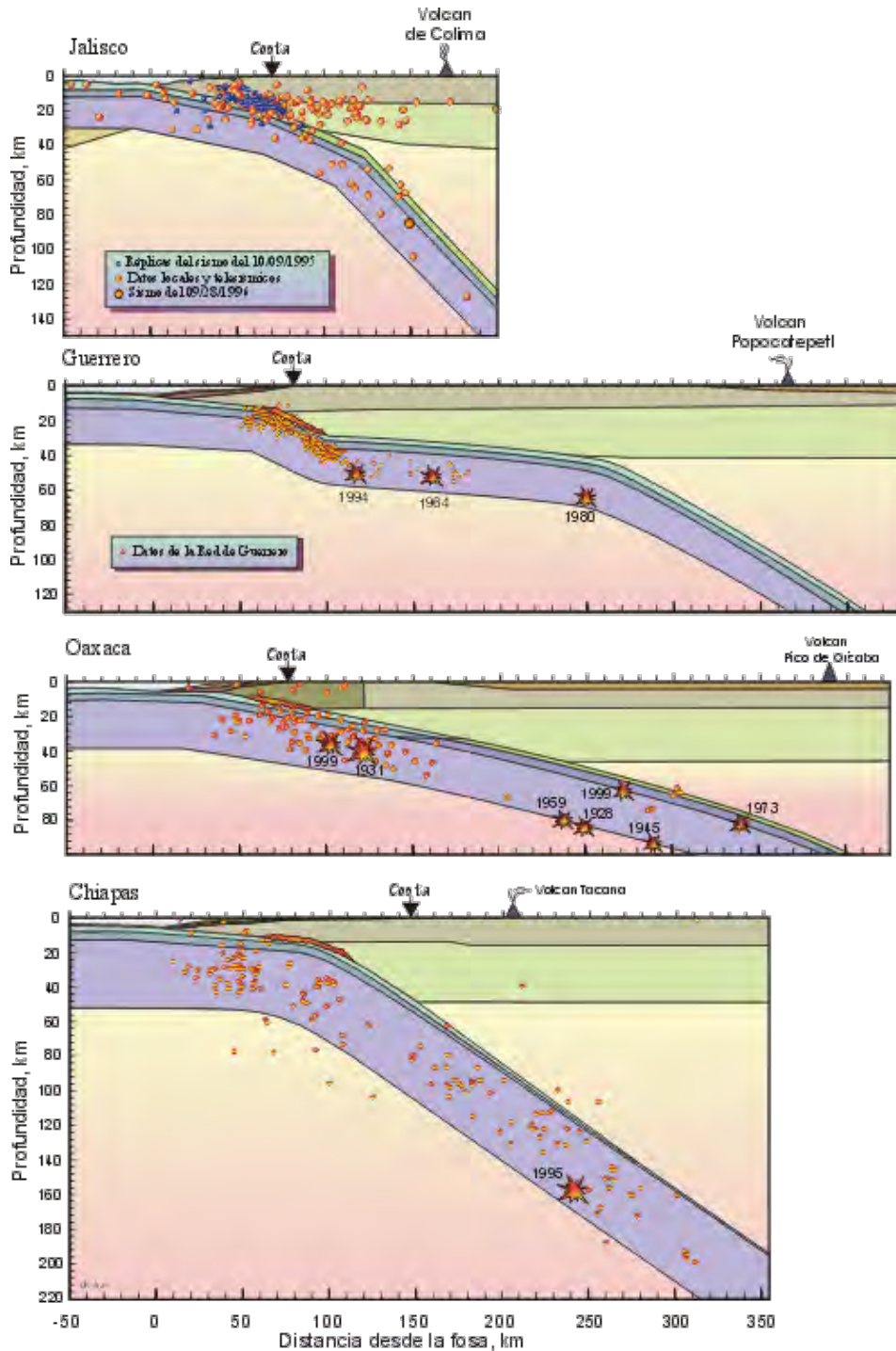
18.) Epicentro de un sismo.

Los sismos que ocurren en México normalmente tienen origen en la Costa del Pacífico (fig. 18).

¹⁸ http://www.foroconsultivo.org.mx/eventos_realizados/tsunamis/valdes.pdf. Octubre 2008.

¹⁹ GÓMEZ TREMARI, Raúl. Fundamentos de Diseño y Construcción Sismo Resistente. Universidad de Guadalajara. Guadalajara 1988. P. 27.

²⁰ *Ibid.* P. 27



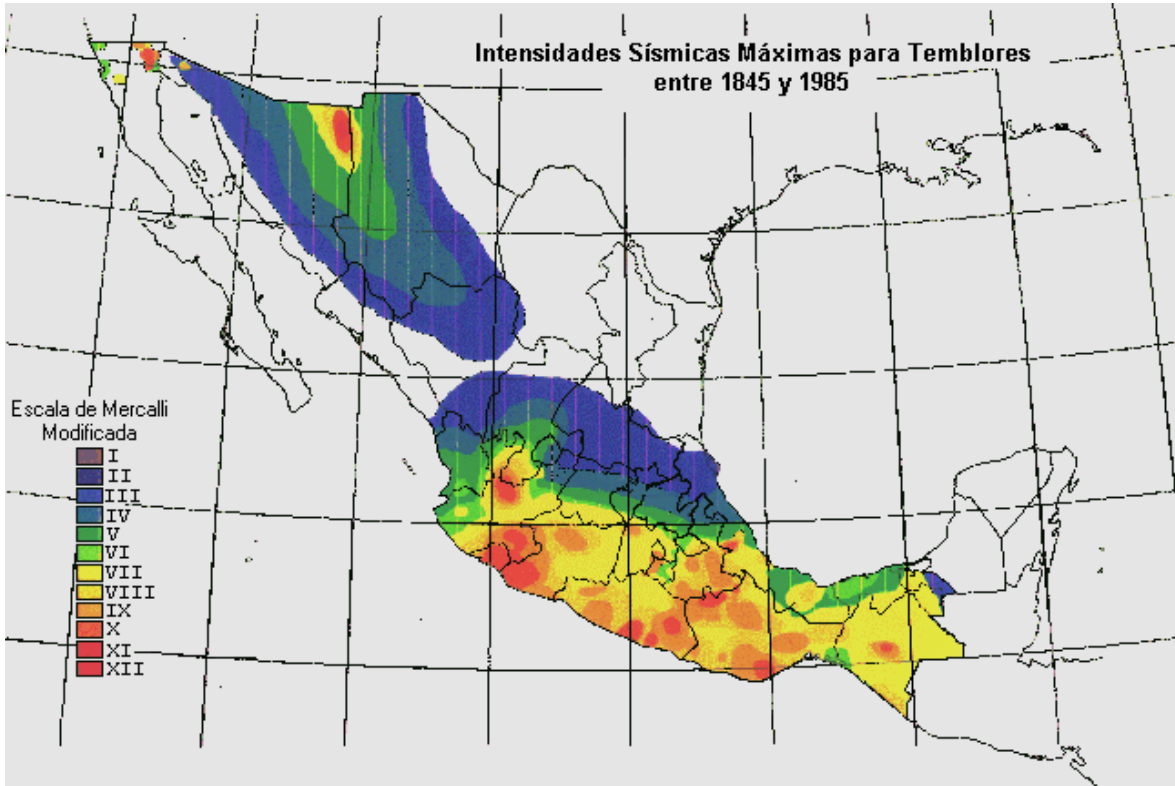
19.)Placas²¹

En estas gráficas (fig. 19) se aprecia la convergencia de placas por subducción de la de cocos a la norteamericana, y las diferentes profundidades de los seísmos en diversas regiones. Véase como en Jalisco los últimos registrados han sido muy superficiales (la mayoría a no más de

²¹ F:\subd_mod0777_es Jalisco.gif. Agosto 2008

40 km.), comparados con los estados de Guerrero, Oaxaca o Chiapas. Se supone pueden ser más dañinos.

3.6.5 DISTRIBUCIÓN DE DAÑOS POR SISMO.



Daños moderados: intensidad VI.

Daños importantes: intensidad VII a VIII.

Daños severos: Intensidad IX a X.

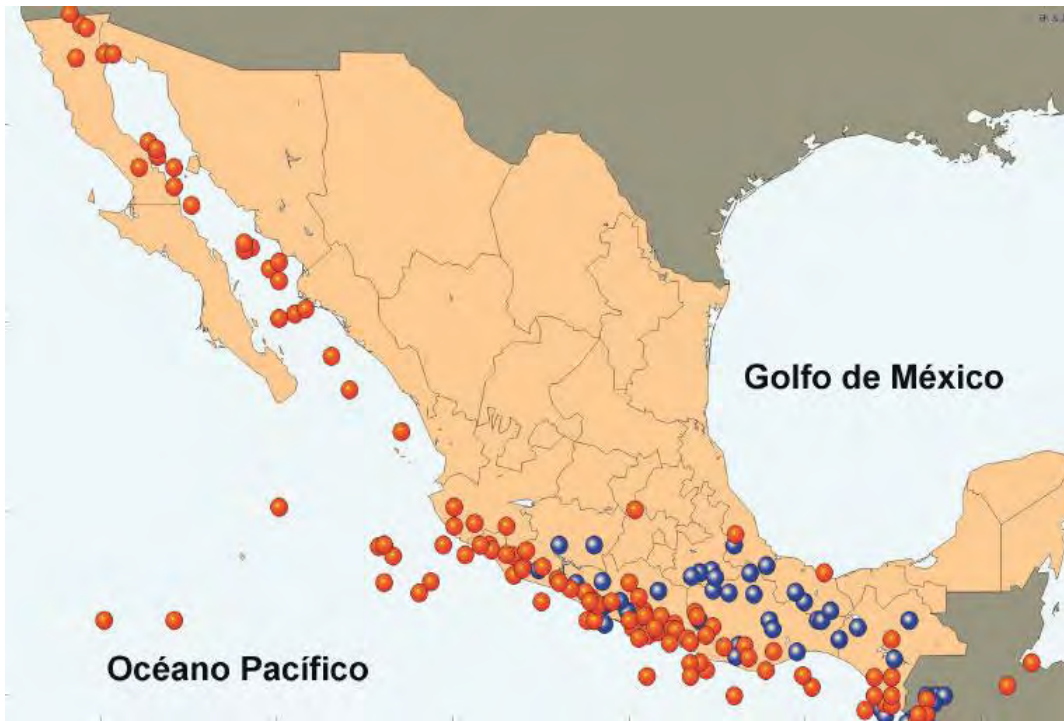
20.) severidad de daños por intensidades.²²

En esta gráfica (fig.20) se representan las intensidad de 49 sismos, la mayoría con magnitud superior a 7.00 grados Richter, ocurridos entre 1845 y 1985. Según esta gráfica, nuestra zona de estudio está alrededor de VI a VII en la escala de intensidad (Mercalli), es decir, de moderados a importantes. Recordemos que es diferente la Magnitud de la Intensidad de un sismo. La Magnitud es la potencia del sismo en sí y la Intensidad son los daños ocasionados después de un sismo en determinado lugar. La Magnitud es exclusiva del epicentro y se mide de manera objetiva a través de la escala logarítmica de Richter, del grado 1 al 10 en números decimales. La Intensidad es subjetiva y se puede medir a través de escalas como la de Mercalli y la de Sieberg, que van del grado I al XII en números romanos. Los mapas de intensidades sísmicas son una herramienta para

²² Datos: UNAM, CENAPRED. Agosto 2008

vislumbrar el peligro y el riesgo sísmico, y permiten definir los parámetros que se emplean en el diseño de las edificaciones o instrumentar los planes y programas de prevención de desastres.

3.6.6 EPICENTROS DE TEMBLORES OCURRIDOS EN, O CERCA, DEL TERRITORIO NACIONAL DURANTE EL S. XX.



21.) Registro de sismos moderados o severos ocurridos en los últimos 100 años²³

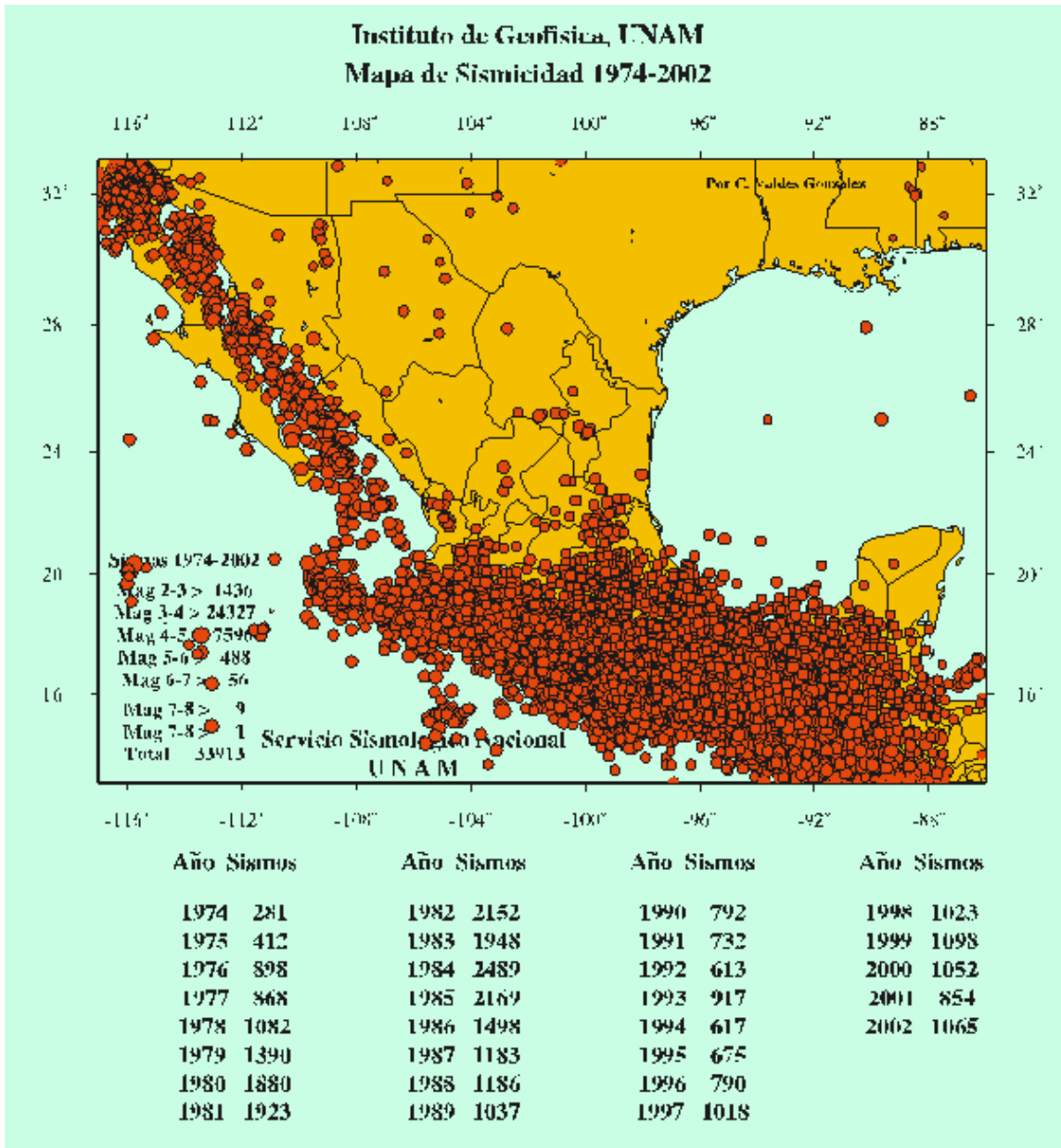
Más de 150 sismos moderados y grandes han ocurrido en los últimos 100 años.

Esta actividad ocurrió en el pasado y seguirá en el futuro. Lo importante es estar preparados y saber cómo considerarla. Lamentablemente los sismos no son predecibles, lo cual, desde luego, ayudaría a evacuar a las poblaciones y salvar vidas humanas.

El mayor peligro lo presentan los sismos que ocurren a lo largo de las costas del Pacífico, entre las ciudades de Puerto Vallarta y Tapachula. No solo se producen con mayor frecuencia, sino que también han sido registrados los mayores sucedidos en México. Estos sismos, que por su cercanía a las

²³ http://www.foroconsultivo.org.mx/eventos_realizados/tsunamis/valdes.pdf. Agosto 2008

costas representan un grave peligro a las poblaciones costeras, también afectan al Valle de México, como se ha constatado durante los grandes sismos de 1911, 1957, 1979 y 1985. Esta influencia de los sismos costeros sobre la ciudad de México, a más de 200 km., se debe a las condiciones del suelo sobre el cual se desarrolló la ciudad.



22.) Relación de temblores de 1974 al 2002.

Aquí (fig.22) podemos apreciar toda una serie de temblores que, realmente, resulta impresionante por la saturación que presenta. Claro que abarca sismos de 1974 al 2002 con magnitudes de 3.0 - 4.0 hasta 7.0-8.0 de la escala de Richter.

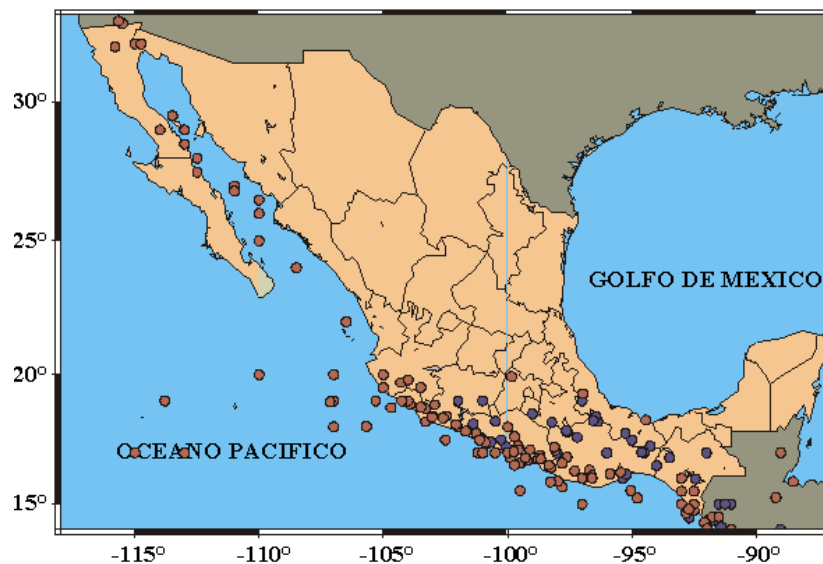
3. GEOLOGÍA Y SISMICIDAD.

Lo interesante, e importante de todo esto, es estar conscientes del grave peligro que representa nuestra situación geográfica. Saber que son fenómenos que continuamente seguirán sucediendo y tratar de construir cada vez mejor y de manera consciente y ética, para evitar posibles devastaciones en el futuro.

Según el Maestro Tremari los factores que influyen en el riesgo sísmico son los siguientes:

- *Peligro Potencial Sísmico (amenaza sísmica). La relación entre el sitio de interés y las zonas sismogénicas.*
- *Directividad de la fuente. Se refiere a que la FALLA crece preferentemente en una dirección determinada.*
- *Geología Local y condiciones del suelo. Suelos blandos en grandes estratos generan amplificación de las ondas sísmicas.*
- *Vulnerabilidad de las construcciones: Depende de la calidad de las mismas.*
- *Pérdidas posibles de vidas y bienes. Concentración de población y edificios.*

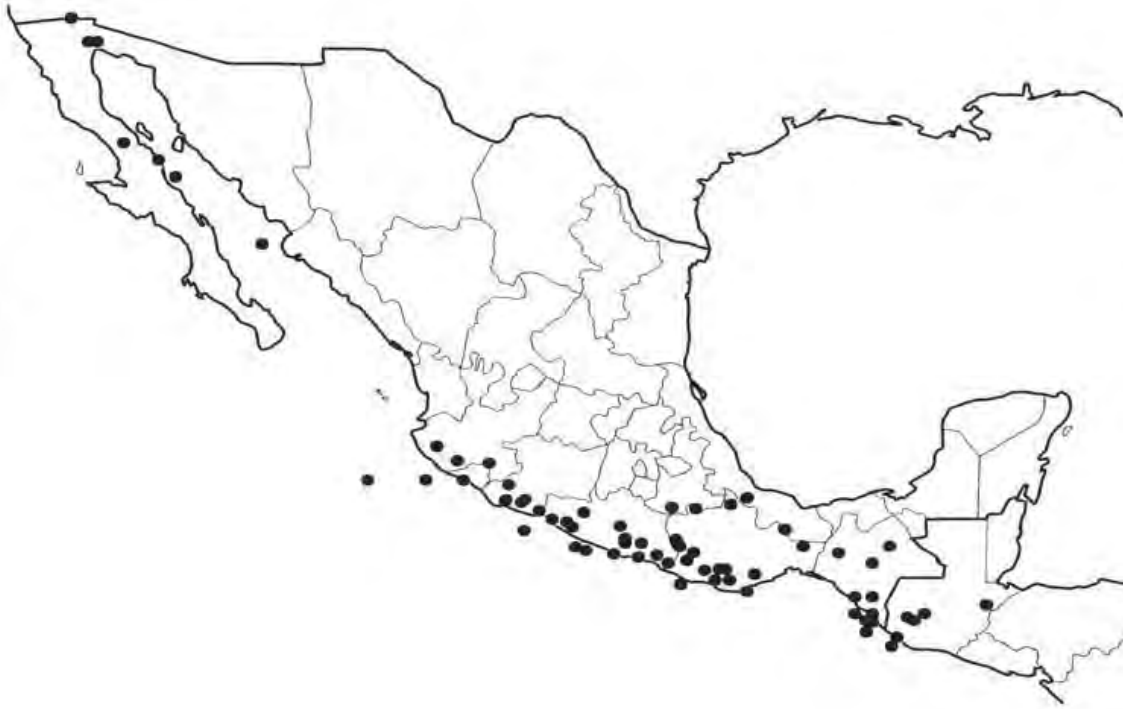
La vulnerabilidad sísmica, es el valor probabilístico de daños en la estructura, para cada una de las intensidades posibles del movimiento del terreno.²⁴



23.) Los sismos de Magnitud mayor a 6.5 grados.²⁵

²⁴ GOMEZ TREMARI, Raúl. Fundamentos de Diseño y Construcción Sismo Resistente. Universidad de Guadalajara. Guadalajara 1988. P.44.

²⁵ http://www.ssn.unam.mx/website/html/SSN/Doc/Mx_sismo/mhist.htm. Agosto 2008



24.) Los sismos de Magnitud mayor a 7.0 grados.²⁶

*“Los epicentros de la mayor parte de los terremotos de gran magnitud (mayores o iguales que 7), que llegan a ocasionar grandes daños, se ubican en las costas de Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas (fig.24). También han ocurrido, aunque con menor frecuencia, grandes sismos en el centro y sur de Veracruz y Puebla, norte y centro de Oaxaca y Chiapas, en la zona fronteriza entre Baja California y los Estados Unidos e incluso en el Estado de México y Sonora”.*²⁷

Es evidente la constante actividad sísmica entre la placa del Pacífico y la de Norteamérica, lo cual significa que estos estados, entre los que se encuentra Jalisco, están predestinados a constantes movimientos.

²⁶ http://www.ssn.unam.mx/website/html/SSN/Doc/Mx_sismo/mhist.htm. Agosto 2008

²⁷ <http://www.crid.or.cr/digitalizacion/pdf/spa/doc16159/doc16159-2a.pdf>. Agosto 2008

3.6.7 ACELERACIONES MÁXIMAS DEL TERRENO PARA UN PERIODO DE RETORNO DE CIEN AÑOS.



26.) Aceleraciones máximas de terrenos.²⁸

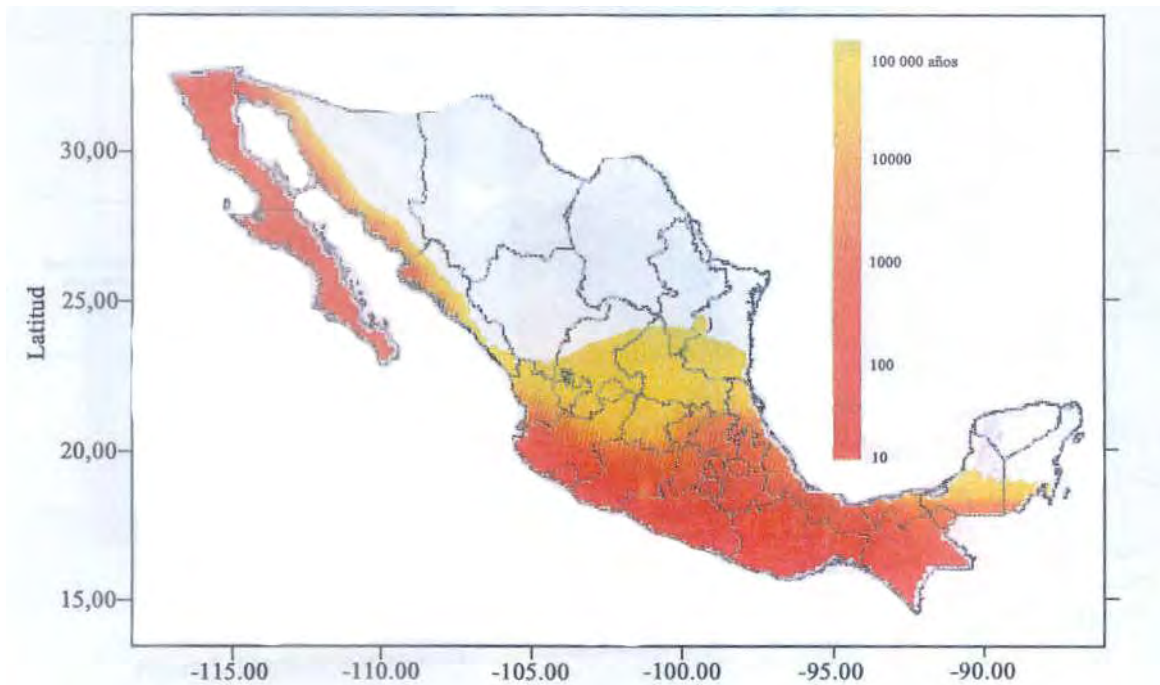
En nuestra zona de estudio andamos con valores entre 57 y 80. Nótese que la mayor concentración se encuentra en el brazo de la península de Baja California y del paralelo 21 hacia abajo.

Los registros de los eventos sísmicos no solo nos sirven para proveernos de la información acerca de las regiones de mayor riesgo, sino también de la cuantificación de las posibles aceleraciones de los terrenos. Según Carlos Gutiérrez:

“Las aceleraciones que rebasan el 15% del valor de la aceleración de la gravedad (g), producen altos niveles de daños.”²⁹

²⁸ <http://www.crid.or.cr/digitalizacion/pdf/spa/doc16159/doc16159-2a.pdf>, Agosto 2008

²⁹ Citado por Julio de Jesús Mendoza. Tomado del Cap. 2 *Riesgos Geológicos (2001). Diagnósticos de peligros...Op. Cit.* P. 23

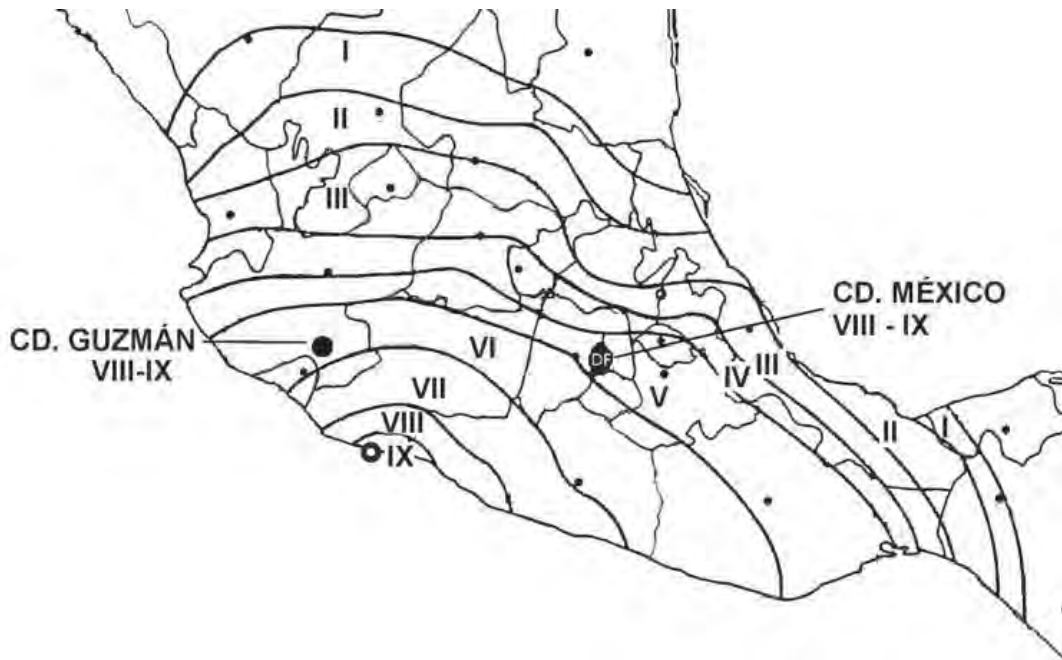


27.) Aceleraciones de terreno.³⁰

En esta gráfica se representa el número de años promedio en que puede repetirse una aceleración del terreno del 15% o más del valor de la aceleración de la gravedad. Y podemos corroborar que Jalisco se encuentra en la zona roja, incluyendo la zona de San Sebastián del Oeste, en una franja entre los 10 y 100 años de periodos de retorno y aceleraciones mayores al 15%.

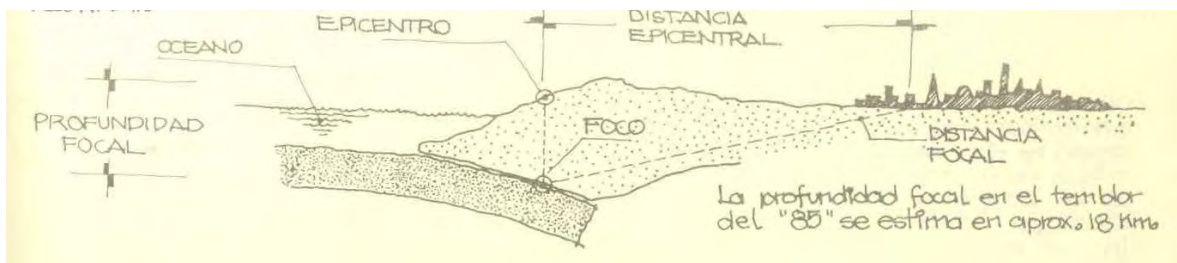
³⁰ Dibujo de M. Ordaz, en: GUTIERREZ, Carlos. Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México. *Cap. 2 Riesgos Geológicos*. CENAPRED, Secretaría de Gobernación. México, 2001- P. 45.

3.6.8 MACROSISMO DEL 19 DE SEPTIEMBRE DE 1985.



28.) Mapa de isosistas.

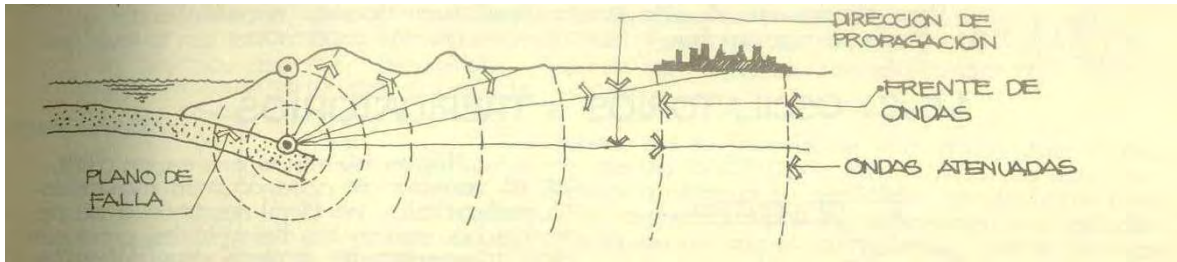
Este mapa (fig. 28) nos muestra las diferentes intensidades señaladas a través de líneas isosistas.³¹ Pese a que el estado de Jalisco se encuentra más cerca de las costas de Guerrero, Epicentro del sismo, hubo mayores daños en la Ciudad de México, o Distrito Federal, por el tipo de suelo blando que presenta, con alto contenido de agua en el subsuelo (fig.30). Este fue el motivo que provocó el estado de licuación o licuefacción y una amplitud de ondas importante (fig. 28 y 29). Es evidente que mientras menos profundo sea el foco, como en este caso, resulta más desastroso. Durante este sismo, en nuestra zona de estudio, la intensidad fue de grado IV de la Escala de Mercalli y fue “sentido por algunas personas fuera de edificios.”³²



³¹ “La isosista es una curva que une los puntos, en que cada punto se siente con igual intensidad”. GÓMEZ, Tremari, Raúl. Fundamentos de Diseño y Construcción Sismo Resistente. Universidad de Guadalajara. Guadalajara 1988. P.p. 24.

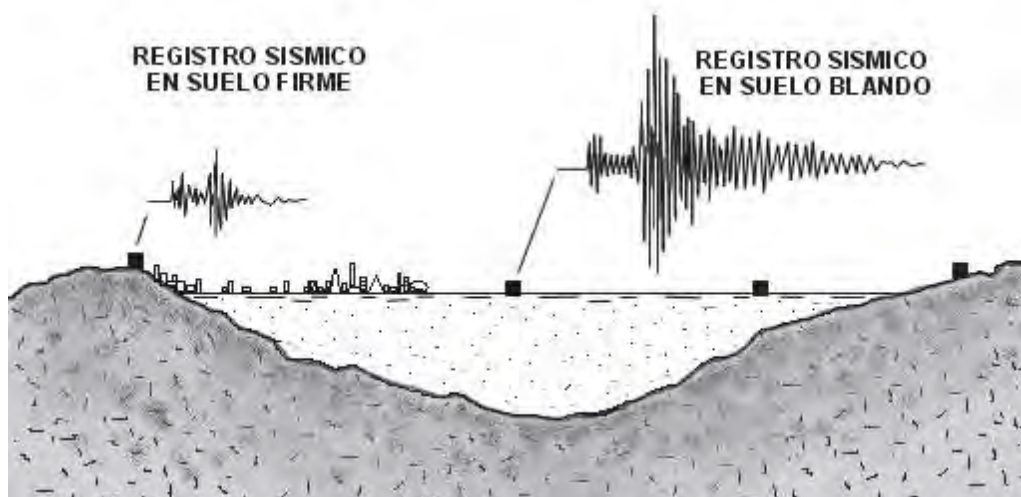
³² *Ibid.* Pp. 35

28.) Detalle del sismo del 19 de septiembre de 1985.³³



29.) Propagación de ondas del mismo sismo.³⁴

En estos esquemas se muestran las características del foco y del epicentro (fig.28y29). También se muestra como las ondas sísmicas se propagan en todas direcciones y, supuestamente, van amortiguándose a medida que se alejan del foco. En la Ciudad de México no ocurrió así en el sismo del 85 debido al tipo de terreno (fig.30).



30.) Diferencias de amplitud en registros sísmicos obtenidos en distintos tipos de suelo para el mismo temblor³⁵.

Nótese la diferencia de amplitud cuando el suelo es firme (o rígido) o blando (o fangoso como en la zona crítica de la ciudad de México). En el segundo caso aumenta mucho la longitud de onda y, por consecuencia, también los movimientos. Cuando se tienen terrenos como éste se produce el efecto de licuación (ver fig. 31).

³³ *Ibidem*. P.p 36

³⁴ *Ibid*. P.p. 25-29.

³⁵ <http://www.crid.or.cr/digitalizacion/pdf/spa/doc16159/doc16159-2b.pdf>. Septiembre 2008



31.) Volcán de arena en un campo de cultivo, evidencia de licuación.³⁶

Los mapas para estimación de peligro sísmico a nivel regional (regionalización sísmica o mapas de aceleraciones máximas para distintos periodos de retorno), nos señalan aquellos lugares proclives a la amplificación del movimiento del terreno. Así, para conocer de manera cuantitativa la respuesta del terreno ante la excitación sísmica, es necesario llevar a cabo estudios específicos.

Habrá que considerar, por lo tanto, el efecto de sitio. En la Ciudad de México la combinación de un suelo de sedimentos blandos (valles aluviales) y la alta densidad de construcción resultó altamente dañina en 1985, a pesar que el epicentro se hallaba relativamente lejos, aproximadamente a 400 kilómetros. Se dio un efecto de licuación muy peligroso.

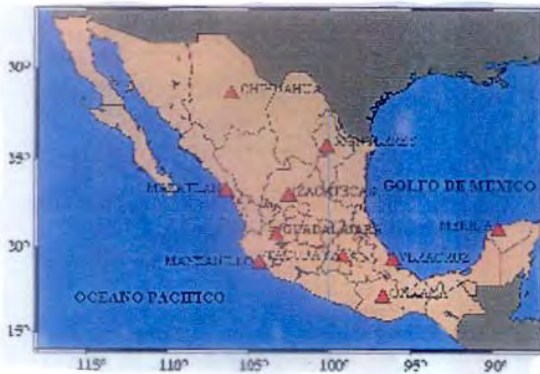
“Se conoce como efecto de sitio a la respuesta sísmica del terreno con características significativamente distintas en amplitud, duración o contenido de frecuencias de un área relativamente reducida, con respecto al entorno regional. En otras palabras, podría decirse que el efecto de sitio es aquella condición bajo la cual se llegan a observar intensidades sísmicas notablemente distintas y bien localizadas sin que haya una

³⁶ <http://www.crid.or.cr/digitalizacion/pdf/spa/doc16159/doc16159-2a.pdf>. Septiembre 2008

*correlación con la atenuación normal de la energía sísmica con la distancia”.*³⁷

Los sismos, llamados tectónicos, son aquellos producidos por rupturas de grandes dimensiones en la zona de contacto entre placas (*sismos interplaca*), o en zonas internas a ésta (*sismos intraplaca*). Como ejemplo de *sismos interplaca* pueden citarse los eventos de julio 1957 (Mag. 7.7) y el del 19 de septiembre de 1985 (Mag. 8.1). En México estos sismos comúnmente tienen sus epicentros en la costa occidental, entre Jalisco y Chiapas, con profundidades típicas entre 15 y 20 km, o sea muy superficiales, lo que los convierte en más peligrosos y destructivos.³⁸

3.6.9 INSTRUMENTACIÓN SÍSMICA.



32.) Primeras estaciones sísmicas



33.) Red sísmica de banda ancha.

En la gráfica izquierda (fig.32) se muestran las primeras estaciones sísmicas de México y en la segunda (fig.33) la Red Sísmica de estaciones de banda ancha. A finales del siglo XIX y principios del S. XX, se establecieron en el mundo estaciones sismológicas y se inició el registro instrumental de las ondas sísmicas. En 1910 se crea el Sistema Sismológico Nacional (SSN) que al inicio contaba con 9 estaciones para el registro y localización por medio de sismógrafos. A la fecha, esta Institución depende de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y cuenta con más de 50 estaciones sismológicas distribuidas en todo el país. Dichas estaciones registran los eventos sísmicos indicando localización del epicentro (sitio y profundidad), magnitud, hora y duración del evento.

Entre los datos proporcionados por el Servicio Sismológico Nacional anexo los siguientes:

³⁷ <http://www.crid.or.cr/digitalizacion/pdf/spa/doc16159/doc16159-2b.pdf>. Agosto 2008

³⁸ <http://www.monografias.com/trabajos32/placas-tectonicas/placas-tectonicas/shtml>. Agosto 2008.

3. GEOLOGÍA Y SISMICIDAD.

- En 1910 se funda el Servicio Sismológico Nacional y depende del Instituto de Geofísica de la UNAM.
- 45 estaciones componen las redes nacionales de banda ancha y convencional.
- Consta de 1 sismólogo, 6 ingenieros, 4 técnicos, 5 estudiantes de guardia y 5 personas de apoyo.
- 959 sismos en el 2003. Cuatro con $M > 6$, Uno con $M > 7$, Trescientos sesenta y cinco reportes al año.
- 907 sismos en el 2004, Veinticuatro con $M > 5$, Trescientos sesenta y cinco reportes al año.
- Mantiene y opera la Red Sismológica Nacional.
- Detecta y localiza los sismos mayores de Magnitud 3.5, información que le permite tomar decisiones a las autoridades y para el conocimiento de la población.
- Emite reportes, boletines y mantiene un sitio de internet.
- Proporciona información para desarrollar investigación que mejora nuestro conocimiento sobre sismos.³⁹

*“La red acelerográfica en Jalisco se encuentra en operación desde 1993, con un acelerógrafo de superficie en Puerto Vallarta y otro en Ciudad Guzmán. En la zona metropolitana de Guadalajara operan once acelerógrafos de superficie y dos de pozo, desgraciadamente la red dejó de funcionar tal vez por falta de presupuesto desde 1998, perdiéndose así valiosa información”.*⁴⁰

Lo cual, desde luego, es vergonzoso. Actualmente se ha intensificado la labor en una estación sismológica ubicada en el Centro Universitario de la Costa de la Universidad de Guadalajara, gracias a que ha subido la cantidad de pobladores en la zona y se le ha dado mayor importancia a la obtención de una microsismicidad. Aún se está gestionando la instalación de una red telemétrica para Jalisco, iniciando ésta con tres estaciones alrededor de Bahía de Banderas, y que propone una red a lo largo de toda la costa de Jalisco y norte de Nayarit. Su base de control estará en el Centro Universitario de la Costa, en Puerto Vallarta y, en particular, en el Departamento de Vulcanología de Occidente de la Universidad de Guadalajara.

Hoy en día, en el bloque de Jalisco, solo existe un observatorio sismológico en Chamela (CJIG). No es posible que siendo estas zonas de importante actividad sísmica, no se cuente con una amplia red para poder tener un monitoreo regional. Solo se contó con la red portátil que se instaló en el norte y costa durante el periodo de 1996 a 1998. Obviamente es necesario poner en funcionamiento una Red Sísmica y Acelerométrica, Telemétrica permanente para esta región y todo Jalisco.

³⁹ S.S.N. UNAM.

⁴⁰ GOMEZ, Tremari, Raúl. Fundamentos de Diseño y Construcción Sismo Resistente. Universidad de Guadalajara. Guadalajara 1988. P.33.

3.7 SITUACIÓN SÍSMICA DEL ESTADO DE JALISCO.

3.7.1 REGIONALIZACIÓN SÍSMICA.

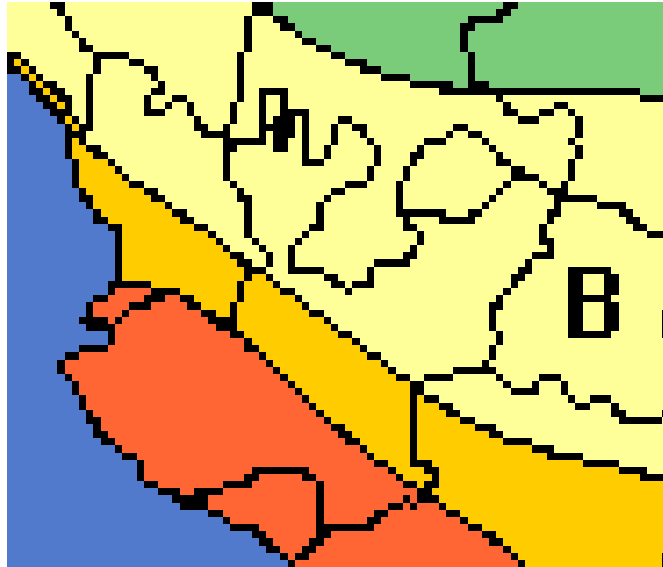
A continuación (fig.34), podemos apreciar en un mapa de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) que nuestra zona de estudio se encuentra clasificada como "C" Zona Crítica y "D" Alto Riesgo. En un segundo mapa, también de la CFE, elaborado en el año 2000 (fig.35) podemos apreciar pequeñas diferencias en la zonificación. Así que, para mayor seguridad, tomaremos la nueva estadística y consideraremos nuestra zona de estudio como "D" Alto Riesgo Sísmico.



34.) Regionalización sísmica de Jalisco.⁴¹

Ello significa tener especial atención en lo que respecta al Riesgo Sísmico y más si consideramos que al momento de la construcción de los templos no existían, siquiera, coeficientes sísmicos o espectros de diseño, ni mucho menos normas de construcción para diseño sísmico.

⁴¹ GOMEZ TREMARI, Raúl. Fundamentos de Diseño y Construcción Sismo Resistente. Universidad de Guadalajara. Guadalajara 1988. P.46.



35.) Regionalización sísmica de Jalisco C.F.E. 2000⁴²

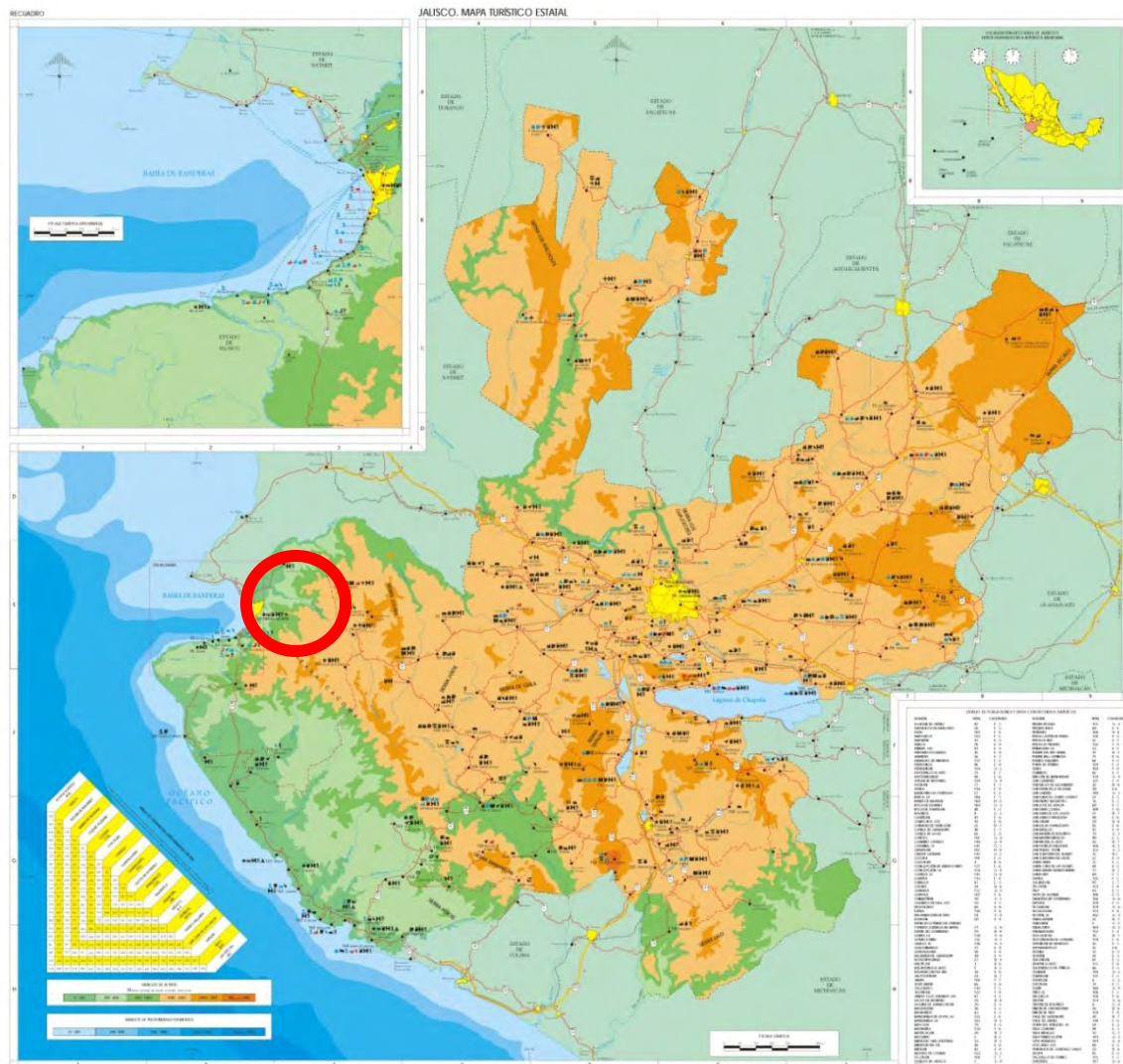
Verde	zona "A"	bajo riesgo.
Crema	zona "B"	riesgo medio.
Amarillo	zona "C"	riesgo considerable
Rojo	zona "D"	alto riesgo

Una regionalización sísmica se basa en una abundante y completa información que observa factores como: Aspectos geotectónicos y geofísicos (fallas, movimiento de la corteza, desarrollo geotectónico); Parámetros sísmicos (mecanismo, actividad sísmica); Parámetros dinámicos de las ondas sísmicas (funciones de distancia, profundidad focal, magnitud); Observaciones macro sísmicas.⁴³

⁴² CFE. Marzo 2008

⁴³ *Ibid.* P. p. 42. 43

3.7.2 MAPA GEOMORFOLÓGICO DEL ESTADO DE JALISCO.



36.) Mapa geomorfológico de Jalisco.⁴⁴

Nuestra área de estudio (fig.36) está muy cercana a Bahía de Banderas, cerca de Puerto Vallarta (cuadro superior izquierdo pintado en amarillo). El área está ubicada al este de dicha Bahía. El mapa indica las elevaciones del territorio. Las zonas de color ocre, más fuerte, son las zonas más elevadas, estamos hablando de más de 3000 m.s.n.m. En este rango se hallan los denominados Altos de Jalisco. La zona ocre, en tono claro, corresponde al rango de 2000 a 3000 m.s.n.m. que es el caso de Santa María de El Real Alto (2,200 msnm. de ahí su nombre). El territorio es, prácticamente,

⁴⁴ Mapa Turístico Estatal. Año 2007.

3. GEOLOGÍA Y SISMICIDAD.

sierra. En el tono durazno, que va de los 1000 a 2000 m.s.n.m., también sierra, se emplaza San Sebastián del Oeste (1,480 msnm). Mientras que Los Reyes (940msnm) se ubicaría en los tonos verdes que corresponden a rangos menores, de 0 a 1000 metros sobre el nivel del mar. Finalmente, los azules indican de 0 a -4000 metros bajo el nivel del mar. Nuestros tres casos están prácticamente en parte de la Sierra Madre Occidental. Además de esto, el mapa indica las distancias en kilómetros desde diferentes destinos, por ejemplo de Guadalajara (pintado en amarillo, la mancha más grande) a San Sebastián del Oeste existen aproximadamente 408 kilómetros de distancia.

Cabe señalar que la sismología ha avanzado mucho con la tecnología satelital.



37.) Relieve de Jalisco.⁴⁵

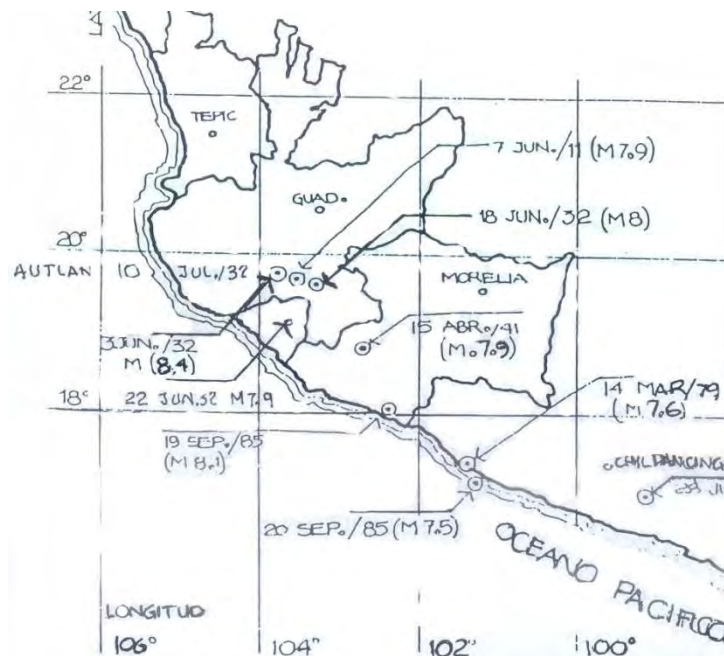
⁴⁵ <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/jal/territorio/relieve.aspx?tema=me&e=14>. Marzo 2009

FUENTE: INEGI. Síntesis de información Geográfica del estado de Jalisco.
INEGI. Anuario Estadístico del estado de Jalisco.
INEGI. Continuo Nacional Topográfico S. II escala 1:250 000.
INEGI. Conjunto Geológico F13 escala 1:1 000 000.

3. GEOLOGÍA Y SISMICIDAD.

El relieve de Jalisco es accidentado porque confluyen tres grandes sistemas montañosos de México: La Sierra Madre Occidental, el sistema Transvolcánico Transversal y la Sierra Madre del Sur. Destacan las Sierras de Quila, Tapalpa, El Tigre, Manantlán y Mazamitla y los volcanes: Nevado de Colima y Volcán de Fuego de Colima. San Sebastián del Oeste se encuentra ubicado en la Sierra Madre del Sur (zona azul).

3.7.3 UBICACIÓN APROXIMADA DE EPICENTROS DE SISMOS CARACTERÍSTICOS EN LA COSTA DEL PACÍFICO.



3B.) Epicentros característicos en la costa del Pacífico.⁴⁶

Tres de los más fuertes sismos tuvieron su epicentro en el sur de Jalisco: el 3 de junio de 1932, de magnitud 8.4 (el más grande registrado en la historia de México hasta ahora); el del 7 de junio de 1911 de 7.9; y el del 18 de junio de 1932 de 8.0. También apreciamos el macro sismo del 19 de septiembre de 1985 en las costas de Michoacán, de 8.1, que fue tan desastroso particularmente para el Distrito Federal y Ciudad Guzmán en Jalisco.

Abajo del paralelo 21 se acusan el mayor número de temblores de gran magnitud, lo cual afecta la zona de estudio.

⁴⁶ GOMEZ TREMARI, Raúl. Fundamentos de Diseño y Construcción Sismo Resistente. Universidad de Guadalajara. Guadalajara 1988. P.41

3.7.4 BLOQUE DE JALISCO Y EJE NEOVOLCÁNICO MEXICANO.

El bloque de Jalisco, estructura bajo la que subduce la placa de Rivera, está delimitado por la Trinchera Mesoamericana hacia occidente, la zona del graben de Colima en la parte meridional y la zona del graben de Tepic-Zacoalco en la parte oriental, mientras que el borde septentrional no ha sido delimitado con precisión (Van Alden et al., 1975; Demant, 1978; Luhr and Carmichael, 1981; Luhr et al., 1985; Böhnel et al., 1989; Johnson and Harrison, 1990; Garduño and Tibaldi, 1991; Pardo and Suárez, 1993; Schaaf et al., 1995; Rosas-Elguera, 1996).⁴⁷

Es necesario considerar el famoso bloque de Jalisco, su origen, evolución y el movimiento relativo entre las placas tectónicas dentro de la zona de estudio, como lo podemos observar en la siguiente gráfica (fig. 39). Está relacionado con la subducción de la placa de Rivera y Cocos bajo el continente norteamericano a lo largo de la costa del Pacífico Mexicano. Los varios estudios, muy interesantes, acerca del Bloque Jalisco coinciden en que en la región de la presa de Santa Rosa existen evidencias de una zona de falla de desplazamiento lateral izquierdo, cuya dirección es N30°W. Por considerarlo relevante, incluyo el resumen del trabajo de investigación realizado por Odranoel Quintero Legorreta, realizado en el Instituto de Geología de la UNAM (México). En él coincide con otros estudios realizados a la par por Francois Michaud, Jaques Bourgois, Eric Barrier y el Département de Géotectonique, URA 1351, CNRS, 4 place Jussieu en París:

“En la región de la presa de Santa Rosa existen evidencias de una zona de falla de desplazamiento lateral izquierdo, cuya dirección es N30°W. Un régimen tectónico de compresión lateral tuvo su época de actividad en el Mioceno tardío produciendo plegamiento débil y fallamiento de desplazamiento lateral en las ignimbritas de la Sierra Madre Occidental. Durante el Plioceno, un régimen de extensión formó el rift⁴⁸ de Tepic Chapala y produjo varias estructuras de tensión, orientadas en la misma dirección. En la región de la presa de Santa Rosa, están presentes dos direcciones de fallas normales, NE-SW y NW-SE, mostrando que la extensión se ha producido en dos extensiones diferentes, en épocas distintas. En general las fallas normales no afectan a las rocas volcánicas del Cuaternario, pero muestran la existencia de una tectónica de varias etapas. La zona de falla de desplazamiento lateral del río Grande de

⁴⁷ <http://www.minas.upm.es/fundacion/jgs/ftproot/2001-2002/GrupoB/MRutz/MRutz.pdf>. Agosto 2008

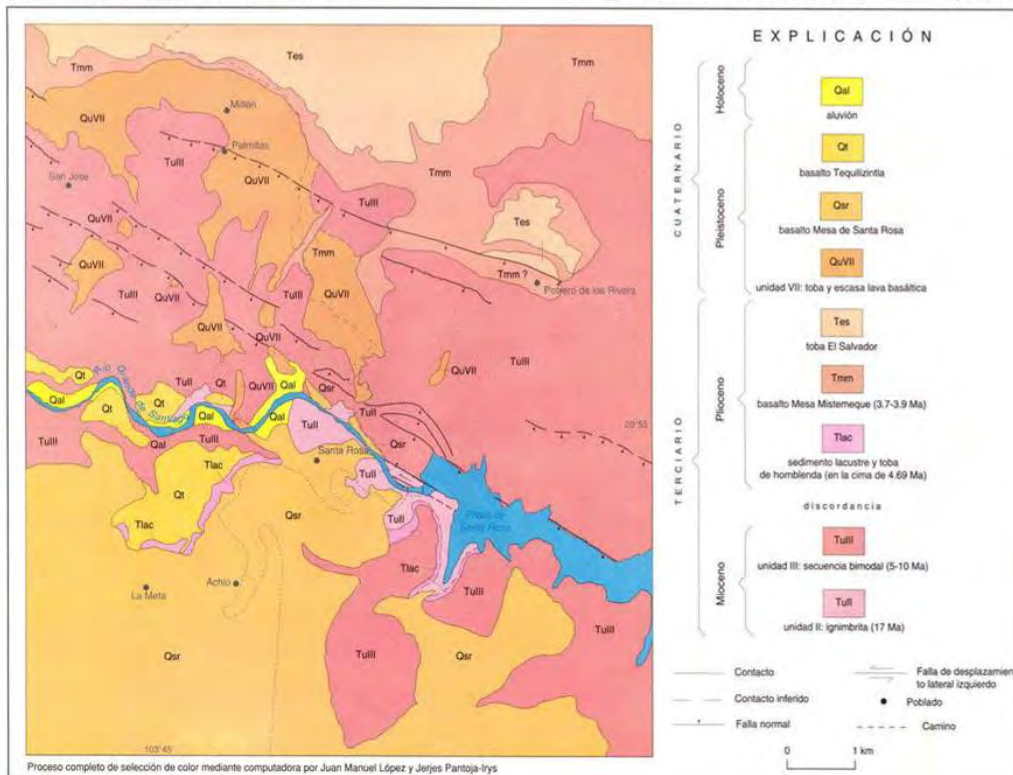
⁴⁸ Las **zonas rifts** son áreas donde la presencia de grietas indican que la corteza está sufriendo divergencia y extensiones. Es como una fosa tectónica. Estas zonas son producto de la separación de las placas tectónicas y su presencia produce sismos y actividad volcánica recurrente.

3. GEOLOGÍA Y SISMICIDAD.

Santiago no está activa, pues bajo una discordancia angular y erosional, la ignimbrita de 17 Ma ésta muy fracturada por los esfuerzos de cizalla de la falla de desplazamiento lateral. Sobre esta discordancia angular, descansa un cono de escoria volcánica de edad de 370,000 años, según I.S.E. Carmichael, ó 0.9 Ma. En opinión de J. Nieto-Obregón, sin presentar ninguna evidencia de fallamiento. Un estudio de geotécnia, efectuado por J. Ibarra_Maycotte en 1984, detectó deslizamientos de roca, mostrando que actualmente el régimen tectónico de compresión lateral no está activo. Entonces, la región de la presa de Santa Rosa actualmente no es la parte activa de la frontera septentrional del “bloque de Jalisco” y es probable que la frontera activa del mismo se encuentre hacia el sur de esta zona.”⁴⁹

INSTITUTO DE GEOLOGÍA, UNAM, REVISTA, V. 10, NÚM. 2

QUINTERO-LEGORRETA, MICHAUD, BOURGOIS Y BARRIER, LÁMINA 1



39.)

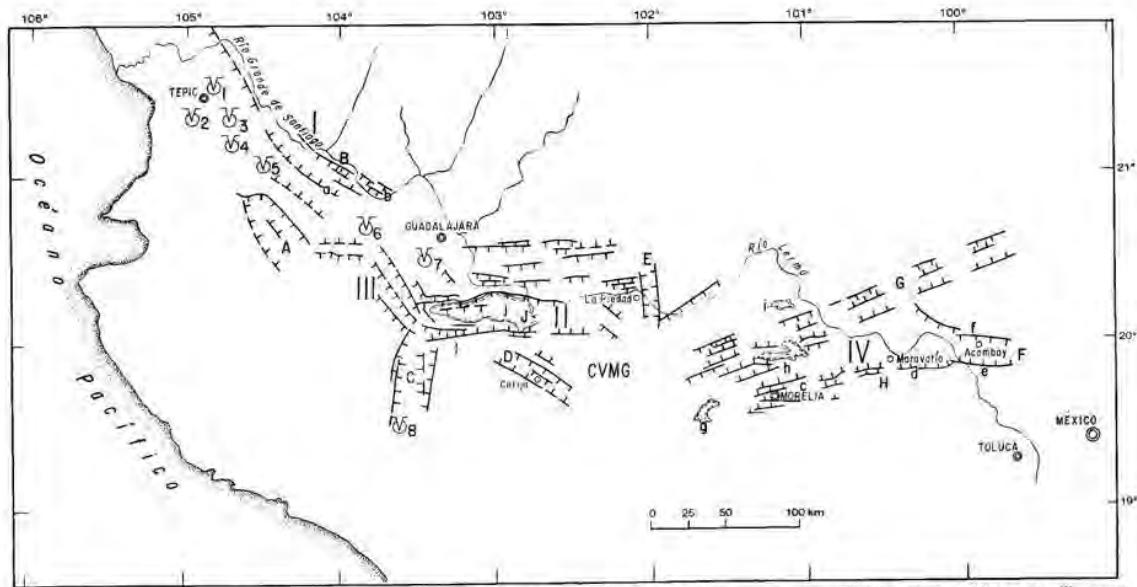
Mapa Geológico de reconocimiento del área de la Presa de Santa Rosa, Estado de Jalisco.

⁴⁹ Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Revista, volumen 10, número 2, 1992, p.p. 118.

3. GEOLOGÍA Y SISMICIDAD.

Las investigaciones geodinámicas realizadas en el occidente de México, tanto en tierra como en mar, muestran que una reorganización cinemática regional se está llevando a cabo. Este modelo propone la separación de una porción continental de la placa norteamericana: el bloque Jalisco. Dichos trabajos están dirigidos a dilucidar la confluencia de los grabens⁵⁰ de Chapala y Colima septentrional y la zona de extensión de Tepic-Zacoalco, que constituyen el llamado “punto triple de Jalisco”.

El río Grande de Santiago es un lugar geológico importante situado en la extremidad meridional de las provincias fisiográficas de Cuencas y Sierras y de la Sierra Madre Occidental (Raisz 1962).



Marco tectónico regional de la región centrooccidental de la Faja Volcánica Transmexicana. I—*rift* Tepic-Chapala, II—*rift* Chapala, III—zona de extensión de Zacoalco, IV—zona de extensión Morelia-Acambay, A—*graben* de Amatlán de Cañas, B—*graben* de Cinco Minas, C—*graben* de Colima, D—*graben* de Cotija, E—*graben* de Penjamillo, F—*graben* de Acambay, G—sistema diagonal, H—sistema Morelia-Maravatio-Acambay, I—*graben* de Citlala, J—*graben* de Chapala, a—falla de Plan de Barrancas, b—falla de Santa Rosa, c—fallas de la región Los Azufres-Queréndaro-Morelia, d—falla de Canchesdá, e—falla Pastores, f—falla Acambay-Tixmadejé, g—lago de Pátzcuaro, h—laguna de Cuitzeo, i—laguna de Yuriria, j—lago de Chapala, 1—volcán Las Navajas, 2—volcán San Juan, 3—volcán Sangangüey, 4—volcán Tepetitlic, 5—volcán Ceboruco, 6—volcán de Tequila, 7—caldera La Primavera, 8—volcán de Colima, CVMG—campo volcánico Michoacán-Guanajuato.

40.) Faja Volcánica Transmexicana.⁵¹

El eje neovolcánico mexicano se extiende desde el Golfo de California hasta el Golfo de México, cubriendo gran parte central de la República. Los volcanes activos se encuentran a todo lo largo del territorio volcánico. Enumerándolos de este a oeste se localizan: el volcán de Sangangüey, Ceboruco, Colima, Parícutín y Popocatépetl. Siendo los más activos el Popocatépetl y el de Colima. El volcanismo de este eje tiene una composición calcoalcalina y alcalina, con una edad comprendida entre el Mioceno superior hasta el Cuaternario. Coinciden en la propuesta de relacionar el volcanismo

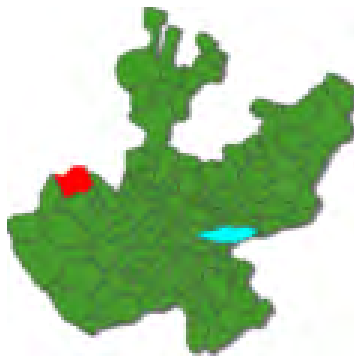
⁵⁰ Depresiones de terreno.

⁵¹ Universidad Nacional Autónoma de México, ... Op. Cit. P.p. 116.

3. GEOLOGÍA Y SISMICIDAD.

en este eje con la subducción a lo largo de la Trinchera Mesoamericana, Nixon, 1982, Johnson and Harrison, 1990; Ferrari et. El., 1994 y Pardo and Suárez, 1995. Una de las características importantes del eje es que yace oblicuo a la trinchera con una orientación aproximada de este-oeste, geometría inusual, donde el arco volcánico no es paralelo a la zona de subducción.⁵²

*“La región de Jalisco es una de las zonas sísmicas más activas en México, las principales unidades tectónicas en esta región son el Bloque de Jalisco y la Placa de Rivera, que subduce bajo el Bloque. El mayor terremoto (M=8.2) ocurrido en México en el siglo XX (1932) tuvo lugar en la costa de Jalisco, este fue seguido por otro de magnitud 7.8 quince días después. En 1995 un terremoto de magnitud 8.0 ocurrió en la costa de Jalisco, pero su área de ruptura fue solo la mitad sur del área propuesta para los terremotos de 1932, esto sugiere que la costa norte de Jalisco, incluyendo Bahía de Banderas, es una zona de alto potencial sísmico (también conocida como brecha sísmica). Sin embargo, no solo terremotos asociados al proceso de subducción ocurren en la región también existen grandes terremotos intraplaca como los eventos de diciembre 27 de 1568 y de febrero 11 de 1872. En la región también existen tres volcanes activos, el Sanganguey, el Ceboruco y el más activo en México el Volcán de Fuego (también conocido como Colima o Zapotlán)”.*⁵³



41.) Ubicación de San Sebastián del Oeste en rojo. En cyan se señala la laguna de Chapala.⁵⁴

Según el Atlas Nacional de Riesgos el 96% de la población en Jalisco está asentada en zonas de influencia sísmica y se indica que, de los 124 municipios existentes, 120 están sujetos a un eventual riesgo sísmico. Con

⁵² <http://www.minas.upm.es/fundacion/jgs/ftproot/2001-2002/GrupoB/MRutz/MRutz.pdf>. Agosto 2008

⁵³ http://www.conacyt.mx/FONDOS/Mixtos/Jalisco/2008-09/FOMIX-Jalisco_2008-09_Demandas-Especificas.pdf. Agosto 2008

⁵⁴ AA.VV. Enciclopedia de los Municipios de México. Estado de Jalisco. San Sebastián del Oeste. [http://es.wikipedia.org/wiki/San_Sebasti%](http://es.wikipedia.org/wiki/San_Sebasti%20). Septiembre 2008

3. GEOLOGÍA Y SISMICIDAD.

una probabilidad de ocurrencia de por lo menos una vez cada 20 años y con unas consecuencias potenciales estimadas de nivel catastrófico, la amenaza por efectos de sismos resulta prioritaria en la implementación de medidas preventivas y fundamental para el diseño de planes de emergencia.



42.) Parte oeste del cinturón volcánico mexicano.⁵⁵

“El esfuerzo que sufre la Corteza continental ante la aparente migración de la dorsal, hace que esta se vaya adelgazando a lo largo de la zona del graben, formándose una fosa cuya superficie poco a poco va hundándose, a la vez que va dando origen a valles y lagunas en su interior”.⁵⁶



43.) Bloque Jalisco.

⁵⁵ GÓMEZ TREMARI, Raúl. Fundamentos de Diseño y construcción sismo resistente. Op. Cit. P.p. 23a

⁵⁶ *Íbid.* P.23b

*“Con el continuo esfuerzo de la corteza, además de ir adelgazándose, se va agrietando, contribuyendo a que parte del magma superior tienda a brotar en la superficie, dando origen a un nuevo edificio volcánico”.*⁵⁷



44.) Separación del Bloque Jalisco y de la península de Baja California.⁵⁸

Esta es una teoría de que en un futuro terminará por separarse el brazo de Baja California y lo mismo sucederá con el Bloque Jalisco, afectando también a San Sebastián del Oeste.

3.8 CATÁLOGO DE TEMBLORES DE GRAN MAGNITUD EN MÉXICO.

De acuerdo al Servicio Sismológico Nacional podemos observar que el 9 de octubre de 1995, con una magnitud de 7.3° en la escala de Richter, ocurrió un fuerte temblor que sacudió principalmente a los estados de Jalisco y Colima.

Los sismos, a lo largo de la historia, han ocasionado graves daños (que se describen en cada tema individual) en nuestras iglesias. Se ha señalado en rojo, para facilitar su lectura, aquellos que afectaron la zona investigada.

Para mostrar con más detalle la actividad sísmica que ocurre en la región del Bloque de Jalisco y su vecindad hemos separado, del catálogo del Servicio Sismológico Nacional (SSN), los terremotos del siglo XX producidos en esta zona.

⁵⁷ *Íbidem.* 23a

⁵⁸ *Íbidem.* P. 23a

3. GEOLOGÍA Y SISMICIDAD.

La historia sísmica de la región se remonta hasta 1568. En el siglo XX han ocurrido 12 sismos importantes con $M_w > 6.6$

Fecha	Latitud (°N)	Longitud (°E)	Profundidad (km)	Magnitud	Autor
27 Dic., 1568	20.5	-104.0		$M_s = 7.4$	Zúñiga et al., 1997
31 Mayo, 1818	19.1	-103.6		$M_s = 7.7$	Singh et al., 1981
22 Nov., 1837	20.0	-105.0		$M_s = 7 \frac{3}{4}$	Singh et al., 1981
11 Feb., 1875	21.0	-103.8		$M_s = 7 \frac{1}{2}$	Singh et al., 1981
9 Mar., 1875	19.4	-104.6		$M_s = 7.4$	Singh et al., 1981
20 Ene., 1900	20.0	-105.0	33	$M_s = 7.9$	Duda, 1965; Kanamori and Abe, 1979
16 Mayo, 1900	20.0	-105.0	33	$M_s = 7.4$	Duda, 1965; Kanamori and Abe, 1979
7 Junio, 1911	19.7	-103.7	5	$M_s = 7.7$	Figueroa, 1970; Singh et al., 1980a.
30 Abril, 1921	19.7°	-104.3	0	$M_w = 7.7$	Catálogo SSN
16 Nov., 1925	20.4	-106.4	0	$M_w = 7.0$	Catálogo SSN
3 Junio, 1932	19.47	-104.42	33	$M_s = 8.2$	Eissler and McNally, 1984
18 Junio, 1932	19.5	-103.5	33	$M_s = 7.8$	Eissler and McNally, 1984
7 Julio, 1932	19.0	-104.0	33	$M_w = 6.8$	Catálogo SSN
9 Abril, 1933	19.5	-105.0	33	$M_w = 6.6$	Catálogo SSN
30 Nov., 1934	19.0	-105.3	33	$M_w = 7.0$	Duda, 1995; Kelleher et al., 1973
4 Dic., 1948	22.0	-106.5	0	$M_w = 6.9$	Catálogo SSN
9 Oct., 1995	18.79	-104.47	17	$M_w = 8.0$	Courboux et al., 1997

3. GEOLOGÍA Y SISMICIDAD.

Se incluyen temblores importantes ocurridos en la región con $M_w > 6.5$ ⁵⁹

Nótese el sismo del 3 de junio de 1932 cuya magnitud ha sido la mayor registrada en la historia de los sismos en México. Más adelante se hace alusión exacta de la manera en que afectaron dichos temblores en las iglesias.

Los siguientes datos fueron obtenidos también del SSN⁶⁰, y simplificados, considerando los más importantes según la faja volcánica. Se señalan en rojo los que afectaron a la zona de estudio. Corresponden a los mayores en el S. XX y se indican los daños sufridos.

Fecha	Magnitud	Región	Daños
1911, junio 7	7.6	Costa Guerrero- Michoacán	45 muertos en el Distrito Federal, derrumbó el cuartel de San Cosme, el altar de la iglesia de San Pablo y tiró muros en varias partes de la ciudad. Flexionó rieles de tranvía y produjo grietas en las calles. Destruyó 119 casas
1912, noviembre 19	7.0	Acambay, Estado de Puebla.	Daños serios en el Estado de México y en el Distrito Federal. Derrumbes de muchas bardas y varias casas destruidas. Grietas en las calles y roturas en tuberías de agua y cableado. Daños en los templos de San Sebastián, La Palma y La Profesa. Daños en el Palacio de Minería, Las Vizcaínas y el Teatro Principal, entre otros.
1932, junio 3	8.2	Costa Jalisco- Colima	Grandes daños en poblaciones de los Estados de Colima y el occidente de Jalisco. La ciudad de Colima fue la más dañada. En la ciudad de México derrumbó varias casas y bardas.
1937, julio 25	7.3	Veracruz- Oaxaca	Daños severos en Esperanza, Puebla.
1957, julio 28	7.8	Guerrero: San Marcos	55 muertos, miles de heridos y daños materiales en varios Estados. La población más dañada fue San Marcos, Guerrero. En la ciudad de México destruyó varias casas y

⁵⁹ <http://www.minas.upm.es/fundacion/jgs/ftproot/2001-2002/GrupoB/MRutz/MRutz.pdf>. Agosto 2008

⁶⁰ *Ibidem*.

3. GEOLOGÍA Y SISMICIDAD.

			edificios, derribó el "Ángel de la Independencia" y levantó el pavimento en varios sitios.
1968, agosto 2	7.3	Oaxaca: Pinotepa	Se estima que hubo varios muertos y miles de heridos. Grandes daños materiales en Pinotepa.
1973, enero 30	7.6	Costa Michoacán	50 muertos, 300 heridos y 30 poblaciones afectadas severamente
1973, agosto 28	7.3	Veracruz- Oaxaca	600 muertos, miles de heridos y damnificados. Ciudad Serdán destruida, daños considerables en las ciudades de Puebla, Orizaba, Oaxaca y México. 77 poblados dañados seriamente.
1978, noviembre 29	7.6	Oaxaca: Miahuatlán	Daños en Loxicha, Oaxaca. Es quizá el temblor que más se ha estudiado en México.
1979, marzo 3	7.4	Costa de Guerrero	Daños serios en poblados de Guerrero. Se le conoce como "sismo de la Ibero" porque tiró la universidad de ese nombre en la Ciudad de México
1980, octubre 24	7.1	Puebla- Morelos	50 muertos, fuertes daños en la región fronteriza de los estados de Puebla, Oaxaca y Guerrero, principalmente en Huajuapán de León, Oaxaca.
1985, septiembre 19	8.1	Costa Michoacán	Más de 6,500 muertos, grandes daños en la región oeste de México, principalmente en los Estados de: Michoacán, Colima y Jalisco; Ciudad Guzmán fue la más dañada de esta región. En la Ciudad de México gran destrucción en el centro y en las colonias Doctores, Guerrero, Tepito, Morelos, Roma, Juárez, Merced y Tlatelolco, entre otras. Destruyó casi 2,000 edificios, levantó el pavimento y rompió las redes de tuberías en varias partes de la ciudad.
1995, octubre 9	8.0	Costa Colima	Varios muertos y cientos de damnificados, fuertes daños en la región, se derrumbaron algunos edificios, principalmente en las ciudades de Manzanillo y Colima, Colima. Provocó crisis nerviosa a los habitantes de la Ciudad de México.

Fecha	Lat °N	Long °W	Prof (km)	M max	Ms	Región
1985 Sep 21	17.828	101.681	17	7.6	7.6	Costa de Michoacán
1986 Abr 30	18.361	103.045	22	7.0	7.0	Costa de Michoacán
1993 Sep 10	14.800	92.687	34	7.2	7.2	Costa de Chiapas
1995 Sep 14	16.752	98.667	21		7.2	Oaxaca-Guerrero
1995 Oct 09	18.993	104.245	25	8.0	7.3	Colima-Jalisco
1995 Oct 21	16.811	93.474	160	7.1	-	Chiapas
1996 Feb 25	15.880	97.980	15	7.1	6.9	Costa de Oaxaca
1997 Ene 11	18.340	102.580	40	7.1	6.9	Michoacán
1999 Jun 15	18.133	97.539	63	7.0	6.5	Puebla
1999 Sep 30	16.010	97.000	42	7.5	7.5	Oaxaca
2003 Ene 22	18.600	104.22	10	7.6	7.3	Costa de Colima

Este último cuadro, de temblores de gran magnitud, posee sucesos mencionados previamente y otros más actualizados. Específicamente el sismo de enero del 2003 que también se sintió en San Sebastián del Oeste.⁶¹

Relación de los sismos ocurridos en Jalisco hasta 1912.

Número en negritas indican defunciones por causa del sismo

Numero en cursivas indican daños materiales

Municipio	Año/Tipo	No. de Eventos
Acaponeta	1911	1
Acatlán de Juárez	1912	2
Ahualulco del Mercado	1875-O,1899-O, 1900-O,1904-O,1905	7

⁶¹ <http://www.crid.or.cr/digitalizacion/pdf/spa/doc16159/doc16159-2b.pdf>. Octubre 2009

Nota aclaratoria.- La "T" significa trepidatorio y a "O" oscilatorio. Suponemos que se debe a que sintieron más un movimiento que otro, pues ya sabemos que los sismos siempre presentan ambos movimientos, en mayor o menor grado.

3. GEOLOGÍA Y SISMICIDAD.

Amacueca	1567, 1568, 1749, 1806, 1911-O, 1912	10
Amacuepan	1711-T	1
Ameca	1567, 1811, 1818, 1875-O, 1899-O, 1900-O, 1904-TO, 1905, 1911-O	10
Amula	1567	1
Arandas	1911	1
Atemajac	1905-O, 1911-O	2
Atenguillo	1899, 1905-O	2
Atotonilco	1875-O, 1888-T, 1912.	3
Atoyac	1567, 1568, 1911, 1912,	4
Autlán	1806, 1818, 1845-T, 1890-O, 1899, 1900-TO, 1904-OT, 1905-O, 19	14
Ávalos	1568, 1592	2
Ayutla	1912-O	1
Bramador	1875, 1882-O.	2
Chapala	1567, 1889, 1900-OT, 1911.	4
Ciudad Gúzman (Zapotlán)	1542, 1563, 1567, 1568 , 1574, 1577, 1585 , 1606, 1611, 1615, 1633, 1711, 1743, 1747, 1749, 1750, 1759, 1771, 1790, 1794, 1806, 1809, 1816, 1818, 1837, 1837, 1839, 1845, 1846, 1847, 1874, 1875, 1876, 1880, 1881, 1882-T, 1889-O, 1894-O, 1895, 1896-OT, 1898, 1899, 1900, 1904-O, 1907, 1908-O, 1909, 1910, 1911-OT, 1912.	73
Cocula	1567, 1568, 1806, 1818, 1899, 1900, 1904-T, 1905-T, 1911, 1912.	15
Colotlán	1875, 1911,	4
Copala	1806	1
Costa	1845	1
Cuale	1875	1
Cuautitlán	1875, 1806	2
Coquio	1911, 1912-T	2
Degollado	1911	1
El Refugio	1899-O	1
Etzatlan	1875, 1904-O, 1905.	4
Guadalajara	1573, 1585, 1597, 1611, 1687, 1711-T , 1739, 1748, 1750, 1759, 1768, 1768, 1770, 1771, 1785, 1786, 1805, 1806, 1818, 1837, 1839, 1842, 1843, 1844, 1845, 1847, 1848, 1858, 1862, 1868, 1870, 1873, 1874, 1875 , 1878, 1979, 1980, 1881, 1889, 1892, 1896, 1899, 1900, 1904, 1905, 1907, 1909, 1911, 1912	127
Huachinango	1904, 1905	2
Huejutitlán	1904	1
Ixtlán	1899, 1904.	2
Ixtlahuacan	1806, 1818, 1900, 1912.	7
Jalostotitlan	1875	3
Jalpa	1904	1
Jocotepec	1911, 1912	6
Juchitlan	1904, 1911	3
La Barca	1875, 1899, 1900, 1904, 1911	8
La Vega	1899	1
La Venta	1899	1
Lagos de Moreno	1845, 1858, 1875, 1912.	7

3. GEOLOGÍA Y SISMICIDAD.

Los Reyes	1905	1
Manzanilla	1912	2
Mascota	1875, 1881, 1891, 1899, 1900, 1904, 1905, 1911, 1912	10
Mazamitla	1818, 1896, 1911- TO, 1912,	6
Mazatlán	1806	1
Ocotlán	1845, 1847 , 1899, 1900 , 1911, 1912	7
Pantitlán	1845	1
Pihuamo	1900 , 1911.	2
Poncitlán	1845	1
Purificación	1911	1
Quitupan	1896	1
Real de Bolaños	1774	1
San Andrés Ixtlán	1911	1
San Cristóbal	1845, 1875 , 1877, 1878, 1884.	64
San Gabriel	1896, 1897, 1900, 1904, 1905, 1911, 1912.	10
San Juan Bautista de Tuxpan	1806	1
San Juan de Los Lagos	1845, 1875, 1912	5
San Luis Soyatlan	1900	1
San Marcos	1611, 1872	2
San Martín Hidalgo	1818, 1899, 1900, 1904, 1905.	6
San Sebastián	1806, 1846, 1847, 1899, 1900, 1904, 1905, 1911, 1912,	11
Santa Ana Acatlán	1818, 1875,	4
Santa Ana	1845, 1875, 1904-TO.	3
Sayula	1564, 1566, 1568, 1590, 1611, 1612, 1616, 1632, 1682, 1711 , 1749, 1759, 1785, 1794, 1806, 1818, 1842, 1845, 1858, 1862, 1875, 1876, 1889, 1896, 1900, 1905, 1911, 1912	43
Soledad	1875	1
Tala	1818, 1899	2
Talpa	1875, 1905-O, 1911, 1912-O	4
Tamazula	1856, 1806, 1818, 1888-O, 1900, 1905, 1911-TO, 1911, 1912	10
Tapalpa	1904-T	1
Tecalitlan	1787, 1789, 1790, 1845, 1900, 1911, 1912.	8
Tecolotlán	1899, 1900-O, 1905, 1911, 1912,	8
Temajac	1904	1
Tenamaztlán	1905, 1912.	2
Teocaltiche	1875	1
Teocaltitlan	1911	1
Teocuitatlan	1891, 1899, 1911,	3
Tequila	1875	3
Teuchitlán	1567	1
Tizapán el Alto	1806, 1900, 1912.	3
Tizapanito	1900	1
Tlajomulco	1900, 1912.	2

3. GEOLOGÍA Y SISMICIDAD.

Tlaltenango	1875	8
Tolimán	1806, 1900, 1911.	3
Tomatlán	1882	1
Tomitlán	1587	1
Tonalá	1912	1
Tonaya	1912	1
Tonila	1872, 1875, 1889, 1900, 1903, 1911, 1912.	12
Tototlán	1875, 1889, 1907-T	4
Tuxcacuesco	1818, 1912.	2
Tuxcueca	1900	2
Tuxpan	1568, 1806, 1818, 1845, 1911 , 1912,	9
Unión de Tula	1900, 1904, 1905, 1911.	4
Usumajac	1911	1
Xala	1832	1
Xamulco	1832	1
Yahualica	1912	1
Zacoalco	1567 , 1749, 1750, 1759, 1818, 1875, 1889, 1899, 1900, 1904, 1911, 1912,	15
Zapopan	1875, 1912	4
Zapotiltic	1568, 1611, 1818, 1900, 1905, 1911, 1912.	9
Zapotitlán	1567, 1568, 1587, 1912.	7
Zapotlán (Veáse Cd. Guzmán)		
Zapotlanejo	1875, 1899	5
Zototlán	1899	1

A esta relación, donde se pueden ver nueve temblores importantes en la zona, debe añadirse los sucedidos en 1985 y 1995.

3.9 RELACIÓN DE TEMPLOS DAÑADOS POR LOS SISMOS DE 1995.

En la Subsecretaría de Participación Social, perteneciente a la Secretaría General de Gobierno, se pueden obtener datos sobre las inversiones autorizadas en 1997 para ayudar a la reconstrucción de los templos dañados a raíz del sismo de 1995.

Se muestra el municipio, el templo y la inversión autorizada en cada caso. Considero que es un dato importante ya que sirve para darnos cuenta de todos los daños ocasionados en los monumentos, simplemente con un solo sismo. Y, que conste, no aparecen todos los monumentos dañados, solo aquellos que recibieron subsidio por parte del gobierno del estado. Nuevamente se señalan en rojo las vinculadas con la zona de estudio.

3. GEOLOGÍA Y SISMICIDAD.

Municipio y Localidad	Templo	Inversión Autorizada
Amacueca	El Dulce Nombre de Jesús	\$69,748.86
Ameca	La Columna de la Fe	\$20,000.00
Ameca (La Esperanza)	Templo de Ntra. Sra. de la Esperanza	\$24,999.03
Ameca (El Cabezón de Cañedo)	Capilla de la Ex-Hda. "Virgen de la Candelaria"	\$150,000.00
Atemajac de Brizuela	San Bartolomé	\$20,000.00
Autlán	Divino Salvador	\$99,982.67
Autlán	La Purísima	\$59,968.59
Autlán Ex-Hda. De Ahuacapan	La Virgen de Santa Catarina	\$274,836.83
Autlán (El Chante)	Templo de El Chante	\$8,989.00
Cihuatlán	Parroquia de la Santa Cruz	\$1,224,855.48
Zapotlán el Grande (Ciudad Guzmán)	San Antonio	\$48,876.73
Cocula (Sta. María)	Capilla de la Ex-Hda. de Sta. María	\$24,995.54
Colotlán (Dolores)	De Dolores	\$20,000.00
Concepción de Buenos Aires	Inmaculada Concepción	\$10,000.00
Cuatla	Parroquia del Santo Santiago	\$19,973.26
Cuautitlán	Parroquia de la Santísima Virgen de Natividad	\$59,968.51
Cuautitlán (Tequesquitlán)	Nuestra Sra. De Guadalupe	\$229,493.08
Chiquilistlán (Jalpa)	La Inmaculada Concepción	\$50,000.00
Ejutla	Templo y Convento de las Madres Adoratrices	\$199,926.91
El Grullo	Nuestra Señora de Guadalupe	\$20,000.00
Guadalajara	San Miguel de Belén	\$265,562.47
Guadalajara	San Diego de Alcalá	\$57,230.74
Guadalajara	San Francisco de Asís	\$239,320.55
Gomez Farías (Ex-Hda. La Cofradía)	Nuestra Sra. De La Cofradía	\$147,535.80
La Huerta	Ruinas de la Parroquia de la Sagrada Fam.	\$25,000.00
La Huerta (La Manzanilla)	Templo de La Manzanilla	\$214,486.87
Pihuamo (San José del Tule)	Templo de San José	\$30,063.65
San Gabriel	El Sr. de la Misericordia	\$19,957.74
San Gabriel (Totalimispa)	Capilla de la Ex-Hda. de Totalimispa	\$14,970.41
San Sebastián del Oeste	Sagrado Corazón	\$20,000.00
San Sebastián del Oeste (San Felipe de Hajar)	Parroquial La Inmaculada Concepción de María	\$199,999.85
Sayula	Santuario de Guadalupe	\$249,999.13

3. GEOLOGÍA Y SISMICIDAD.

Sayula	La Inmaculada Concepción	\$99,970.08
Tala	San Francisco de Asís	\$10,000.00
Tapalpa (Atacco)	San Francisco	\$44,041.68
Tapalpa	San Antonio	\$250,521.92
Techaluta	Templo de la Parroquia	\$99,877.86
Tecolotlán	Asilo	\$38,959.78
Tenamaxtlán	Sagrado Corazón	\$59,997.69
Tenamaxtlán (Juanacatlán)	Templo de Juanacatlán	\$49,992.46
Tolimán	Templo de la Asunción	\$79,973.05
Tomatlán	Santo Santiago	\$100,000.00
Unión de Tula	Parroquia Nuestra Sra. del Rosario	\$255,833.68
Unión de Tula (Ex-Hda. Sta. Ana)	Capilla de la Ex-Hda. Sta. Ana	\$199,957.12
Amatitan	La Purísima Concepción	\$99,999.88
Ameca (Sta. Ma. de la Huerta)	Santa Ma. de la Huerta	\$39,999.71
Tlaquepaque	Templo de la Soledad	\$80,000.00
Ayutla	San Miguel	\$44,928.86
Sayula (usmajac)	Templo de USMAJAC	\$20,245.57
San Patricio	Templo San Patricio	\$75,000.00
Guachinango	Sta. María de la Purificación	\$29,999.68
Tecolotlan (Ayotitlan)	San Bartolomé Apóstol	\$59,970.83
Zapopan (San Esteban)	Templo San Esteban	\$19,988.45
Indirectos del programa	Reconstrucción de Templos	\$120,000.00
TOTAL INVERSION		\$6,000,000.00

Regiones Prioritarias

“El Convenio de Desarrollo Social 1997 que conlleva el compromiso de otorgar atención prioritaria a las zonas con mayores rezagos sociales, con el propósito de favorecer la incorporación al desarrollo de la población más desprotegida.

Con base en ello y considerando las condiciones sociales y de pobreza de las diferentes regiones del Estado, se definieron como prioritarias las siguientes:

- 1. Región Norte, integrada por los municipios de Bolaños, Chimaltitán, Huejuquilla el Alto, Mezquitic y San Martín de Bolaños.*
- 2. Región Sierra de las Bufas, conformada por los municipios de Jilotlán de los Dolores, Manuel M. Diéguez y Quitupan.*
- 3. Región Sierra de Manantlán, integrada por los municipios de Cuautitlán, Tuxcacuesco, Tolimán y Zapotitlán de Vadillo.*
- 4. Región Sierra de Tapalpa, integrada por los municipios de Atemajac de Brizuela, Tapalpa y Chiquilistlán.*
- 5. Región Costa, integrada por los municipios de Cabo Corrientes, Tomatlán y Villa Purificación.*

6. *Región Sierra Occidental, integrada por los municipios de Guachinango, Mixtlán y San Sebastián del Oeste.*
7. *Otros Municipios: Atengo, Mexxicacán, Jesús María, Ojuelos de Jalisco, Cuquío, Ixtlahuacán del Río, San Cristóbal de la Barranca y Hostotipaquillo.*⁶²

3.10 DESCRIPCIÓN DE LOS SISMOS QUE AFECTARON A ESTAS REGIONES.

Existe una recopilación⁶³ de documentos históricos, sobretudo epistolar, vinculada con los sismos en la historia de México. Lamentablemente el aislamiento de la zona durante siglos hace que tengan que tomarse como referencia los poblados cercanos a San Sebastián, por ejemplo Mascota. Aquí se incluyen aquellos párrafos donde se menciona, o hace alusión a la región. En ellos se hacen referencias, en muchos casos importantes y relevantes desde el punto de vista constructivo, a los años registrados, los periodos de recurrencia, la dirección de los temblores y, en algunas ocasiones, los daños sufridos.

1899, 4 de enero

Mascota, Jal.

“Telegrama. Secretaría del Gobierno del Estado de Jalisco. Sr. Srío. De Gobierno, Hónrome de comunicar a ud. Que como a la 7 y 30 minutos sintiéronse aquí dos fuertes trepidaciones que duraron algunos segundos. E. J. P. L. Íñiguez de la Torre.”

AHJ, FFN, f. 18-899, fol. 3293: 2 (A) Pp. 521

Mascota, Jal.

“Sr. Srío. de Gbno, a las 11 y 33 minutos sintióse aquí fortísimo temblor oscilatorio y trepidatorio, a la vez duró dos minutos 15 segundos y sembró el pánico en toda la población. Las campanas de la torre sonaron varias veces, la generalidad de los edificios se cuartearon y se destruyeron varios corredores y tapias en las orillas de la ciudad a efecto del fenómeno. E. J. P. Eduardo Álvarez.”

⁶² **Fuente:** Subsecretaría de Participación Social, Secretaría General de Gobierno

⁶³ AA.VV. **Los sismos en la Historia de México.** Ediciones científicas Universitarias. Universidad Nacional Autónoma de México. Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social. Fondo de Cultura Económica. México. D.F. 1996. Pp. 194.

AHJ, FFN, f. 18-900, fol. 3295: 15 (A) Pp. 536

1904, 23 de marzo

Mascota, San Sebastián, Huachinango, Ameca, Guadalajara, Jal.

A las 11:02 p.m. "Mascota: se oyó ruido subterráneo seguido de muy fuerte temblor oscilatorio de S a N, duración 45 segundos(...) Huachinango: ruidos subterráneos siguiendo fuerte temblor oscilatorio de S a N, duración 10 segundos (...) Ameca: fuerte temblor trepidatorio, finalizando oscilatorio de S a N, duración 12 segundos. Guadalajara; bastante fuerte acompañado de ruidos subterráneos y de una duración que estimé en 45 segundos; se sintió en ésta una fuerte trepidación al oírse el ruido subterráneo, siguiendo después dos oscilaciones, la primera de N a S, y terminando marcadamente de NE a SO. El estado del tiempo en ese momento cielo despejado, con ligeros cirrus, calma y caluroso."

Instituto, 1909ª: 394 (B) Pp. 559

1905

Jaltipán, Ver.: Etzatlán, San Martín Hidalgo, Talpa, Cocula, Zapotiltic, Mascota; Autlán, Atemajac, Tecolotlán, Huachinango, San Sebastián, Los Reyes, San Gabriel, Unión de Tula, Jal.: San Blas, Nay.; Manzanillo, Col.

"Jaltipan: fenómeno seísmico oscilatorio, duración 28 segundos. Etzatlán: fuerte temblor oscilatorio de N a S, duración aproximada 20 segundos, ninguna desgracia personal ni material. San Martín Hidalgo: temblor oscilatorio de S a N con ruido subterráneo y duración de 6 segundos: a las 2 h 00 m a.m. volvió a repetir igualmente con duración de 3 segundos. San Blas y Manzanillo: temblor oscilatorio de S a N, duración 10 segundos. Talpa: fuerte temblor oscilatorio de E a O, duración 25 segundos. Repitióse ligeramente a las 2 h 00 m a.m., sin ninguna novedad. Cocula: fuerte temblor oscilatorio de S a N, duración 10 segundos. A las 3 h 02 m a.m. hubo repetición ligera. Zapotiltic: fuerte temblor oscilatorio, duración 55 segundos; repitió a las 2 h 03 m a.m., duración 3 segundos. Mascota. Fuerte temblor oscilatorio de S a n; repitióse a las 2 h 00 m a.m., menos fuerte, duración del primero 40 segundos, del segundo 18 segundos. Algunas fincas se cayeron, desgracias personales ninguna... Autlán: fuerte temblor oscilatorio de S a N, duración 27 segundos. Varias casas cuarteadas. A las 2 h 05 m. repitióse el fenómeno menos fuerte. Atemajac: fuerte temblor oscilatorio de E a O, duración 10 segundos. Tecolotlán: fuerte temblor oscilatorio y trepidatorio; la oscilación fue de S a N, duración 35 segundos. A las 2 h 00 m después, repitió levemente... Huachinango: fuerte temblor oscilatorio de E a O, duración 27 segundos. Sin ninguna novedad. San Sebastián: ligero temblor oscilatorio de S a N; duración 1 minuto. A las 2 h 00 m a.m., se sintió otro temblor con duración de 15 segundos. Los Reyes: temblor oscilatorio de S a n, duración 45 segundos, Repitió a las 2 h 00 m a.m. San Gabriel: fuerte temblor oscilatorio de S a n; duración aproximada de 38 segundos. Repitió a las 2h 03 m a.m. Unión de Tula: fuerte temblor oscilatorio de S a N, con duración de 10 a 18 segundos. Repitió a las 2 h 03 m a.m.

Instituto, 1909a: 42-.422 (B) Pp. 568

1912, 13 de diciembre

Colima, Col.; Ciudad Guzmán, Mascota, Sayula, San Gabriel, San Sebastián, Talpa, Tecolotlán, Jal.; Pochutla, San Carlos, Oax.; San Martín Hgo.

“Colima: Cancani: III oscilatorio; 15 segundos. Ciudad Guzmán: Cancani: III; oscilatorio; 4 segundos. Mascota: Cancani: III; oscilatorio; 8 segundos. Pochutla: Cancani: III; oscilatorio; 7 segundos. Sayula: Cancani: III; oscilatorio; corto S-N. San Carlos, San Gabriel: Cancani: II; oscilatorio; 15 segundos. San Martín: Cancani: III; oscilatorio 6 segundos; E-O. San Sebastián: Cancani: III; oscilatorio; 5 segundos; E-O. Talpa: Cancani: III; oscilatorio; 4 segundos. Tecolotlán: Cancani: IV; oscilatorio; i m.; N-S.”

Instituto, 1914: 348 (B) Pp. 654.

El comportamiento sísmico de una región, o de una falla geológica activa, puede estudiarse a través de dos formas: por un lado, el breve registro instrumental de los últimos 100 años; por otro, la evaluación cualitativa basada en el análisis de estos documentos históricos que describen los daños producidos por sismos en épocas anteriores. En muchos casos, estos fenómenos son de larga periodicidad, ya que la repetición de un temblor de cierta magnitud puede ocurrir con un espacio de varias decenas y centenas de años. Es claro, entonces, que si nos limitásemos al registro instrumental de este siglo correríamos el riesgo de omitir la presencia de sismos importantes y de magnitud considerable.

Como podemos ver, la investigación de sismos históricos tiene un componente sismológico y otro de carácter social. La finalidad, desde el punto de vista sismológico, consiste en conocer que ocurrió durante un sismo en el pasado y, de estas observaciones, derivar la localización del suceso sísmico, la magnitud aproximada y otros parámetros asociados con ese temblor. Luego se aplican esos resultados al conocimiento de la actividad sísmica en cierta región, así como a una eventual estadística del peligro sísmico. Estas metas, sin embargo, quedan sólo parcialmente satisfechas dado el carácter fragmentario, subjetivo y a veces parcial de la información histórica. El carácter social, tomando en cuenta la historia como disciplina, provee el sustento de una auténtica metodología para la búsqueda e interpretación de las descripciones de los daños y efectos producidos por los sismos. Y nos ofrece la visión de cómo se enfrentaban esas sociedades antiguas a esos inesperados y terroríficos eventos, frecuentemente considerados como “flagelos de la ira divina”. También nos muestra un poco la situación política, económica, religiosa y filosófica de la época.

Por ejemplo, es obvio que las actitudes y respuestas de la sociedad mexicana y de sus autoridades cambiaron con el curso de los años. Las

posturas y actitudes de la iglesia durante los años coloniales, veían la ocurrencia de los sismos como un castigo celestial, expedito y merecido por los pecados de los hombres y con procesiones y actos religiosos pretendían aplacar la cólera divina. Así se mantuvieron, aunque con menor fuerza, hasta principios del siglo XIX, puesto que en la segunda mitad del siglo XVIII ya se intentaba dar explicaciones racionales a estos fenómenos naturales, valiéndose de observaciones empíricas. Se sugería que era producto de gases que se encontraban en el interior de la tierra que, al liberarse, causaban esas sensaciones que sentimos como terremotos o sismos.

Estas actitudes sociales, religiosas y científicas permean los relatos y dan color a las descripciones de daños y efectos posteriores a un sismo y las interpretaciones pueden ser variadas.⁶⁴

3.1 1 CONCLUSIÓN.

La existencia de actividad sísmica a todo lo largo de la Trinchera Mesomericana es clara, pero no se conocía el alto nivel sísmico de la Bahía de Banderas. Es cierto que la magnitud de estos eventos es pequeña, pero varios estudios demuestran que hay estructuras tectónicas locales activas que hasta ahora eran desconocidas. El límite que marca un cese casi total de la sismicidad al norte de Bahía de Banderas, que además coincide con el borde norte de la zona sísmica de Amatlán de Cañas, indica un posible borde o límite del Bloque de Jalisco, el Borde de Banderas. Esta hipótesis es consistente con propuestas expuestas en estudios anteriores (Johnson & Harrison, 1990; Dañobeitia et al., 1997; Álvarez, 2001; Núñez- Cornú et al., 2002). En esta región ocurren temblores con profundidades menores a los 35 km, por tanto originados en la corteza continental. La distribución de los hipocentros sugiere también la posibilidad de una subducción oblicua, donde la placa de Rivera subduce en una dirección que marca la línea que une las Islas Marías con Bahía de Banderas y que se prolonga hasta el Volcán de Fuego (Colima).



45.) Velocidades relativas y desplazamientos de placas.⁶⁵

⁶⁴ *Ibidem*. Pp. 11-20

Esto significaría que el sentido del movimiento de la placa oceánica es desde el suroeste, siendo además el límite de la sismicidad de esta placa en subducción justo la línea arriba mencionada. Los eventos costeros, al sur de la latitud 19.7°N, están localizados dentro de la zona de ruptura del terremoto de magnitud 8.0 Mw de Octubre de 1995 (Courboux et al., 1997), pudiendo relacionarse con movimientos de reacoplamiento de placas. Que al norte de esta franja la actividad sísmica sea menor confirma el alto potencial sísmico de la costa norte de Jalisco. En algunos estudios hemos encontrado eventos próximos a la trinchera Mesoamericana que son difíciles de relacionar con la zona de Wadati-Benioff de la convergencia de las placas entre Rivera y Bloque de Jalisco. Esta sismicidad se debe a una actividad sísmica de la litosfera oceánica de la placa de Rivera, actividad que ya ha sido documentada para la litosfera oceánica de la placa de Cocos (Singh et al., 2000).

La diferencia entre las localizaciones del Servicio Sismológico Nacional y las presentadas en estudios locales como la estación de la Universidad de Guadalajara en el Cucosta, difieren considerablemente en la zona de Amatlán de Cañas, concretamente en la profundidad hipocentral de los eventos con un promedio de 40 km de diferencia. Este dato es trascendental ya que el origen del temblor cambia de ser cortical, en nuestro caso, a relacionarlo con la zona de Benioff de la placa en subducción en los reportes del SSN. Con este estudio comparativo se pretende demostrar la importancia de crear redes sísmicas regionales, aumentando la cobertura sísmica y el control en las localizaciones, para mejorar el conocimiento del lugar de estudio⁶⁶

⁶⁵ <http://www.crid.or.cr/digitalizacion/pdf/spa/doc16159/doc16159-2a.pdf>. Agosto 2008

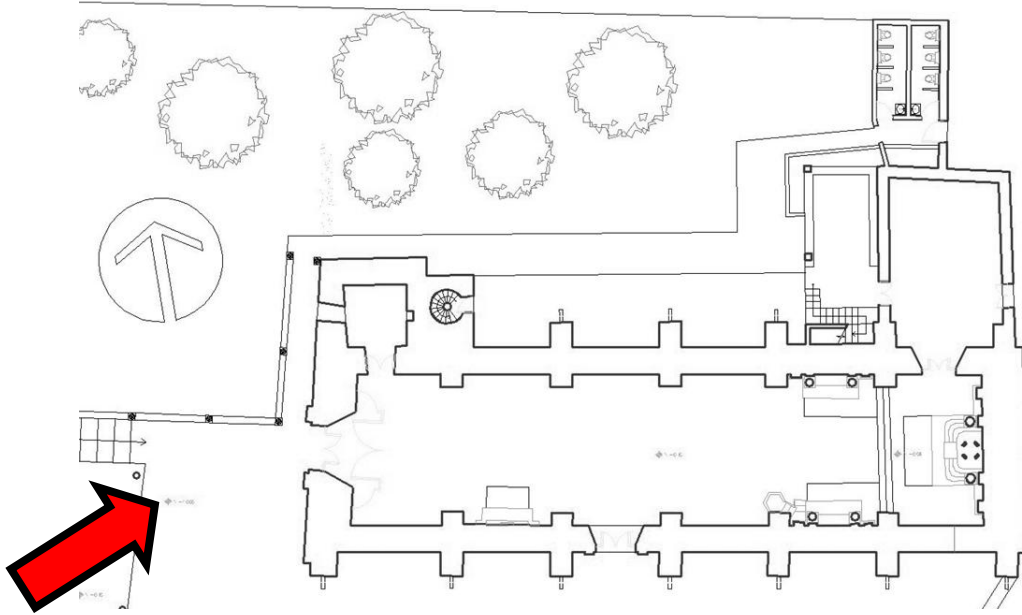
⁶⁶ Marta Rutz-López y Francisco Javier Núñez-Cornú Centro de Sismología y Volcanología de Occidente, Universidad de Guadalajara, Puerto Vallarta, Jalisco, México.



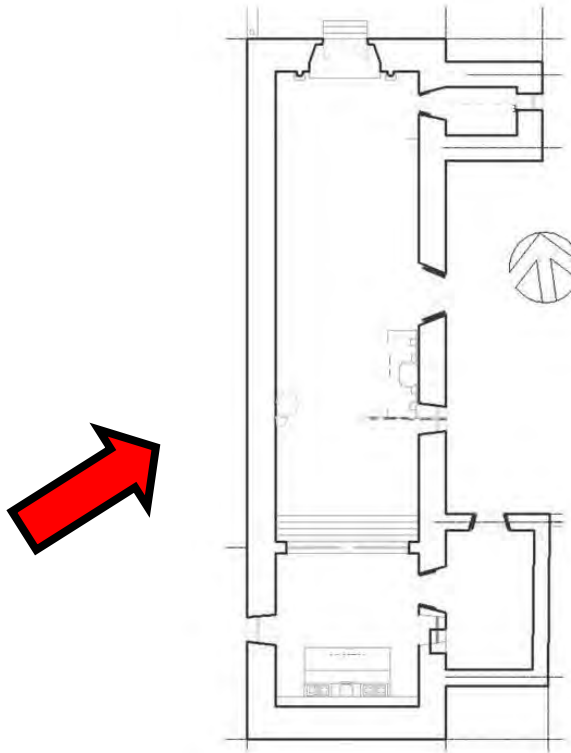
46.) Dirección principal de los sismos.⁶⁷

En consecuencia, como podemos comprobar observando todas las investigaciones anteriores, llegamos a la conclusión de que nuestros objetos de estudio se encuentran en una zona de gran potencial sísmico. Ubicadas muy cerca de las costas del Pacífico, de periodicidad más o menos frecuente, aún cuando sean de magnitudes menores a los 4° Richter, sufren estos fenómenos sísmicos con una dirección predominante muy precisa en el sentido SUROESTE al NORESTE. Por lo tanto las hipótesis se harán considerando solo dicha dirección. También pudimos observar que la mayoría de los epicentros de los sismos se ubican en la placa oceánica pero, pese a que se registren epicentros dentro de la placa continental, los movimientos que producen las placas de Rivera y la oceánica Pacífica hacia la continental de Norte América son de subducción o coceo en la misma dirección.

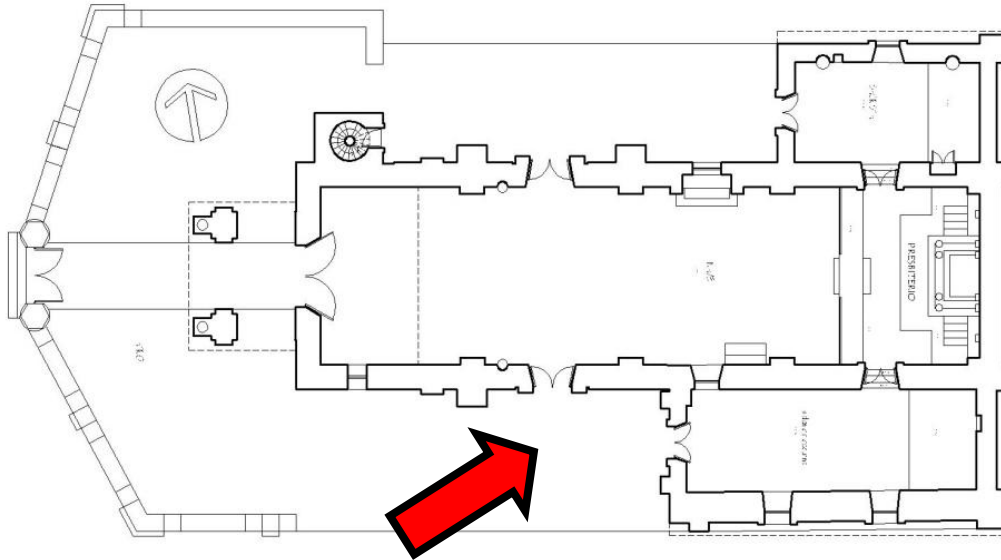
⁶⁷ www.explorandomexico.com.mx/map-gallery/1/39/ 15 de noviembre 2010. Octubre 2008



47.) Dirección principal de los sismos en el Templo de San Sebastián.



48.) Dirección principal de los sismos en el Templo de Santa María de El Real Alto.



49.) Dirección principal de los sismos en el Templo de Los Reyes.

Los tres gráficos anteriores indican la dirección de afectación de los sismos respecto de la orientación de los templos. Por lo tanto en base a ello (dicha dirección), trataré las hipótesis de vulnerabilidad de cada ejemplo en el capítulo 5.

Nota.-

Lamentamos, de verdad, el fuerte macrosismo de 8.9° de la escala de RICHTER (de los más grandes registrados en la historia de los sismos -recordemos el de Chile de 9.5° Richter el 22 de mayo de 1960) que acaba de ocurrir en Japón, este 11 de marzo del 2011, con epicentro en Sendai. El consecuente maremoto o TSUNAMI ha destruido gran parte del norte en Miyagi e Iwate, provocando también la explosión de varios reactores en la central nuclear de Fukushima que están acarreando graves consecuencias a nivel mundial. Rogamos por que pronto se levante este gran país. Los mexicanos y los chilenos sabemos lo que estas desgracias significan, ya que las hemos vivido en carne propia.